

НИКОПОЛЬСКИЙ

**Mn** МАРГАНЦЕВО  
РУДНЫЙ  
БАССЕЙН

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ СССР  
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР  
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ УССР

НИКОПОЛЬСКИЙ  
МАРГАНЦЕВОРУДНЫЙ  
БАССЕЙН

10306 ✓

БИБЛИОТЕКА  
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР  
С. ПЕТЕРБУРГ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»  
МОСКВА 1964

## ВВЕДЕНИЕ

XXII съезд Коммунистической партии Советского Союза утвердил Программу партии — программу построения коммунистического общества. Грандиозные задачи в области экономического строительства, создания и развития материально-технической базы коммунизма требуют дальнейшего развития тяжелой индустрии. «Дальнейшее быстрое увеличение производства металла и топлива, составляющих фундамент современной промышленности, по-прежнему останется одной из важнейших народнохозяйственных задач» (из Программы КПСС). Комплексное использование сырьевых ресурсов нашей страны в свете поставленных задач имеет первостепенное значение. Намеченный Программой КПСС на двадцатилетний срок рост выплавки стали до 250 млн. т в год потребует значительного увеличения добычи марганцевой руды и производства марганцевых сплавов. В этой связи большое значение имеет изучение геологических особенностей Никопольского марганцевого бассейна, в котором сосредоточено до 80% разведанных запасов марганцевых руд СССР.

Никопольский марганцевый бассейн по размерам слагающих его рудоносных площадей (месторождений) и заключенных в них промышленных запасов руд занимает одно из первых мест среди крупнейших осадочных месторождений марганца мира.

История геологического изучения бассейна начинается с 80-х годов прошлого столетия, со времени открытия геологом В. А. Домгером марганцевой руды в западной части Никопольского месторождения.

В последующие годы и до наших дней в бассейне почти непрерывно производятся геологоразведочные и эксплуатационные работы, получившие наибольший размах в годы Советской власти и особенно после Великой Отечественной войны.

Параллельно с производством геологоразведочных работ выполнен большой объем научно-исследовательских работ, связанных с изучением геологии месторождений, происхождения и вещественного состава марганцевых руд, их технологических свойств и разработкой других вопросов, способствующих промышленному освоению бассейна.

Одновременно развивалась и совершенствовалась добыча марганцевых руд, которая на базе произведенных геологоразведочных работ в настоящее время в значительных размерах переводится с подземных выработок на высокопроизводительные механизированные открытые разработки.

В результате выполнения в 1944—1959 гг. различными ведомствами разведочных работ значительно расширены площади распространения марганцевых руд в пределах ранее известных месторождений и открыты новые крупные рудоносные площади.

Общие запасы марганцевых руд бассейна по сравнению с довоенными (1941 г.) возросли более чем в 4 раза и полностью обеспечивают

потребности отечественной промышленности на многие годы, с учетом экспорта руд.

Основные запасы марганцевых руд, выявленные в пределах Никопольского марганцеворудного бассейна, сосредоточены на Никопольском и Больше-Токмакском месторождениях.

В течение ближайших 10—15 лет Никопольское месторождение останется сырьевой базой марганцеворудной промышленности УССР. Разведанные запасы этого месторождения обеспечивают его эксплуатацию на протяжении 60—65 лет с учетом непрерывного роста годовой добычи.

В 1972 г. вступит в строй 1-й марганцевый рудник на Больше-Токмакском месторождении.

Собственно Никопольское месторождение разведано в своих естественных границах. На 1/1 1961 г. 100% запасов категории А+В+С утверждены ГКЗ. В целом по месторождению по категории А+В разведано 59% запасов, причем окисные руды по этой категории разведаны на 75%, карбонатные — на 30%.

Запасы руд Больше-Токмакского месторождения (преимущественно карбонатные) повторяют масштабы Никопольского, но по степени разведанности значительно уступают ему.

В соответствии с историческим решением XXI съезда КПСС семилетним планом развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. предусмотрено увеличение добычи марганцевой руды на Никопольском месторождении в 2,1 раза.

В дальнейшем, с учетом освоения Больше-Токмакского месторождения, карбонатные руды составят почти 61% в общей добыче руд Никопольского бассейна. Значительно повышается удельный вес добычи с помощью открытых работ. Если в 1961 г. открытая разработка дала 41,5% добычи бассейна, то в 1970 г. даст 86,3%.

Несмотря на огромное промышленное значение эксплуатируемых Никопольских марганцевых месторождений для отечественной металлургии, еще более возросшее в целом для бассейна с момента открытия и разведки Больше-Токмакского месторождения, сведения о них, опубликованные в разные годы в печатной литературе, крайне ограничены и не отражают всех особенностей этой исключительной по концентрации марганца палеогеновой провинции.

Накопленный в результате произведенных геологоразведочных, исследовательских и эксплуатационных работ богатейший фактический материал по геологии месторождений, минералогии и геохимии марганцевых руд и их технологической переработке сосредоточен в многочисленных рукописных отчетах, хранящихся в фондах различных геологических организаций и научных учреждений.

Из печатных работ дореволюционного периода следует назвать монографию Н. А. Соколова (1901) «Марганцевые руды третичных отложений Екатеринославской губернии и окрестностей Кривого Рога», в которой наиболее полно для того времени освещена геология Никопольского месторождения.

Из работ более позднего периода (1917—1941 гг.) заслуживают внимания опубликованные статьи Ф. П. Саваренского (1929 а, б), В. И. Кроксса (1933), В. Г. Бондарчука (1935), П. М. Каниболоцкого (1936), И. А. Лепикаша (1937).

В 1946 г. акад. А. Г. Бетехтин опубликовал монографию «Промышленные марганцевые руды СССР», в которой кратко описаны Никопольские месторождения. В последующие годы на базе произведенных специальных и тематических исследований публикуется ряд статей (В. А. Передериева, В. И. Грязнова, М. Ф. Носовского, Г. И. Молявко,

Н. М. Барановой, Ю. И. Селина, М. Н. Ключникова, М. В. Ярцевой и др.), освещающих отдельные вопросы по минералогии, геохимии и генезису марганцевых руд, стратиграфию полеогеновых и неогеновых отложений, а также ряд других вопросов, связанных с промышленным освоением месторождения и металлургической оценкой руд.

Из большого количества рукописных отчетов наиболее полно отражает степень разведанности и изученности бассейна на определенной стадии их развития сводная работа П. М. Каниболоцкого, И. С. Литвиненко, А. И. Московченко, в которой подытожены результаты геологоразведочных и эксплуатационных работ, произведенных за 20 лет после установления Советской власти. Сводные отчеты, содержащие пересчеты запасов по отдельным участкам Никопольского месторождения: Г. Г. Зацерковнюк (1945 г.); Я. Т. Белоуса (1952 г.); Г. Д. Скрябина, Е. С. Шевченко, Е. Д. Гуторовой, Ф. М. Кукушки (1952 г.); сводный отчет по гидрогеологическим условиям Никопольского месторождения В. М. Кабризона (1954 г.); сводный отчет Е. Д. Гуторовой по Грушевско-Басанскому участку (1955 г.); отчеты по геологической съемке района Никопольских месторождений [А. Г. Виногородского], Н. Ф. Поддубного (1955—1956 гг.) и Г. М. Карпова, Н. Ф. Поддубного и др. (1956—1959 гг.); Ю. И. Селина, Я. Т. Белоуса, В. И. Шунько и др. по разведке Больше-Токмакского месторождения марганца (1959 г.) и др.

В целях обобщения всех геологических материалов по Никопольскому марганцевому бассейну для его комплексной оценки и ознакомления с этими материалами широкого круга специалистов, в соответствии с приказом б. министра черной металлургии СССР от 17 сентября 1956 г. за № 321, было начато составление настоящей монографической работы. В монографии всесторонне освещаются геологическое строение Никопольского марганцеворудного бассейна, строение рудоносного горизонта, качество руд, их технологическая оценка, условия образования месторождения, методика геологоразведочных работ, организация геологоразведочной службы на рудниках, горно-технические условия эксплуатации и ряд других вопросов, характеризующих бассейн в целом.

Специальные главы посвящены описанию отдельных месторождений и участков бассейна, за исключением Больше-Токмакского месторождения, материалы по которому намечено опубликовать отдельным томом.

Монография по Никопольскому бассейну составлялась как плановая работа Днепропетровской экспедицией УкрНИГРИ в творческом содружестве с другими научно-исследовательскими и производственными организациями.

В составлении монографии принимали участие сотрудники Днепропетровской экспедиции УкрНИГРИ (Е. Д. Гуторова, М. С. Морозовская, Е. С. Шевченко), Института геологических наук АН УССР (Н. П. Баранова, Г. И. Молякко, А. Н. Ромоданова, И. С. Усенко), Научно-исследовательского института геологии Днепропетровского госуниверситета (В. И. Грязнов, М. Ф. Носовский), треста «Днепрогеология» (В. В. Богданович, В. М. Кабризон), треста «Киевгеология» (Ю. Б. Басс), треста «Никополь-Марганец» (Е. Ф. Вильгос, И. И. Гражданцев, А. А. Соснов).

Участие авторов в написании отдельных глав монографии показано в оглавлении к ней.

В разработке программы монографии и макетов графики принял участие главный геолог РУ им. Орджоникидзе треста «Никополь-Марганец» Г. Д. Скрябин.

В составлении и подготовке табличных и графических материалов принимали участие сотрудники Днепропетровской экспедиции УкрНИГРИ: инженер-гидрогеолог А. Г. Бондарь, старший топограф В. М. Саченко-Сакун, старшие техники-геологи А. В. Шелухина, М. А. Стопик и техник Э. А. Реутовская.

Редактирование работы выполнено редколлегией в составе Ю. Б. Басса, В. В. Богдановича, В. И. Грязнова, Г. И. Молявко, Е. С. Шевченко. Окончательное научное редактирование произведено акад. А. Г. Бетехтиным.

---

*Часть первая*  
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ  
СТРОЕНИЕ

## ГЛАВА I

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

#### ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Никопольский марганцеворудный бассейн, крупнейший в Европе по запасам и промышленному значению, расположен на территории УССР, в бассейне рек Днепр и Молочная, вблизи городов Никополь и Запорожье.

В состав его входят:

- 1) Никопольское месторождение;
- 2) Больше-Токмакское месторождение;
- 3) Ряд небольших рудоносных площадей и рудопроявлений, расположенных в долине р. Ингулец южнее Кривого Рога (от ст. Латовка до Николо-Козельска) и в междуречье Ингулец — Днепр, вблизи сел Большая Костромка, Высокополье, Ново-Воронцовка и др.

Указанные месторождения и рудоносные площади имеют единую генетическую и структурную связь и располагаются в пределах южной части Украинского щита и его склона в виде дугообразной полосы шириной до 20 км, окаймляющей его со стороны Причерноморской впадины на протяжении около 250 км от р. Ингулец до юго-западной окраины Приазовской части щита.

По степени разведанности и промышленному освоению в Никопольском бассейне можно выделить три площади.

Первые две, собственно Никопольская и условно называемая Ингулецкой, расположены на правом берегу р. Днепр, а третья — Большая Токмакская — на левом берегу р. Днепр, южнее г. Запорожье (рис. 1).

Собственно Никопольское месторождение расположено в Никопольском и Томаковском районах Днепропетровской области УССР и представляет собой обширную депрессию в кристаллическом ложе, выполненную третичными осадками, включающими марганцеворудный пласт.

На западе и северо-западе естественной границей Никопольского месторождения является пойма рек Базавлук и Соленая, а на севере и востоке она проходит по линии сел Шолохово, Анастасьевка, Беленькое. На юге граница очерчивается береговой линией Каховского водохранилища.

Приподнятые кристаллические породы по балке Малая Каменка делят Никопольское месторождение на две обособленные рудоносные площади: западную и восточную.

Западная рудоносная площадь представляет собой непрерывную залежь, ограниченную с севера и запада р. Базавлук с притоком — р. Соленая, с юго-востока — р. Чертомлык и с юга — береговой линией Каховского водохранилища.



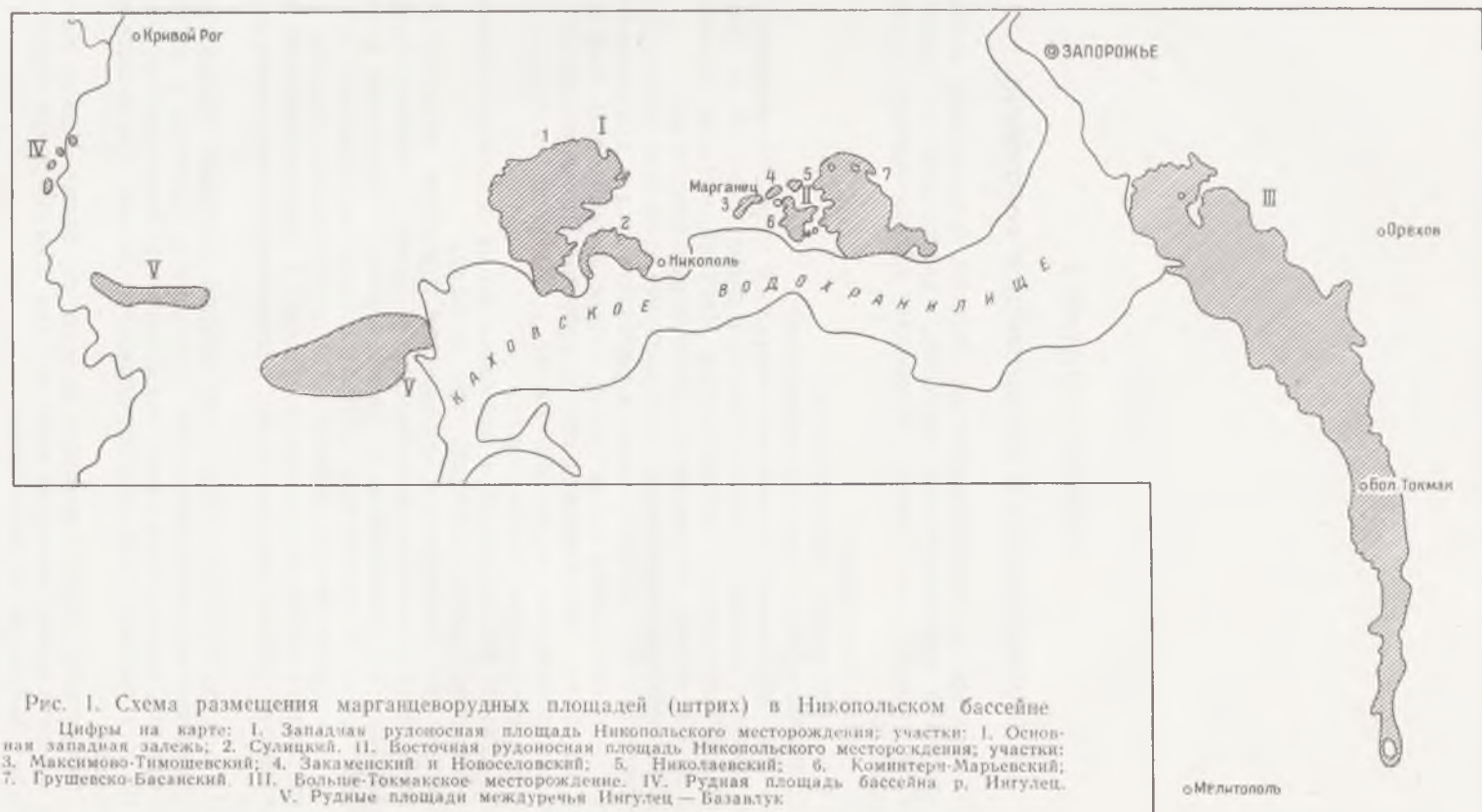


Рис. 1. Схема размещения марганцеворудных площадей (штрих) в Никопольском бассейне

Цифры на карте: I. Западная рудоносная площадь Никопольского месторождения; участки: 1. Основная западная залежь; 2. Сулицкий. II. Восточная рудоносная площадь Никопольского месторождения; участки: 3. Максимова-Тимошевский; 4. Закаменский и Новоселовский; 5. Николаевский; 6. Коминтери-Марьевский; 7. Грушевско-Басанский. III. Большие-Токманское месторождение. IV. Рудная площадь бассейна р. Ингулец. V. Рудные площади междуречья Ингулец — Базавлук.

Несколько обособлен Сулицкий участок, тяготеющий к западной рудоносной площади (см. рис. 1).

Восточная рудоносная площадь местными поднятиями кристаллического ложа разделена на ряд участков: Максимово-Тимошевский, Коминтерн-Марьевский, Грушевско-Басанский, Закаменский, Новоселовский и Николаевский.

### РЕЛЬЕФ И ГИДРОГРАФИЯ

Район Никопольского месторождения представляет собой всхолмленную безлесную степную равнину, полого снижающуюся к югу и юго-западу в сторону Днепра, расчлененную его эрозионной сетью. При этом положительные формы рельефа преобладают над отрицательными.

На территории района выделяются следующие наиболее крупные водоразделы: Базавлукско-Солено-Чертомлыкский, Чертомлыкско-Малокаменский, Малокаменско-Большекаменский, Большекаменско-Томаковский и Томаковско-Днепровский.

Абсолютные высотные отметки поверхности в пределах Западной рудоносной площади 40—85 м. Рельеф полого снижается по направлению к югу, в сторону Днепра, на протяжении 15—18 км до 10 м; в пределах Восточной рудоносной площади отметки поверхности — 121 м.

Наиболее низкие отметки приурочены к устьям рек и балок, впадающих в Каховское водохранилище. Местами сохранились значительные нерасчлененные платообразные степные равнины (водораздел рек Днепр и Томаковка), которые отделяются от Днепра крутым склоном высотой до 60 м.

Равнинный характер рельефа обуславливается в основном горизонтальным напластованием третичных отложений, прикрывающих кристаллическое основание.

Наиболее крупными водными артериями западной части района являются р. Базавлук с притоками — реками Соленая, Базавлук, Каменка, Чертомлык, а также крупные балки Свинаревская, Попова, Перевизская, Сухой Чертомлык и др.; в восточной части района — реки Томаковка, Грушевка, балки Червоная, Березнеговатая, Усенкова-Басанская, Большая Каменка и Отченашевская. Все они относятся к бассейну Днепра, являясь его правыми притоками.

Перечисленные реки (кроме Днепра) несудоходны. Являясь типичными степными маловодными реками, они имеют широкие и плоские долины с пологими, часто высокими склонами, на которых выделяется несколько террас. Склоны речных долин большей частью покрыты мощной толщей делювиальных образований и задернованы, в отдельных местах обнажены четвертичные и третичные отложения. Участками реки протекают в собственных аллювиальных отложениях. Долинные ложа рек изобилуют меандрами и старицами. В местах, где реки прорезают кристаллические породы, характер долин резко изменяется. Они приобретают каньонообразный вид, с крутыми и даже отвесными берегами высотой 20—30 м.

В летний период реки маловодны, местами пересыхают, образуя ряд плесов, чередующихся с перепадами.

На юге Никопольское месторождение окаймляется долиной р. Днепр с широкими заболоченными участками (Конкские и Базавлукские плавни), затопленными в настоящее время водами Каховского водохранилища. Плавни представляют древнюю долину, выполненную аллювиальными отложениями Днепра и его притоков. Прилегающая к Днепру степная равнина возвышается над базисом эрозии на 90—95 м, что способствовало денудации и расчленению поверхности района Никопольского месторождения. Колебания базиса эрозии обусловили образования аккумулятивных террас. В пределах изучаемого района, кроме пойменной, развиты и надпойменные террасы.

Климат района умеренно континентальный, характерный для южной степи, с короткой и неустойчивой зимой и жарким летом. Средняя годовая температура 9—12°; среднегодовое количество осадков 230—535 мм. Преобладающее направление ветра восточное и северо-восточное.

Древесная растительность имеет ограниченное распространение и сосредоточена главным образом в искусственных лесонасаждениях, выращиваемых с целью борьбы с суховеями.

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Никопольский марганцевый бассейн находится в весьма выгодных экономических условиях, так как расположен в непосредственной близости от Донецкого каменноугольного, Криворожского железорудного бассейнов и таких крупных индустриальных центров, как Днепропет-



Рис. 2. Город Марганец. Дворец культуры горняков. Фото

ровск, Днепродзержинск, Запорожье, Кривой Рог, Донецк, Никополь, Жданов и др., являющихся потребителями марганцевой руды для высоко развитой здесь металлургической промышленности.

Описываемый район пересекает трасса электрифицированной Приднепровской ж. д., связывающей его с Донбассом, Кривбассом, Запорожьем и Днепропетровском. К ней же примыкают ответвления, идущие к обогатительным фабрикам треста «Никополь-Марганец», через ст. Марганец в восточной части месторождения и ст. Чертомлык — в западной.

По Днепровскому водному пути марганцевая руда транспортируется как на отдаленные металлургические заводы СССР, так и в морские порты (Херсон, Николаев) для экспорта.

На территории месторождения широко развита сеть шоссейных и улучшенных грунтовых дорог, связывающих восточную (г. Марганец) и западную (г. Орджоникидзе) рудоносные площади с г. Никополь и областными центрами — городами Днепропетровск и Запорожье.

Промышленное освоение Никопольского марганцевого месторождения началось с 1886 г. Никопольское месторождение эксплуатируется

трестом «Никополь-Марганец», входящим в состав управления горнодобывающей промышленности Днепропетровского совнархоза.

Трест «Никополь-Марганец» объединяет три рудоуправления: им. Орджоникидзе, расположенное на западной площади, им. 40-летия Октября и им. Максимова — на восточной площади.

Добыча марганцевой руды осуществляется шахтами и карьерами, при этом роль последних непрерывно возрастает.

Глубина отработки марганцевых руд (25—90 м) определяется глубиной залегания рудного пласта.

Руда транспортируется по электрифицированным железным дорогам на четыре обогатительные фабрики, две из которых (им. Макси-



Рис. 3. Александровский карьер РУ им. Орджоникидзе

мова и им. 40-летия Октября) расположены в восточной части месторождения и две — в западной (им. Орджоникидзе и Богдановская).

В районе марганцевых месторождений непрерывно ведется крупное промышленное и гражданское строительство. Главнейшие центры марганцеворудной добывающей промышленности г. Марганец (рис. 2) и г. Орджоникидзе (б. пос. им. Калинина) превращены в благоустроенные города.

15-летним планом перед трестом «Никополь-Марганец» поставлена задача увеличить добычу в 1975 г. в 4 раза против 1959 г., а также освоить добычу и обогащение карбонатных руд для производства ферромарганца.

Удельный вес добычи открытым способом (рис. 3) в 1975 г. достигнет 87% против 37,7% в 1959 г. Совершенствуются методы обогащения руд. В ближайшие годы намечено строительство пяти обогатительных фабрик, из которых три будут обогащать карбонатные руды.

В районе наряду с горнодобывающей широко развита металлообрабатывающая, трубопрокатная, машиностроительная и легкая, а также промышленность местных минеральных строительных материалов (граниты, известняки, глины, пески).

Источником энергоснабжения промышленных предприятий, колхозов, совхозов, железнодорожного транспорта служат Днепровская ГЭС им. В. И. Ленина и Каховская ГЭС.

Водоснабжение промышленных предприятий, городов, колхозов и совхозов осуществляется главным образом за счет поверхностного водозабора из Днепра и его притоков, а также подземных вод.

#### КРАТКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТКРЫТИИ, ИЗУЧЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД

История геологического изучения Никопольского марганцевого бассейна берет свое начало с 80-х годов прошлого столетия, со времени открытия геологом В. А. Домгером (1883 г.) марганцевой руды на левом берегу р. Соленая в Западной рудоносной площади, в районе ныне действующего Шевченковского карьера.

Геологические исследования района более раннего периода (1787—1882 гг.), предшествовавшего открытию марганцевых месторождений, сводились главным образом к описанию отдельных маршрутов, не освещавших больших площадей. К таким исследованиям следует отнести работы В. Ф. Зуева (1787), И. Ф. Фелькнера (1852), Н. А. Барбот де Марни (1869), Л. Штриппельмана (1873), М. Ф. Клемма (1875), Л. Кучинского (1876), Р. А. Пренделя (1882).

С 1882 г. в районе Никопольских марганцевых месторождений производятся систематические геологические исследования, начатые В. А. Домгером (1884, 1902 гг.) и продолженные и оконченные Н. А. Соколовым в 1903 г.

Летом 1883 г. горный инженер В. А. Домгер при производстве геологических наблюдений вдоль берегов р. Базавлук, на левом берегу р. Соленая, в устье впадающей в нее балки Фомина, обнаружил пласт марганцевой руды, выходящий на дневную поверхность и залегающий на зеленовато-желтой глине. Кроме балки Фомина, марганцевая руда была констатирована им в ряде других мест (урочище Пикельное, с. Ольго-Ивановка).

В окрестностях Кривого Рога марганцевые руды были открыты еще в 1873 г. Г. Феодосьевым (1874), производившим разведку железных руд по р. Ингулец между г. Кривой Рог и д. Латовка.

На левом же берегу р. Ингулец у деревни Новоселовка, признаки марганцевой руды были обнаружены позднейшими исследователями этого района — С. О. Фронцкевичем, С. О. Конткевичем (1800, 1881) и В. А. Домгером (1902), из коих первый упоминает о валунах марганцевой руды; В. А. Домгер же и С. О. Конткевич находили здесь прослой песка, сцементированного марганцевым веществом.

Позднее Н. А. Соколов (1901) описал на основании личного осмотра и по данным А. В. Фааса небольшие залежи марганцевой руды, протягивающиеся в пределах узкой полосы по левому берегу р. Ингулец от балки Зеленая до железнодорожной ст. Николо-Козельск.

Одновременно с открытием крупнейшего в Европе марганцевого месторождения В. А. Домгер впервые установил по находкам створок *Ostrea callifera* и отпечатков раковин *Panopaea Heberti Desh* наличие в бассейне р. Соленая олигоценовых морских осадков\*. Однако

\* Выводы Н. А. Соколова и В. А. Домгера относительно олигоценового возраста кремнистых глин р. Соленая не нашли подтверждения в работах более поздних исследователей. Отложения эти оказались верхнеэоценовыми.

возраст марганцевых руд В. А. Домгер (1884) ошибочно считал сарматским.

После кончины В. А. Домгера (январь 1885 г.) дальнейшие разведки марганцевых руд в бассейне р. Соленая производились горными инженерами А. О. Михальским и Н. Д. Коцовским (1880, 1886). Разведка производилась вдоль р. Чертомлык, по р. Соленая и балке Должик.

В 1886 г. в районе балки Фомина был заложен первый рудник «Покровские марганцевые копи», положивший начало промышленной эксплуатации Западной рудоносной площади. Вслед за Покровскими копиями вверх по р. Соленая, на основании разведок горного инженера Завадского, был открыт рудник «Брянского Общества», а затем рудники Львова, Сулицко-Лиманский и Брунетто-де-Уссо. На месте их расположения до настоящего времени сохранились отвалы, состоящие из песчано-глинистых вмещающих пород и землистых марганцевых руд.

В конце 80-х годов прошлого столетия в бассейне р. Томаковка при рытье колодца на левом склоне приустьевой части балки Большая Каменка были встречены признаки марганцевой руды в слое малиново-красной глины. Однако шурфы, заложенные вблизи колодца, марганцевой руды не встретили. Дальнейшие разведочные работы установили по обе стороны р. Томаковка наличие марганцевой руды, залегающей ниже уровня реки, вследствие чего она и не могла быть встречена в естественных обнажениях.

В 1891 г. в междуречье Томаковка — Большая Каменка, северо-восточнее с. Городище, был заложен рудник «Городищенский», принадлежавший Южно-Русскому Днепровскому металлургическому обществу, положивший начало промышленной эксплуатации восточной рудоносной площади. Это предприятие стало быстро расширяться и в 1904 г. в связи с вводом в действие железнодорожной магистрали Кривой Рог — Донецкий бассейн становится самым крупным марганцевым рудником.

В 1905—1906 гг. в связи с увеличением спроса на марганцевую руду Днепровским металлургическим обществом открываются один за другим рудники «Дагор», «Русский Провиданс», «Николаевский», «Чеботарева», «Благодать», «Трубочанинова», «Шишкинский» и др.

В 1907 г. на базе Красногригорьевского месторождения усиленно развивается рудник «Пиролюзит». Благодаря его развитию, а также падению спроса на марганцевую руду в период 1907—1908 гг. закрываются все небольшие рудники, не выдержав конкуренции. К началу 1909 г. в восточной части месторождения остаются действующими только рудники «Пиролюзит», «Трубочанинова» и «Городищенский».

В отличие от Чиатурского месторождения, разрабатывавшегося до революции почти исключительно на экспорт, Никопольское месторождение в основном обслуживало металлургические заводы Юга России. Экспорт составлял не более трети всей добычи.

Месторождение разрабатывалось небольшими шахтами. Добыча руды в шахтах производилась хищнически, чаще из нарезных выработок, причем оставлялись невыработанными большие целики. Отделение руд от вмещающей их песчано-глинистой породы осуществлялось либо ручной отборкой крупных твердых конкреций, либо применением так называемого «сухого обогащения», которое сводилось к высушиванию руды и выбиванию из нее глины обычными крестьянскими катками. Все это приводило к очень малому выходу товарного концентрата из сырой руды.

Наиболее сильно до революции Никопольское месторождение эксплуатировалось в 1915 г., когда было добыто 276 073 т обогащенной руды.

В годы империалистической и гражданской войн начинается вначале постепенное, а затем стремительное падение добычи, завершив-

шеся в 1919 г. почти полной остановкой всех рудников месторождения.

За 34 года эксплуатации месторождения в дореволюционное время было добыто 3 657 767 т обогащенной марганцевой руды, из которой 793 466 т было экспортировано за границу.

Главнейшими потребителями экспортированной руды, проходившей по железным дорогам, были Польша, Германия, Чехословакия, Венгрия, через Николаевский порт — Италия, Бельгия, Германия. С началом войны 1914 г. экспорт руды прекратился.

Распределение добычи и экспорта Никопольской марганцевой руды в период 1886—1921 гг. приведено в табл. 1.

Таблица 1

Годы	Добыча марганцевой руды в Никопольском месторождении, т*	Экспорт Никопольской марганцевой руды, т*	Годы	Добыча марганцевой руды в Никопольском месторождении, т*	Экспорт Никопольской марганцевой руды, т*
1886	4 095	—	1905	148 828,58	36 993
1887	3 707,61	—	1906	161 894,14	91 024,71
1888	1 467,32	189	1907	271 571,83	109 095,19
1889	5 594,26	123,62	1908	180 429,99	51 237,64
1890	8 649,79	1 736,45	1909	69 763,11	65 262,52
1891	10 810,8	207,31	1910	178 053,75	68 012,41
1892	29 411,6	10,17	1911	202 113,6	48 696,68
1893	77 640,1	370,96	1912	238 479,11	77 398,07
1894	58 337,54	67,88	1913	275 864,51	90 705,43
1895	37 455,08	49,39	1914	239 149,29	43 558,37
1896	45 582,94	567,75	1915	276 073,91	—
1897	163 147,74	8 858,4	1916	227 370,78	—
1898	59 630,99	5 552,84	1917	187 321,68	—
1899	75 156,68	20 921,32	1918	99 967,14	294,84
1900	90 217,62	21 444,24	1919	9 484,02	—
1901	69 508,74**	11 467,24	1920	459	—
1902	57 394,2	6 458,65	1921	5 913,18	3 054,12
1903	34 259,55	13 605,41			
1904	58 855,34	19 557,21	Итого	3 663 680,52	796 520,82

\* Сведения взяты из Обзора Минеральных ресурсов СССР за 1927 г., вып. 24. Марганец. Составил А. Ю. Серк.

\*\* Начиная с 1901 г. данные относятся к обогащенной руде.

Одновременно с началом промышленного освоения Никопольского месторождения марганцевых руд в 1885—1903 г. Н. А. Соколовым производится геологическая съемка и систематическое изучение геологического строения Никопольского месторождения.

В 1889 г. Н. А. Соколов составил первую карту большей части площади Никопольского марганцевого месторождения.

На указанной карте, охватывающей правобережье Днепра, показаны по долинам рек и балок выходы кристаллических пород. Вся остальная площадь правого берега покрыта отложениями понтического яруса. Микроскопическое исследование кристаллических пород выполнил Е. С. Федоров, положивший начало детальному изучению состава докембрийского фундамента.

В 1893 г. была опубликована монография Н. А. Соколова, посвященная изучению нижнетретичных пород Южной России. В ней подробно охарактеризованы литология и фауна нижнетретичных отложений бассейна среднего и нижнего течения р. Соленая; намечены границы их распространения, а также сообщается о находке средиземноморских отложений в окрестностях с. Томаковка. В этой же работе Н. А. Соколов впервые установил и доказал олигоценный возраст

пород (яблочно-зеленых кремнистых глин), вмещающих марганцевую руду.

О. Иекель (1895) на основании изучения зубов акул, собранных в марганцевых залежах, также определил возраст марганцевых руд бассейна р. Соленая как среднеолигоценовый.

В 1901 г. в заключение своих многолетних исследований Н. А. Соколов издал монографию «Марганцевые руды третичных отложений Екатеринославской губернии и окрестностей Кривого Рога», которая явилась первой сводкой по марганцевым рудам Никопольского месторождения.

В монографии подробно освещаются условия залегания и распространения марганцевых руд; приводятся данные о строении, петрографическом и химическом составе марганцевых руд известных в то время рудоносных участков и высказываются соображения о генезисе руд и общих перспективах Никопольского месторождения.

Суммарные запасы марганцевых руд были оценены Н. А. Соколовым в 48 млн. т. К монографии прилагается карта предполагаемого распространения марганцевых руд.

Таким образом, в дореволюционный период работы Н. А. Соколова наиболее полно осветили геологию и строение района Никопольского месторождения. Последующие исследования геологии района в той или иной мере дополняли или уточняли выводы и соображения, высказанные Н. А. Соколовым. К таким работам могут быть отнесены: работа Г. П. Михайловского (1903), окончательно установившего наличие второго средиземноморского яруса; работы Н. И. Каракаша (1907) и И. И. Левинского (1917), Д. В. Соколова (1929), П. А. Двойченко (1927—1928), осветивших гидрогеологию и геологию смежных районов; А. В. Фааса (1929), уточнившего выходы кристаллических пород и стратиграфию третичных отложений.

В период 1901—1917 гг. геологическое изучение месторождения сводилось в основном к случайным разведкам отдельных его участков и производилось отдельными предпринимателями для обеспечения эксплуатационных работ.

Иными темпами развивался Никопольский марганцевый бассейн после Великой Октябрьской социалистической революции.

После кратковременного перерыва (1919—1922 гг.), вызванного гражданской войной, разработки месторождения продолжались с 1922 по 1941 гг.; планомерно проводились поисковые, съемочные и детальные геологоразведочные работы, в результате которых непрерывно наращивались запасы марганцевых руд. Одновременно был выполнен комплекс научно-исследовательских работ, направленный к более углубленному изучению вещественного состава руд и вмещающих пород, условий залегания, обогатимости руд и др. Непрерывно развивалась и совершенствовалась разработка марганцевых месторождений.

Со второй половины 1922 г. в строй действующих предприятий Никопольского месторождения вошел новый «Максимовский» рудник с обогатительной фабрикой, а также был восстановлен старый рудник «Трубочанинова», названный рудником им. «Коминтерна». В 1925 г. был восстановлен Покровский рудник.

На Коминтерновском участке было заложено несколько новых шахт. Разведывалась и подготавливалась к эксплуатации новая рудная площадь около с. Марьевка, на которой в 1913 г. были пройдены шахты б. Ворошиловского рудника (ныне им. 40-летия Октября).

Одновременно производились разведочные работы и в пределах Западной рудоносной площади на вновь открытом участке возле с. Александровка, где уже в 1932 г. приступили к строительству нового рудника им. Орджоникидзе.



Эксплуатационные и разведочные работы производились «Правлением Никополь-марганцевых рудников», которое в 1929 г. было преобразовано в «Южнорудный трест», а в 1934 г. переименовано в трест «Никополь-Марганец», осуществляющий добычу руды до настоящего времени.

По материалам рудничных разведок 1922—1925 гг. Э. К. Фукс в 1925 г. подсчитал запасы марганцевых руд Никопольского месторождения в количестве 76 395 тыс. т.

В период с 1926 по 1934 гг. Украинским отделением б. Геолкома вся площадь Никопольского месторождения была покрыта геологической съемкой, выполненной Г. С. Бурениным, Ю. И. Фрейвальд, И. С. Педан и И. А. Лепикашем.

В 1927—1928 гг. Г. С. Буренин и В. С. Слодкевич начали картирование Восточной рудоносной площади. В 1929—1936 гг. территория западной части Никопольского месторождения геологически заснята К. Л. Цитович. Ввиду несоответствия составленных геологических карт своему масштабу в 1938—1939 гг. С. Г. Вишняков (б. Укргеолуправление) вновь покрывает всю площадь Никопольского месторождения геологической съемкой. Составленная С. Г. Вишняковым геологическая карта отличалась наибольшей полнотой и долгое время не теряла своего значения.

В 1926 г. Ф. П. Саваренский (1929б) в связи с работами по Днепрострою производил гидрогеологическую съемку Приднепровья на правом берегу, впервые охватив этими исследованиями восточную рудоносную площадь. Он установил в толще надрудных осадочных пород четыре водоносных горизонта и впервые для этого района расчленил сарматские отложения на три подъяруса (нижний, верхний и средний).

По мере развертывания разведочных и эксплуатационных работ Никопольское месторождение все больше освещается в геологической литературе. В 1925—1926 гг. Н. И. Лессинг и В. Г. Мухин обосновывают необходимость скорейшего развертывания в Никопольском районе разведочных работ на марганцевые руды.

В. Г. Мухин (1926) рассматривает пути и цели освобождения никопольских марганцевых руд от вредных примесей, особенно фосфора, и приходит к выводу, что существующими методами обогащения уменьшить содержание фосфора в рудах не представляется возможным.

Д. И. Покровский (1928) освещает результаты буровой разведки Восточной рудоносной площади, уточняя разрез третичных отложений и условия залегания руды.

Л. Г. Каманин и В. С. Слодкевич (1930) по остаткам фауны плохой сохранности установили в надрудных глинах слои первого средиземноморского яруса. Последующие исследования И. А. Лепикаша (1937) присутствие отложений первого средиземноморского яруса в Никопольском бассейне не подтвердили. Б. В. Пясковский (1929, 1933 гг.) освещает строение террас Днепра.

Большие работы по геологическому изучению Никопольского марганцевого района проводились в период с 1933 по 1936 гг. ИГН АН УССР. Результаты этих работ опубликованы в ряде статей (Крокос, 1933; Бондарчук, 1935) и изложены в рукописном труде, находящемся в фондах ИГН АН УССР.

В 1933—1936 гг. Днепропетровский научно-исследовательский горнорудный институт выполнил ряд исследований, связанных с разработкой и изучением Никопольского месторождения, опубликованных в 1936 г. в сборнике «Никопольский марганцевый бассейн» (П. Д. Осипов, Г. В. Ефанов, П. М. Каниболоцкий, И. Карнаушенко, В. Лернер, С. А. Манзон, Г. М. Шилов и др.).

В этом сборнике П. М. Каниболоцкий наряду с описанием типов руд, их распространения и минералогического состава, впервые выска-

зывает гипотезу о коллоидно-химическом происхождении никопольских марганцевых руд. Предварительное изучение марганцевых руд Восточной рудоносной площади было выполнено П. М. Каниболоцким и Л. О. Станкевичем еще в 1932 г.

В 1937 г. И. А. Лепикаш опубликовал данные об отложениях эоцена и второго средиземноморского яруса в Никопольском районе, уточнил стратиграфию третичных и четвертичных отложений.

В связи со все возрастающим спросом на марганец, начиная с 1928 г., Украинский геологический комитет развернул систематические поисково-разведочные работы на всей территории района Никопольского месторождения марганца, значительно уточнившие и расширившие контуры известных рудных залежей и открывшие новые рудоносные площади (Грушевско-Басанская). Одновременно производились разведочные работы на строительные материалы и другие полезные ископаемые.

Результаты этих работ освещены в многочисленных рукописных работах, составленных И. С. Литвиненко и А. И. Московченко (1934 г.), И. С. Литвиненко (1936, 1939 гг.), М. П. Запасчиковым (1938 г.), И. С. Литвиненко и А. И. Клименко (1940 г.), И. С. Литвиненко, Г. Г. Зацерковнюк (1939, 1940 гг.), С. Е. Яблоновским (1939 г.) и др. При разведках марганцевых руд применялись геофизические исследования, преимущественно магнитометрия и электроразведка, с помощью которых была открыта Чертомлыкская магнитная аномалия, связанная с породами железисто-кремнистой формации. Результаты этих работ сведены в отчетах Н. К. Трубятинского (1928—1929 гг.), М. В. Юнеева (1928—1929 гг.), В. Т. Комаровского (1930 г.), В. П. Павловского (1931 г.), М. В. Юнеева (1948 г.) и др.

Детальные разведочные работы до 1934 г. производились попутно с эксплуатацией и носили характер рудничных разведок небольшого масштаба. Основной целью этих работ являлась детализация и подготовка отдельных шахтных полей к эксплуатации. Материалы рудничной разведки не обрабатывались и не систематизировались.

В начале 1935 г. при тресте «Никополь-Марганец» было организовано Геолбюро («Манганразведка»), в задачи которого входило осуществление разведочных работ в бассейне и геологическое обслуживание действующих рудников. По разведкам составлялись отчеты и подсчитывались запасы марганцевых руд. По состоянию на 1/1 1932 г. эти запасы выражались по сумме категорий  $A_2 + B + C_1$  в 391,8 млн. т, т. е. превышали запасы, подсчитанные Э. К. Фуксом, в 5 раз.

В 1936—1937 гг. Украинским геолого-гидро-геодезическим трестом совместно с Геолбюро была выполнена сводная работа по Никопольскому месторождению, подытожившая результаты геологоразведочных и эксплуатационных работ, проведенных за 20 лет после установления Советской власти (П. М. Каниболоцкий, И. С. Литвиненко, А. И. Московченко).

В 1938 г. промышленная разведка марганцевых месторождений переходит в ведение Геолуправления УССР.

В 1939 г. производится пересчет запасов марганцевой руды; на 1/1 1939 г. количество руды составило 491 528 тыс. т.

С 1940 г., одновременно с разведками на марганец, Укргеолуправлением начаты поиски бокситов и никелевых руд, признаки которых были установлены предыдущими исследованиями (Кудинова). С этого же года детальные разведки отдельных участков месторождения производились Укргеолтрестом Министерства металлургической промышленности СССР.

На базе этих разведок закладываются новые шахты в западной и восточной частях месторождения. Входят в строй обогатительные фабрики. С 1922 по 1941 г. на месторождении было добыто обогащен-

ней марганцевой руды в 3 раза больше по сравнению с дореволюционным периодом.

В 1941—1944 гг. Никопольское месторождение было оккупировано. После освобождения в короткий срок был пущен в действие рудник им. Орджоникидзе с обогатительной фабрикой, и к концу 1944 г. в бассейне работало более пяти шахт.

К 1950 г. добыча марганцевой руды на месторождении превысила довоенный уровень. В последующие годы наблюдается непрерывный рост добычи.

Повышение темпов добычи руды обеспечено внедрением на месторождении новой системы отработки с широким фронтом обрушения, внедрением горных комбайнов, переходом к отработке руды открытым способом, механизацией трудоемких процессов.

Продукция предприятий треста «Никополь-Марганец» главным образом удовлетворяет нужды металлургических заводов Украины. Примерно 15% продукции, в основном I и II сортов, идет на экспорт в ГДР, Польшу, Чехословакию и в последнее время в Японию.

Соответствующего размаха в послевоенное время достигли также геологоразведочные работы, охватившие детальными и поисковыми разведками (по 150, 300 и 600-метровой сети) всю рудоносную площадь собственно Никопольского месторождения и территорию, расположенную далеко к его пределам.

Разведочные работы в основном выполнялись Украинским геологоразведочным трестом МЧМ и частично (до 1952 г.) Украинским ГУ б. МГиОН СССР.

Параллельно с разведками марганцевых руд производились поиски и разведки бокситов, никелевых руд и строительных материалов на территории месторождения (известняков, кирпичных глин, строительных песков и др.).

Для характеристики размаха послевоенных разведок достаточно указать, что только Укргеолтрестом МЧМ с 1944 по 1957 г. пробурено более 543 тыс. м скважин. Такое развитие разведочных работ было обеспечено переходом на высокопроизводительное механическое бурение (ранее в основном применялось ручное бурение).

Производительность на станко-месяц достигла 3157 м (август 1954 г., старший буровой мастер Полищук М. К.).

В 1958 г. детальная разведка Никопольского месторождения была закончена в его естественных границах. В результате разведочных работ, произведенных после Великой Отечественной войны, были значительно расширены контуры рудоносных площадей, особенно в восточной части месторождения, где в районе Грушевско-Басанского участка были выявлены крупные запасы марганцевых руд; разведаны и впервые поставлены на баланс значительные запасы карбонатных руд, а также малофосфористые руды, пригодные для выплавки стандартных марок ферромарганца. Общие запасы марганцевых руд Никопольского месторождения возросли более чем в 2 раза по сравнению с довоенными.

Разведочные работы этого периода выполнены большим коллективом геологов б. Украинского геологоразведочного треста МЧМ (Ю. Б. Басс, Я. Т. Белоус, Е. А. Безнер, В. В. Богданович, Д. И. Бондаренко, А. Г. Виноградский, С. А. Власов, Е. Д. Гуторова, Г. Г. Зацерковнюк, П. И. Ильицкий, В. М. Кабризон, И. Г. Коновалов, Ф. М. Кукушка, Г. С. Момджи, А. А. Монин, М. С. Мороховская, А. И. Московченко, Н. П. Непашев, Г. П. Скляр, Г. Д. Скрябин, А. П. Стариченко, Н. А. Торгуд, Е. И. Трубникова, Е. С. Шевченко, Н. Ф. Шинкаренко и др.). Результаты разведок сведены в многочисленные рукописные отчеты.

За пределами собственно Никопольского месторождения еще в 1939—1940 г. марганцевые руды были обнаружены на левобережье Днепра в районе г. Большой Токмак геологом Украинского ГУ Ю. Б. Бассом, выполнявшим геологическую съемку (Басс, 1941).

Оценивая перспективы расширения Никопольского бассейна, акад. А. Г. Бетехтин писал, что факты обнаружения марганокальцитов в олигоценовых отложениях у приазовского выхода древних кристаллических пород заставляют подвергнуть детальному изучению и ревизии на марганценосность все сохранившиеся прибрежные осадки олигоцена Украины (Бетехтин, 1946).

Такие исследования выполнены Научно-исследовательским институтом геологии Днепропетровского университета. Главные результаты этих исследований следующие: а) открытие в Никопольском бассейне марганитовых руд и зонального расположения главных типов руд (Грязнов, 1950); б) обнаружение в 1948 г. В. И. Грязновым второго на левобережье Днепра местонахождения карбонатных марганцевых руд у сел Щербаки и Червоноармейское при осмотре керна скважин; в) составление М. Ф. Носовским и др. в 1949 г. прогнозной карты распространения марганцевых руд.

Поставленные на этой основе в 1950—1951 гг. поисковые работы Никопольской геологоразведочной партии б. Укргеолтреста МЧМ показали, что окисные и карбонатные руды распространены на левобережье Днепра восточнее сел Царицын Кут и Каменское.

Последующими работами Укргеолуправления 1952—1955 гг. (Я. Т. Белоус, Ю. И. Селин, В. И. Шунько и др.) установлено, что полоса карбонатных марганцевых руд протягивается южнее р. Конка до с. Ново-Васильевка, вдоль западного склона Приазовского кристаллического массива. Рудоносная площадь прослежена в субмеридиональном направлении на протяжении 100 км, при ширине 2—15 км, с запасами марганцевых руд, не уступающими запасам собственно Никопольского месторождения. Эта новая площадь распространения марганцевых руд получила название Больше-Токмакского месторождения.

Буровые скважины, пройденные в районе Днепровских плавней, показали, что токмакская рудная полоса продолжалась вдоль контура выходов Украинского докембрийского щита на запад и непосредственно переходила в Никопольское месторождение. Впоследствии, при формировании долины Днепра, рудный пласт подвергался размыву и сохранился в настоящее время на территории пойменной террасы Днепра в виде отдельных островков, перекрытых аллювиальными отложениями и затопленных Каховским водохранилищем.

Окисные и карбонатные марганцевые руды были обнаружены и западнее Никопольского месторождения в междуречье Днепр—Ингулец (села Большая Костромка, Высокополье).

Послевоенный период характеризуется также интенсивным развитием в районе Никопольского месторождения гидрогеологических, инженерно-геологических, геологосъемочных и геофизических работ, связанных с поисками и разведкой марганцевых, никель-кобальтовых, железных руд, бокситов, бурых углей и другими специальными целями.

Результаты геофизических исследований послевоенного периода изложены в отчетах Г. К. Кужелова за 1946, 1949, 1956 гг., П. И. Ливанова за 1947 г., В. В. Сусленникова и др. за 1949 г., В. И. Андруха за 1949 г., К. Ф. Тяпкина, Н. К. Ступака и др. за 1958 г. и др.

В 1947 г. И. С. Усенко произвел картирование кристаллических пород по рекам Базавлук, Соленая, Чертомлык и Каменка.

В 1948 г. Украинским ГУ издается комплексная геологическая карта Запорожского листа, составленная Ю. Б. Бассом, К. И. Тимофеевым и др.

Среди гидрогеологических и инженерно-геологических работ последних лет, охватывающих территорию, расположенную к югу от Никопольского месторождения, следует отметить работы К. А. Плотникова и Н. А. Колодяжной за 1950 г. о подземных водах левобережья р. Днепр и В. П. Прорехина за 1954 г. о геологической гидрогеологической съемке южной части Никопольского листа.

В 1951—1952 гг. в районе месторождения были проведены большие гидрогеологические работы экспедицией Укргидепа и НИИ геологии Днепропетровского университета с целью выяснения влияния Каховского водохранилища на отдельные участки месторождения и обоснования проектируемых защитных мероприятий (Грязнов В. И., Скабалланович И. А.).

В 1956—1961 гг. Укргеолтрестом МЧМ (ныне трест «Днепрогеология») на всех участках Никопольского месторождения, намечаемых под открытые работы, произведены инженерно-геологические и гидрогеологические исследования с целью получения необходимых данных для составления технических проектов разработки.

В 1956—1957 гг. эти работы выполнялись Укргеолтрестом при участии Института горного дела АН УССР (Ю. А. Малюшинский, В. М. Кабризон).

В 1955 г. Южно-Украинская экспедиция треста «Киевгеология» начала геологическую съемку Никополь-Криворожского горнопромышленного района. В 1955—1956 гг. была закартирована Западная рудоносная площадь (А. В. Виноградский, Н. Ф. Поддубный) и в 1956—1959 гг. заснята Восточная рудоносная площадь (Г. М. Карпов, Н. Ф. Поддубный и др.). Составлен комплекс геологических карт по Никопольскому листу (Г. М. Карпов, Н. Ф. Поддубный). В 1961 г. Днепропетровской экспедицией треста «Днепрогеология» (Капинос Н. Н.) производится гидрогеологическая съемка Никопольского листа.

На базе геологических работ выполняются специальные и тематические исследования по минералогии марганцевых руд, устанавливаются геохимические условия формирования окисных и карбонатных руд, изучаются источники накопления марганца, процессы преобразования минералов марганца при рудообразовании, разрабатываются промышленные классификации руд, изучаются их металлургические свойства, уточняется стратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений, в том числе стратиграфическое положение марганцевоносного горизонта.

Результаты перечисленных исследований изложены в статьях и отчетах: П. Ф. Андрущенко; Н. М. Барановой (1951, 1960); В. И. Грязнова (1950, 1954, 1955, 1956, 1957, 1959, 1960); В. И. Грязнова и Ю. И. Селина (1959); И. Н. Карлова и М. Ф. Носовского (1953); М. Н. Ключникова (1952, 1953); Н. В. Костылевой (1959); Г. И. Молявко (1952, 1953, 1956, 1960); М. Ф. Носовского (1952, 1953, 1956, 1957, 1958, 1959); В. А. Передериева (1948, 1951, 1954, 1959); Л. О. Станкевич и Н. В. Костылевой (1957); М. В. Ярцевой (1950, 1959).

Большую роль в области направления научных исследований при изучении марганцевых месторождений СССР сыграла монография акад. А. Г. Бетехтина «Промышленные марганцевые руды СССР» (1946), в которой наряду с глубокими научными обобщениями по марганцу подробно изложены основные задачи и пути их разрешения, обеспечивающие надлежащее развитие марганцевой промышленности СССР.

Таким образом, за годы Советской власти, особенно за послевоенный период, геологоразведочными работами выявлен на юге УССР огромный марганцеворудный бассейн, не имеющий себе аналогов в Европе по запасам руд и являющийся одним из крупнейших в мире.

## ГЛАВА II

### СТРАТИГРАФИЯ

#### ДОКЕМБРИЙСКИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ

Кристаллический фундамент Никопольского марганцевого бассейна входит в состав Приднепровской части Украинского щита.

Изучением этой части щита занимались геологи нескольких поколений, однако многие вопросы истории формирования ее, как и всего щита в целом, до сих пор являются дискуссионными.

В геологическом отношении Приднепровская часть щита является наиболее сложной; в ее строении принимают участие различные по возрасту и составу породы, слагающие структуры, существенно отличающиеся друг от друга по происхождению и условиям образования.

#### Общие данные

Выходы на дневную поверхность пород кристаллического фундамента Никопольского марганцевого бассейна приурочены к долинам рек и балок. Наибольшее количество обнажений кристаллических пород имеют реки Ингулец, Саксагань и Базавлук; по этим рекам выходы их прослеживаются с некоторыми перерывами на протяжении десятков километров. Значительное количество выходов наблюдается также по рекам Соленая, Базавлучок, Каменка, Малая Каменка, Чертомлык, Томаковка, Днепр и Мокрая Московка.

На остальной территории Никопольского марганцевого бассейна кристаллические породы покрыты толщей третичных и четвертичных отложений; присутствие их здесь установлено многочисленными скважинами, пробуренными в связи с поисками, разведками полезных ископаемых и геологическими съемками различного масштаба.

В западной части бассейна р. Ингулец многочисленные обнажения саксаганской серии представлены породами нижней и средней свит, лежащими на размытой поверхности в одних случаях плагиоклазовых гранитов и их мигматитов (поселки Александров Дар, Рахмановка), в других — амфиболитов.

К западу от Кривого Рога, в районе Карачунского водохранилища, в р. Ингулец обнажены розово-серые мигматиты, характеризующиеся четко выраженной полосчатостью.

В ряде мест в этом районе розово-серые мигматиты рассечены дайками амфиболизированных диабазов мощностью 10—15 м; простираение даек субмеридиональное, падение крутое на восток.

Соотношения между розово-серыми мигматитами и породами саксаганской серии в обнажениях устанавливаются по наличию в мигматитах не полностью ассимилированных железистых роговиков, принадлежащих, по Н. П. Семененко, породам саксаганской серии. Однако

Б. И. Горошниковым в породах аркозового горизонта саксаганской серии, вскрытого в ядре саксаганской антиклинали, обнаружены в конгломератах гальки магнетит-карбонатного роговика, свидетельствующие о наличии железистых роговиков в более древних породах, чем образования саксаганской серии. Б. И. Горошников гальки магнетит-карбонатного роговика параллелизует с аналогичными породами Верховцевской магнитной аномалии.

В заключение следует отметить, что горными выработками в западном крыле Криворожского синклинория в ряде мест обнаружены активные контакты розовых мигматитов (гранитов) с породами саксаганской серии. Внедрение здесь розовых гранитов известным образом подтверждается и более высокой степенью метаморфизации в этом участке пород саксаганской серии.

Саксаганская серия пород, как это видно в ряде обнажений р. Ингулец (Орлиное гнездо и др.), рассечена дайками оливинового диабаз субширотного простирания. Мощность даек до 15 м, падение на юг, очень крутое — почти вертикальное.

Рекой Саксагань в приустьевой части вскрыты породы нижней и средней свит саксаганской серии (аркозовые песчаники, филлиты, железистые сланцы, роговики, джеспилиты и др.), лежащие непосредственно на плагиоклазовых гранитах, хорошо обнажающихся у ст. Мудреная и в районе рудника им. Карла Либкнехта (пос. Красный Горняк).

В участке между рудниками им. Карла Либкнехта и им. В. И. Ленина р. Саксагань обнажает породы тех же свит саксаганской серии, но лежат они здесь не на гранитах, а на амфиболитах, выходящих на дневную поверхность во многих пунктах р. Саксагань (пос. Красный Горняк, балки Каменка, Волчья, Глееватая, оба берега р. Саксагань, ниже и выше балки Дубовая, вплоть до балки Северная Червоная).

Наиболее полный разрез амфиболитов дает балка Глееватая; мощность амфиболитовой толщи здесь свыше 1 км. В этом же участке р. Саксагань во многих местах (ниже и выше плотины Криворожской электростанции) обнажаются среднезернистые плагиоклазовые граниты, и тождественные с гранитами станции Мудреная, изредка содержащие различных размеров ксенолиты докриворожского амфиболита.

В районе плотины КРЭС плагиоклазовые граниты постепенно переходят в такого же состава серые полосчатые мигматиты, прослеживающиеся по многочисленным правобережным обнажениям вплоть до с. Веселые Терны. Простирание полосчатости мигматитов несогласное с простиранием пород саксаганской серии; непосредственные замеры показывают, что направление простирания СЗ 280—315°, падение ЮВ 60—75°.

Полоса амфиболитов, наоборот, вытянута вдоль простирания пород саксаганской серии и, судя по тому, что аналогичные амфиболиты обнаружены также в западном крыле Криворожского синклинория, можно сделать вывод, что толща амфиболитов принимает участие в складкообразовании наравне с породами саксаганской серии, хотя в связи с этим следует подчеркнуть, что в балке Каменистая саксаганская серия залегает на древней коре выветривания амфиболитов.

Среди пород, обнаженных р. Саксагань, встречены также диабазы, залегающие в виде даек различной мощности (до 20 м). По составу диабазы делятся на оливиновые и амфиболизированные. Амфиболизированные разновидности обнаружены только среди мигматитов выше плотины, расположенной близ устья балки Глееватая. Амфиболизированные диабазы секут мигматиты, простирание даек близкое к субмеридиональному.

Оливиновые диабазы, наоборот, секут мигматиты и саксаганскую серию пород. Значительное количество даек их встречено на территории рудников им. Карла Либкнехта и им. В. И. Ленина. Эти диабазы

аналогичны диабазам, вскрытым р. Ингулец в районе урочища Орлиное Гнездо и др. Простираение их субширотное, падение крутое — почти вертикальное.

Наконец, в этом же районе многочисленными горными выработками и скважинами обнаружены породы верхней свиты саксаганской серии, представленные конгломератами, кварцитами, сланцами различного состава, в том числе и углистыми, мраморами и гнейсами (микрогнейсами). Эти же породы в более метаморфизованном виде вскрыты бурением в 4—5 км к западу от главной криворожской полосы кристаллических сланцев.

В западном крыле Криворожского синклинория скважинами вскрыты серые полосчатые мигматиты, к югу и северу сменяющиеся розовыми и розово-серыми полосчатыми мигматитами. Среди тех и других, занимая небольшие участки, в некоторых местах выступают более или менее массивные их разновидности, которые можно уже назвать гранитами.

Розовые граниты в серых мигматитах наблюдаются в виде жил и жилообразных тел различной мощности.

К востоку от криворожской полосы метаморфических пород кристаллический фундамент уходит под третичные и четвертичные отложения. В участке между реками Ингулец — Саксагань и Каменка естественные обнажения отсутствуют полностью. О геологическом строении этого района дают представление материалы многочисленных скважин.

Бурением в этом участке установлены две крупные полосы метабазитовых пород, сложенные преимущественно амфиболитами с подчиненными им ультрабазитами и метаморфизованными породами спилито-кератофировой формации.

Ширина южновысокопольской полосы до 5 км (в среднем 2—3 км). Эта полоса сочленена с южной оконечностью Лихмановской синклинали. Характер сочленения в достаточной степени не изучен, хотя и создается впечатление, что метабазиты подстилают саксаганскую серию пород, так как амфиболиты, залегающие в районе поселков Александров Дар и Рахмановка, весьма сходны с амфиболитами описываемой полосы измененных основных пород (метабазитов).

Высокопольская полоса метабазитов дугообразно изогнута, западная часть ее — северо-западного простираения (азимут 315—325°), восточная — субширотного; на востоке она контактирует с массивом токовских гранитов, содержащих на ее продолжении многочисленные ксенолиты амфиболитов. По простираению высокопольская полоса прослеживается на 35 км.

Вторая метабазитовая полоса — апостоловская — расположена в 10—12 км к северо-востоку от высокопольской. Состав ее в общем такой же, как и высокопольской; она сложена амфиболитами и метультрабазитами; ширина ее в некоторых местах до 4 км; вытянута она параллельно высокопольской полосе и по простираению прослежена бурением на протяжении 20—25 км. Восточный конец апостоловской полосы также упирается в массив токовских гранитов; западным продолжением этой полосы, по-видимому, являются выходы метабазитов, расположенные в 8—10 км южнее г. Кривой Рог — в излучине р. Ингулец, вскрывающей мощную толщу конгломератов.

В этом участке большим развитием пользуются серые полосчатые мигматиты, по составу отвечающие плагиоклазовым гранитам, с которыми они иногда образуют взаимопереходы (р. Саксагань и др.). Мигматиты и плагиоклазовые граниты содержат многочисленные впайки и ксенолиты амфиболитов; присутствием ксенолитов и определяется возрастное соотношение этих пород.

Высокопольская и апостоловская полосы метабазитов представляют собой переслаивание амфиболитов, ультрабазитов и метаморфи-



зованных пород спилит-кератофировой формации, слагающих по-видимому, крылья крупной антиклинальной складчатой структуры, ядро которой выполнено плагиоклазовыми гранитами и плагиоклазовыми мигматитами. Дальше к востоку кристаллический фундамент Никопольского марганцевого бассейна хорошо вскрыт системой р. Базавлук. Этот участок фундамента и в северной своей части (выше с. Шолохово) принципиально ничем не отличается от предыдущего. Здесь р. Базавлук и её притоками — реками Базавлучок и Каменка — вскрыты те же амфиболиты, залегающие согласно среди серых мигматитов в виде различного размера вытянутых пластообразных тел; мощность некоторых из них — несколько сот метров. Однако следует подчеркнуть, что здесь в отличие от предыдущего района на участке выше с. Шолохово значительным развитием пользуются розовые аплит-пегматоидные граниты, прорывающие амфиболиты и серые мигматиты. Розовые граниты залегают среди мигматитов в виде вытянутых штокообразных тел с поперечниками 100—200 м и более, неправильных жилообразных тел мощностью до 50 м, правильных пластовых жил мощностью от нескольких десятков сантиметров до 10 м и более.

Розовые граниты, как правило, пересекают мигматиты и амфиболиты по простиранию, реже вкрест или под углом; в последнем случае они обычно образуют небольшие жилы мощностью 15—20 см. Вследствие ассимиляции боковых пород граниты иногда обогащены линейно располагающимися темноцветными минералами.

В этом же участке значительно развиты аплиты и пегматиты, наблюдающиеся в виде жил различной мощности (нередко до 25 м). Жилы аплита и пегматита пересекают мигматиты, амфиболиты и розовые граниты по простиранию и другим направлениям. Кроме жил, аплиты и пегматиты довольно часто образуют в гранитах вытянутые шпирь.

Наиболее поздними образованиями, секущими розовые аплитовидные граниты, аплиты и пегматиты, являются жильные и линзовидные выделения кварца, мощность которых изредка достигает 15 м, как это, например, имеет место в правом склоне р. Базавлук, у северной окраины с. Шолохово. Кроме упомянутых, в описываемом участке обнаружены дайковые породы, представленные пироксеновыми и амфиболизированными диабазами. Количество их велико — зарегистрировано свыше 100 даек. Простирание их различно, мощность 0,5—50 м, по простиранию они иногда прослеживаются до 1—2 км.

Диабазы, по-видимому, разновозрастны. Амфиболизированные разновидности часто у контактов сильно рассланцованы, некоторые из них у контактов рассеяны мелкими жилочками (мощностью в несколько миллиметров), выполненными полевым шпатом и кварцем. Пироксеновые разновидности свежие, простирание их обычно субширотное.

Фундамент южной части района вскрыт р. Базавлук на территории с. Шолохово и южнее, от фундамента северной части отличается прежде всего наличием массива токовского гранита. Форма массива (в плане) почти изометричная, размер приблизительно 25×30 км. По всей вероятности, гранит здесь образует межформационную залежь; такое предположение до некоторой степени подтверждается несогласным его залеганием на плагиоклазовых мигматитах и амфиболитах.

Южнее массива токовского гранита, как это установлено бурением, залегают мигматизированные розовато-серые граниты; между ними и токовскими гранитами проходит полоса мощностью в несколько сот метров серых плагиоклазовых мигматитов.

Восточнее р. Базавлук, кроме плагиоклазовых и розовато-серых мигматитов, местами переходящих в серые граниты и розовые аплитовидные граниты, залегают породы Чертомлыкской магнитной аномалии, представленные амфиболитами, породами спилит-кератофировой фор-

мации, сланцами различного состава и магнетитовыми силикатными роговиками. Среди пород Чертомлыкской магнитной аномалии обнаружены многочисленные интрузивные залежи, представленные серпентинитами, в той или иной степени амфиболизированными, серпентинизированными (оталькованными и хлоритизированными ультрабазитами). Породы Чертомлыкской магнитной аномалии образуют довольно крупную складчатую структуру. В ядре этой складки залегают сланцы различного состава и магнетитовые роговики, в крыльях — амфиболиты с ультрабазитами и породы спилит-кератофировой формации; в центре ее обнаружены гранитоиды, положение которых в данной структуре неясно.

Чертомлыкская складка дугообразно изогнута (северная ее часть имеет субмеридиональное простирание, южная — субширотное) и ориентирована выпуклостью на юго-восток.

К югу от нее р. Чертомлык вскрыты мигматизированные розовато-серые граниты и мигматиты, сменяющиеся серыми плагиоклазовыми мигматитами.

Рекой Томаковка обнажены те же розовато-серые мигматизированные граниты со значительным количеством отторженцев амфиболита различного размера. Простирание полосчатости гранита и отторженцев амфиболита субширотное. В верхней части реки среди амфиболитов обнаружены залежи метаультрабазитов, иногда мощностью до нескольких десятков метров. Метаультрабазиты представлены актинолитами, тремолитами, тальковыми, хлоритовыми и другими сланцами. В средней части р. Томаковка встречены серые мигматиты с большим содержанием плагиоклаза, местами переходящие в плагиоклазовые граниты; прослеживаются они на 6—7 км, образуя чечевицеобразное тело длиной до 10 км, залегающее среди розовато-серых мигматитов.

Южнее Каховского водохранилища бурением вскрыты те же розовато-серые мигматизированные граниты, сменяющиеся к югу серыми плагиоклазовыми и мигматизированными плагиоклазовыми гранитами.

Фундамент восточной части Никопольского марганцевого бассейна в общем такой же, как и в бассейне р. Томаковка. По Днепру, в районе Запорожья, обнажаются среднезернистые плагиоклазовые граниты, к югу переходящие в мигматизированные разности розовато-серого цвета. В плагиоклазовых гранитах присутствуют ксенолиты амфиболита. Рекой Мокрая Московка и балкой Капустяная вскрыты серые плагиоклазовые мигматиты, содержащие значительное количество пачек различной мощности амфиболита и биотитового гнейса. Эта толща расчленена многочисленными жилообразными телами аплит-пегматоидного гранита различной мощности. Простирание гнейс-мигматитовой толщи в пижней части р. Мокрая Московка северо-западное, выше по реке оно переходит в северо-восточное.

Верхняя часть р. Мокрая Московка обнажает массив серых среднезернистых гранитов, по периферии переходящих в розово-серые вследствие обогащения калиевым полевым шпатом. Массив вытянут в северо-восточном направлении и прослеживается скважинами на 20—25 км при ширине 15 км. Форма мокромосковского гранитного массива довольно отчетливая, отвечает антиклинальному батолиту; гранит несомненно залегает в ядре антиклинальной складчатой структуры, сложенной породами гнейс-мигматитовой толщи.

С юго-восточным крылом этой структуры приведены в контакт породы Конкской магнитной аномалии, представленные амфиболитами, различными сланцами, породами спилит-кератофировой формации и железистыми силикатными роговиками.

К югу от Мокро-Московского гранитного массива и пород Конкской магнитной аномалии бурением обнаружены серые плагиоклазовые граниты и мигматиты, содержащие пачки и ксенолиты амфиболитов; это

дает основание предполагать, что данный участок принципиально ничем не отличается от запорожского.

Во всех описанных участках Никопольского марганцевого бассейна породы гнейс-мigmatитовой толщи, содержащей пластообразные тела амфиболитов различной мощности, собраны в складки. Это хорошо подтверждено соответствующими изменениями линий простираения и падения, зафиксированными в разрезах, вскрытых р. Базавлук, ее притоками и р. Мокрая Московка.

Размеры складок различны; некоторые из них имеют основание, измеряющееся километрами, в сводовых частях этих структур размещаются гранитные батолиты, основание других складок измеряется всего десятками метров.

Такова в кратких чертах характеристика разрезов, вскрытых реками и бурением в пределах фундамента Никопольского марганцевого бассейна.

### Стратиграфия пород, слагающих фундамент

Стратиграфическое расчленение пород кристаллического фундамента Никопольского марганцевого бассейна — трудная задача. Трудности созданы не только плохой обнаженностью, а в связи с этим и слабостью изученностью, но и сложностью геологического строения, а также сильной метаморфизацией пород, что не могло не привести к выравниванию их первоначальных различий в составе и внешнем облике.

Предлагаемая стратиграфия кристаллического фундамента Никопольского марганцевого бассейна построена главным образом по данным изучения положения пород и их сочетаний в геологической структуре района, петрографических, минералогических и геохимических особенностей комплексов, слагающих Приднепровье. При определении относительного возраста учтены также данные сравнения приднепровских комплексов с аналогичными комплексами других районов Украинского щита.

Эта схема существенно отличается от стратиграфических схем, опубликованных в последнее время Ю. И. Половинкиной, Н. П. Семененко, А. П. Никольским, А. Н. Козловской и др.

Ю. И. Половинкина, Н. П. Семененко и некоторые другие исследователи считают, что породы восточных магнитных аномалий и Криворожского железорудного бассейна являются образованиями одного цикла, продуктами развития одной и той же подвижной зоны. Ю. И. Половинкина объединяет их в днепровскую серию, состоящую из нескольких свит; в днепровскую серию она включает и саксаганский комплекс кристаллических сланцев под названием криворожской свиты, считая ее наиболее юной в этой серии. Семененко Н. П. все эти породы вмещает в две серии: метабазитовую — древнюю и саксаганскую — более юную. Причем Ю. И. Половинкина считает, что породы кировоградско-житомирского комплекса, в том числе и саксаганские плагиограниты, древнее днепровской осадочно-эффузивной серии; породы днепровско-токовского гранитоидного комплекса, к которому она относит также плагиоклазовые граниты р. Мокрая Сура, наоборот, моложе. Н. П. Семененко к гранитам более юным, чем саксаганская и метабазитовая серия, относит также и гранитоиды кировоградско-житомирского комплекса (в более ранних схемах), за исключением бердичевских гранитов. Правда, в последних схемах некоторые граниты, относимые другими исследователями к кировоградско-житомирскому комплексу, в частности плагиоклазовые граниты Днепра, кировоградские и некоторые другие серые граниты, Н. П. Семененко и считает уже более древними, чем породы криворожского цикла, хотя саксаганские, бобринские, мокромосковские и житомирские серые граниты по-прежнему

принимает за более юные образования, чем саксаганская серия пород.

В стратиграфической схеме А. Н. Козловской и М. И. Ожеговой в отличие от схем Ю. И. Половинкиной и Н. П. Семененко выделяется как самостоятельная группа пород конкско-верховцевская серия, которая с гранитоидами кировоградско-житомирского комплекса включается ими в один тектоно-магматический цикл. Выше пород этого цикла помещены образования саксаганской серии и днепровско-токовского интрузивного комплекса, ниже — архейская гнейсовая серия (тетерево-бугская) с метабазитами и розовыми гранитами.

Наконец, в геохронологической схеме Украинского щита А. П. Виноградова, Л. В. Комлева, А. И. Тугаринова и др., построенной исключительно на данных измерений абсолютного возраста, гранитоиды кировоградско-житомирского комплекса считаются более юными, чем саксаганская серия пород, но ряд пород гнейс-мигматитовой толщи с амфиболитами и гранодиоритами, сохранившихся по их представлениям в виде блоков, характеризующихся складчатыми структурами северо-западного простирания, относится к наиболее древним образованиям Украинского щита — значительно более древним, чем породы саксаганской серии, формирование которой они связывают с ранним этапом развития архейской подвижной зоны; с этим же геосинклинальным циклом они связывают и появление плагиоклазового гранита р. Саксагань. Такова краткая характеристика существующих представлений относительно возраста пород, слагающих фундамент Никопольского марганцевого бассейна.

Приведенный в предыдущем разделе фактический материал дает возможность установить ряд опорных данных, которые могут быть положены в основу разработки стратиграфии кристаллического фундамента Никопольского марганцевого бассейна.

Согласуясь с этими данными, наиболее древними породами фундамента надо считать плагиограниты (реки Саксагань, Базавлук, Днепр, Мокрая Сура и др.) и тесно связанные с ними взаимопереходами плагиоклазовые мигматиты (реки Саксагань, Базавлук, Мокрая Московка).

К этой же возрастной группе пород надо отнести гнейсы и амфиболиты, залегающие в плагиоклазовых мигматитах в виде согласных различной мощности пластообразных тел.

Саксаганская серия пород, несомненно, лежит несогласно на саксаганских плагиогранитах и плагиоклазовых мигматитах, и поэтому она моложе их. Это доказывается отсутствием между ними интрузивных контактов и метаморфизующего влияния гранитов на саксаганскую серию пород, дискордантным соотношением их простираний (саксаганская толща имеет субмеридиональное простирание, простирание же полосчатости плагиоклазовых мигматитов и директивных структур плагиоклазовых гранитов в обнажениях р. Саксагань СЗ 280—315°), наличием галек плагиогранитов в конгломератах верхней свиты саксаганской серии и одинаковых по составу и кристаллографическим очертаниям цирконов плагиоклазовых гранитов и аркозовых песчаников, лежащих в основании саксаганской серии.

Более древний возраст саксаганских плагиогранитов в сравнении с возрастом пород саксаганской серии в известной степени доказывается и тем, что амфиболиты этой серии (р. Саксагань) петрохимически резко отличаются от амфиболитов, обнаруженных в виде пластообразных залежей в плагиоклазовых мигматитах; резко отличаются они также и от амфиболитов, залегающих под породами саксаганской серии в южной (Ингулецкой) части Криворожского бассейна.

Саксаганские амфиболиты по содержанию кремнекислоты близки к породам габбро-диоритового состава, метабазиты же плагиоклазовых мигматитов и ингулецкие амфиболиты, подстилающие саксаганскую

серию, по составу отвечают породам даже значительно более основным, чем средний базальт; в первых — содержание кремнекислоты не опускается ниже 52, во вторых — оно не поднимается выше 49%.

Все эти факты не укладываются в стратиграфические построения, в которых плагиоклазовые граниты р. Саксагань и вообще все гранитоиды кировоградско-житомирского комплекса рассматриваются как породы более юные, чем саксаганская серия кристаллических сланцев (Н. П. Семененко, А. П. Никольский и др.). Возраст саксаганских плагиоклазовых гранитов, плагиоклазовых мигматитов и связанных с ними гнейсов, амфиболитов, вероятно, более древний, чем возраст саксаганской серии пород.

Значительно труднее решается вопрос о возрастных соотношениях плагиоклазового гранита р. Саксагань с породами восточных магнитных аномалий (г. Верховцево и др.). Трудности созданы вводом Ю. И. Половинкиной в стратиграфию Украинского докембрия второго плагиогранита, признаки которого установлены не настолько четко, чтобы можно было его легко отличать от плагиоклазового гранита р. Саксагань.

Второй плагиогранит из обихода лучше исключить, так как он в действительности, вероятно, не существует. Вообще надо отметить, что плагиогранит как самостоятельная в пространственном, возрастном и генетическом отношениях единица едва ли может быть выделен в составе Украинского щита, в котором он всегда связан с древними складчатыми сооружениями, эродированными до корней орогена.

Плагиограниты как продукты дифференциации основной магмы, образующиеся во втором этапе развития подвижных зон, в составе Украинского щита пока никем не установлены; все известные в нем выходы плагиогранитов теснейшим образом связаны взаимопереходами с плагиоклазовыми тонкополосчатыми мигматитами, т. е. представляют собой породы метасоматические, появившиеся в процессе гранитизации пород осадочно-эффузивных толщ (реки Саксагань, Базавлук и др.).

Иногда плагиограниты наблюдаются в контакте порфиридных серых гранитов кировоградского типа (кировоградский массив порфиридных гранитов) и среднезернистых серых гранитов житомирского типа (р. Каменка и др.) с породами гнейс-мигматитовой толщи, но в этих случаях они также не могут быть отнесены к плагиогранитам, образующимся в процессе дифференциации основных магм, так как появление плагиоклаза в них вызвано привнесением кальция из боковых пород.

Это замечание относится и к жилам, секущим породы магнитных аномалий и саксаганской серии и отвечающим по составу плагиогранитам; по тем же соображениям они могут быть жильными образованиями магмы не плагиоклазовых, а микроклин-плагиогранитов.

Одним словом, жильные плагиограниты могут быть генетически связаны не только с магмой гранитоидов кировоградско-житомирского комплекса, но и с магмой гранитов осницко-токовского комплекса в тех случаях, когда внедрение ее происходит в существенно железисто-кальциево-магнезиальные породы; в таких условиях калий может уходить частью на образование биотита, частью на кристаллизацию калиевого полевого шпата, присутствующего в плагиоклазе в виде твердого раствора.

Короче говоря, наличие жильных плагиогранитов в породах саксаганской серии не является неопровержимым доказательством существования массивов плагиогранитов более юных, чем породы криворожского цикла.

Итак, с учетом приведенных соображений, наиболее древними породами фундамента Никопольского марганцевого бассейна, как и в других участках Украинского щита, надо считать породы архейской под-

вижной зоны. К ним относятся гнейс-мигматитовая толща, развитая по рекам Базавлук, Днепр и Мокрая Московка в районе Запорожья, представляющая переслаивание мигматитов с пластообразными залежами амфиболитов и остатками гнейсов, которые во многих случаях трудно отличить от мигматитов. Эта группа пород является продуктом метаморфизации осадочно-эффузивной толщи, образовавшейся в складчатый этап развития архейской подвижной зоны. К этой же подвижной зоне надо отнести гранитоиды кировоградско-житомирского комплекса, связанные своим образованием со складчатым (орогенным) этапом ее развития. В описываемом районе в этот комплекс входят следующие граниты: плагиограниты р. Саксагань и, по-видимому, плагиограниты других районов, среднезернистые порфиroidные граниты балки Рекаловая (приток р. Каменка), серые микроклин-плагиоклазовые граниты Запорожья (левый берег Днепра) и серые среднезернистые граниты р. Мокрая Московка.

Мокромосковские серые среднезернистые граниты Н. П. Семененко и некоторые другие исследователи относят к криворожскому возрасту, но этому резко противоречит то, что мокромосковский гранит образует типичнейший антиклинальный батолит, размещающийся согласно в антиклинальной складчатой структуре северо-западного простирания, сложенной породами архейской гнейс-мигматитовой толщи. Н. П. Семененко породы гнейс-мигматитовой толщи Днепра и нижнего течения р. Мокрая Московка тоже относит к архейской подвижной зоне.

Граниты, прорывающие в виде жил породы Конкской магнитной аномалии, в данном случае лучше связывать с жильными образованиями магмы токовских гранитов. Если же принять мокромосковские граниты за породы криворожского цикла, то и гнейс-мигматитовую толщу с амфиболитами, обнаженную нижним течением р. Мокрая Московка, надо отнести к этому циклу, так как гранит залегает в складчатой структуре, сложенной именно этими породами. Но тогда надо искать объяснение, почему геологическая структура, образованная гнейс-мигматитовой толщей, имеет северо-западное простирание, а структура конкской аномалии — северо-восточное.

Выше гнейс-мигматитовой толщи в предлагаемой стратиграфической схеме условно следуют породы восточных магнитных аномалий (Чертомлыкская, Верховцевская и Конкская).

В настоящее время большинство исследователей относит их к породам криворожского цикла (Ю. И. Половинкина, Н. П. Семененко, Я. Н. Белевцев, М. Н. Доброхотов и многие др.). А. Н. Козловская, как и Ю. И. Половинкина, считает, что эти образования древнее саксаганской серии и моложе архейской гнейс-мигматитовой толщи, но составляют группу пород самостоятельного цикла, в который она включает также граниты кировоградско-житомирского интрузивного комплекса. И. С. Усенко, считая эти породы более древними, чем саксаганская серия, допускает возможность отнесения их к тетерево-бугской серии В. И. Луцицкого.

Короче говоря, возрастное положение этой группы пород различными исследователями определяется по-разному, и, к сожалению, никто из них, в том числе и автор этого раздела, не приводит данных, решающих этот вопрос однозначно. Объясняется это недостаточной изученностью главным образом тектоники района, петрографии и геохимических особенностей слагающих комплексов. Это дает почву не только для различных толкований возрастных соотношений, но и для мало обоснованной интерпретации геологических структур, петрографических соотношений, родства пород.

Интерпретация возрастных соотношений комплексов, слагающих Верховцевскую и Конкскую магнитные аномалии с другими комплексами может иметь три варианта.

С нашей точки зрения, наиболее вероятным из них является вариант, допускающий перерыв в осадконакоплении между образованием саксаганской серии кристаллических сланцев и пород восточных магнитных аномалий, т. е. вариант, предполагающий несогласное залегание саксаганской серии на метабазитовой серии магнитных аномалий Верховцево, Чертомлыка и Конки.

Такой вывод в известной степени подтверждается анализом складчатой структуры Чертомлыкской магнитной аномалии.

Складчатый тип структуры Чертомлыкской магнитной аномалии сомнений не вызывает, но характер ее вследствие недостаточной изученности может трактоваться по-разному. Чертомлыкская складчатая структура некоторыми исследователями (Н. П. Семененко и др.) рассматривается как синклинальная.

Однако наличие в центральной части ее островков наиболее древних пород — амфиболитов, а также гранитоидов, располагающихся обычно в ядрах антиклинальных частей складок, находится в противоречии с выводом о ее синклинальном характере.

Кроме того, если принимать Чертомлыкскую структуру за синклинальную, то непонятно структурное положение отходящих от нее к западу двух метабазитовых полос — апостоловской (северная) и высокопольской (южная), так как эти полосы в районе р. Ингулец явно замыкаются, образуя складчатую структуру, которую вследствие залегания в ее ядре плагиигранитов и связанных с ними плагииоклазовых мигматитов надо считать антиклинальной.

Замок этой складки в значительной части размыт; в центральной части замка присутствуют только обрывки метабазитовой полосы, причем сами метабазиты в ряде участков сильно изменены вплоть до образования по ним коры выветривания.

Аналогичные субширотные антиклинальные складчатые структуры, в строении которых принимают участие метабазиты, соответствующие метабазитам магнитных аномалий, обнаружены и в северной части Криворожского железорудного бассейна (рудники Первомайский, Желтая Река).

Все это вместе взятое дает совершенно определенное основание допускать, что саксаганская серия, отчетливо прослеживаясь (не меняя направления) в виде магнитных аномалий на юг, на протяжении ингулецкой полосы лежит на размытой поверхности замковых частей складчатых структур, сложенных породами магнитных аномалий Чертомлыка и Верховцево, и что породы этой серии, образуя структуры совершенно иного плана (субмеридионального) никакого отношения к формированию пород и структур восточных аномалий не имеют.

Если к тому же учесть, что кировоградско-житомирский комплекс гранитоидов древнее саксаганской серии, но моложе пород магнитных аномалий, то не таким уж лишенным смысла будет казаться отнесение пород магнитных аномалий и саксаганской серии к образованиям двух различных подвижных зон, особенно если принять во внимание, что железистые кварциты являются составной частью не только криворожского цикла пород; в последнее время, как известно, они обнаружены в архее северо-западной части щита среди пород тетерево-бугской серии В. И. Лучицкого. Предположение о принадлежности пород саксаганской серии и пород восточных магнитных аномалий к различным подвижным зонам нам кажется более обоснованным, чем объединение их в один криворожский цикл (Н. П. Семененко, Ю. И. Половинкина и др.).

Остается неясным: образовались ли породы восточных магнитных аномалий в собственной подвижной зоне или их следует отнести к породам архейского геосинклинального пояса, параллелизовав с породами тетерево-бугской серии. Если имеется какое-то основание отно-

сить породы магнитных аномалий к тетерево-бугской серии, то остается неясным, надо ли породы всех магнитных аномалий относить к этой серии.

Эти вопросы в настоящее время из-за отсутствия достаточных данных однозначно решены быть не могут. На данном этапе изучения можно сказать, что обе точки зрения имеют право на существование. Однако наличие северо-западных складчатых структур в области развития восточных магнитных аномалий и присутствие в некоторых из них графитовых гнейсов, кристаллических известняков, кварцитов и ультраосновных пород (Западное Приазовье, Орехово-Павлоградская зона аномалий) дает некоторое основание рассматривать их как аналоги пород тетерево-бугской серии. Обнаружение в последние годы в северо-западной части щита в составе тетерево-бугской серии железистых кварцитов (роговиков), совершенно не отличимых от пород восточных магнитных аномалий, тоже может рассматриваться как доказательство одновозрастности их с породами тетерево-бугской серии.

Таким образом, на данном этапе изучения Приднепровья можно считать более вероятным предположение, что породы восточных магнитных аномалий и саксаганской серии принадлежат различным подвижным зонам; причем, возможно, породы восточных магнитных аномалий, особенно Орехово-Павлоградской, Куксунгур Могилы, Корсак Могилы и некоторых других, синхронны породам тетерево-бугской серии В. И. Лучицкого, которая в настоящее время подавляющим большинством исследователей относится к породам архейской подвижной зоны; исключением являются только представления П. П. Пятницкого, считавшего тетерево-бугскую серию пород более юной, чем саксаганская серия, и Ю. Ю. Юрка, допускавшего возрастную параллелизацию их.

Кроме плагиоклазовых гранитов, серых гранитов житомирского типа и порфиридных гранитов кировоградского типа, входящих в кировоградско-житомирский гранитоидный комплекс, в Никопольском марганцевом бассейне значительно распространены розовые аплитовидные граниты, иногда в той или иной степени контаминированные гнейсами и амфиболитами; в литературе они известны под названием днепровских. В строении фундамента еще принимают участие розовые однородные, частью трахитоидные среднезернистые биотитовые граниты, названные токовскими.

Оба типа гранитов большинство геологов склонно объединять в один комплекс и считать их более юными образованиями, чем саксаганская серия пород. Основанием к этому служит то, что жилы розовых гранитов секут саксаганскую серию пород. Однако возрастные соотношения между розовыми аплитовидными гранитами и гранитами токовского типа плохо изучены и до настоящего времени во многом неясны, хотя некоторые исследователи утверждают, что они между собой родственны и что существуют мигматиты токовских гранитов и даже связанные с ними полимигматиты, за которые принимают более древние серые мигматиты, вторично инъецированные розовым гранитом.

Мигматиты во всех случаях рассматриваются как продукты, образовавшиеся вследствие инъекции в гнейсы гранитной магмы, с чем едва ли можно согласиться, если считать, что гранитные магмы подвижных поясов являются продуктом гранитизации осадочно-эффузивной толщи, образовавшейся на средних этапах развития подвижных поясов.

В каких условиях образовался массив токовских гранитов, в настоящее время неясно. Ю. И. Половинкина относит его к позднеорогенным метасоматическим образованиям нижнепротерозойской подвижной зоны, т. е. той зоны, к породам которой отнесены и саксаганская серия кристаллических сланцев. Н. П. Семененко, наоборот, в последнее время



токовские граниты принимает за посторогенные образования и включает их в коростенский интрузивный комплекс.

Из всех гранитных тел благодаря проведенному крупному объему буровых работ лучше изучена в плане форма массива токовских гранитов. Форма этого массива близка к изометричной, несколько вытянута в северо-восточном направлении; длина его в этом направлении 35 км, поперечник вкрест направления 22 км.

Контакты гранитного массива с вмещающими породами не наблюдались, хотя высокопольская полоса метабазитов, по данным бурения, совершенно отчетливо прослеживается на своем продолжении в токовском граните в виде большого количества различного размера ксенолитов метабазитов.

В заключение следует подчеркнуть, что, несмотря на тщательное изучение массива токовского гранита, до сих пор не удалось установить приуроченность его образования к какой-либо орогенической фазе.

Все эти данные говорят скорее о том, что токовские граниты следует отнести если не к платформенным образованиям, то, во всяком случае, к посторогенным.

Что касается днепровских розовых аплитовидных гранитов, залегающих главным образом в виде жилобразных тел различной мощности, рассекающих породы архейской гнейсо-мигматитовой толщи среднего течения р. Базавлук, верхнего течения рек Каменки и Желтенькая и нижнего течения р. Мокрая Московка, то положение их неясно.

Определение стратиграфического места днепровских аплитовидных розовых гранитов — задача будущего, а пока они с одинаковым правом могут быть отнесены и к кировоградско-житомирскому комплексу (существование таких розовых аплитовидных гранитов установлено в северо-западной части щита, где они парагенетически связаны с породами тетерево-бугской серии), и к осницко-токовскому, хотя ожидать дериватов аплитовидного характера от магмы токовских гранитов меньше оснований, чем от магмы, давшей серые граниты кировоградско-житомирского комплекса, так как токовские граниты уже сами по себе близки к аляскитовым разновидностям.

Возрастные соотношения между аплитовидными гранитами и токовскими гранитами, с одной стороны, и с аплитовидными гранитами и гранитами кировоградско-житомирского комплекса, с другой, в пределах фундамента Никопольского марганцевого бассейна не могут быть решены. Решение их требует дополнительного изучения и привлечения материалов из других районов щита.

Сказанное в равной степени касается и пегматитовых полей, развитых в средней части р. Базавлук в районе поселков Гуляй Поле, Зальбаховка и ниже по течению, которые, как нам кажется, являются продуктами дифференциации магмы, давшей днепровские розовые аплитовидные граниты.

Характеристика возрастных соотношений пород кристаллического фундамента Никопольского бассейна может быть закончена определением стратиграфического положения дайковых пород.

Дайковые породы рассматриваемого района относятся к образованиям слабо дифференцированной основной магмы; по содержанию кремнекислоты они заметно отличаются друг от друга, но вполне укладываются в пределы группы основных пород.

По минеральному составу диабазы могут быть разделены на две группы: амфиболизированные и не затронутые процессами амфиболизации оливиновые и пироксеновые. Эти две группы, по-видимому, различны и по возрасту. Амфиболизированные диабазы очень часто у контактов с вмещающими породами сильно рассланцованы, причем иногда зоны расланцевания по мощности достигают нескольких метров, в не

которых из них наблюдаются неизвестного происхождения мелкие жилочки (мощностью 2—3 мм) аплитового состава.

Оливин-пироксеновые диабазы секут саксаганскую серию пород по рекам Ингулец и Саксагань и плагиоклазовые граниты. Амфиболитизированные же диабазы среди пород саксаганской серии не обнаружены, но во многих местах констатировано, что они секут древние мигматиты и аплитоидные граниты.

Эти данные говорят о том, что амфиболитизированные диабазы, по-видимому, древнее неамфиболитизированных; первые, по всей вероятности, образовались в досаксаганское время, вторые, наоборот, являются постсаксаганскими.

Измерения абсолютного возраста диабазов дали разноречивые и неожиданные результаты. Возраст амфиболитизированных диабазов 1050—2660, оливин-пироксеновых — 1140—1460 млн. лет; причем последние во всех измерениях оказались моложе первых.

Более кислые амфиболитизированные диабазы р. Базавлук в возрастном отношении вероятно, можно параллелизовать с метабазами р. Саксагань, считая первые дайковой фацией, вторые — излившейся фацией одной и той же основной магмы.

Метаультрабазиты девладовской группы, по-видимому, одновозрастны с оливиновыми диабазами, секущими саксаганскую серию пород.

Итак, исходя из приведенного здесь материала, возрастные соотношения пород кристаллического фундамента Никопольского марганцевого бассейна можно уложить в следующую стратиграфическую схему (табл. 2).

### Закключение

Итак, данные изучения пород кристаллического фундамента Никопольского марганцевого бассейна позволяют сделать следующие основные выводы.

1. Образование пород, слагающих фундамент, происходило в условиях подвижной зоны. В геологической истории фундамента можно выделить два геосинклинальных цикла: архейский и нижнепротерозойский.

2. С архейским геосинклинальным циклом связано образование гнейс-мигматитовой толщи, развитой по рекам Саксагань, Днепр, Мокрая Московка, и амфиболитов рек Ингулец, Базавлук, Соленая, Каменка, сел Высокополье, Апостолово. К этому же циклу (складчатый этап) отнесено формирование кировоградско-житомирского гранитоидного комплекса, включающего плагиограниты рек Саксагань, Базавлук, Днепр, Мокрая Сура, порфировидных гранитов кировоградского типа балки Рекалова, серых среднезернистых гранитов житомирского типа (реки Каменка, Днепр, Мокрая Московка) и, по-видимому, розовых аплит-пегматоидных гранитов бассейна рек Базавлук и Мокрая Московка. Не исключено, что некоторая часть аплитоидных гранитов генетически связана с токовским гранитом.

3. Породы Чертомлыкской и Конкской магнитных аномалий условно отнесены к образованиям архейской подвижной зоны.

4. Породы архейской гнейс-мигматит-амфиболитовой толщи образуют крупные складчатые структуры северо-западного и субширотного простираний, в антиклинальных частях которых располагаются гранитоиды кировоградско-житомирского комплекса.

5. К породам протерозойской подвижной зоны отнесены метабазиты р. Саксагань и породы саксаганской серии кристаллических сланцев, образовавшиеся в доскладчатый этап развития этой подвижной зоны, и породы складчатого и постскладчатого этапа, представленные

Таблица 2

Возраст	Тектоническая обстановка	Интрузивные комплексы, осадочно-эффузивные формации	Породы
Нижний протерозой	Геосинклинальная	Постороженный этап	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Ультраосновные породы Девладово и др.</li> <li>2. Оливиновые диабазы</li> <li>1. Токовские розовые граниты</li> </ol>
		Ороженный этап	<p>Интрузивный гранитоидный комплекс</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Даниловские розово-серые граниты</li> <li>2. Чернокварцевые розовые граниты</li> <li>1. Серые бобринецкие граниты (?)</li> </ol>
		Доороженный этап	Осадочно-эффузивно-интрузивная формация
Архей		Постороженный этап	<p>Дайковый комплекс</p> <p>Амфиболитизированные диабазы рек Саксагань, Ингулец и др.</p>
		Ороженный этап	<p>Кировоградско-житомирский интрузивный комплекс</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Аплитоидные граниты, пегматиты, аплиты.</li> <li>3. Серые среднезернистые граниты житомирского типа: граниты рек Днепр и Мокрая Московка, Каменка.</li> <li>2. Порфирировидные граниты Кировоградского типа балки Рекаловая (р. Базавлук)</li> <li>1. Плагноклазовые граниты рек Саксагань, Базавлук, Мокрая Сура и Днепр.</li> </ol>
		Доороженный этап	Осадочно-эффузивно-интрузивная формация

бобринецкими серыми гранитами (?), боковянскими розовыми черно-кварцевыми гранитами и токовскими гранитами.

6. Породы саксаганской серии несогласно отлагались на частично эродированной поверхности замковых частей архейских складчатых субширотных структур. В частности, такая структура с указанным отношением к саксаганской серии совершенно отчетливо выступает в южной части Криворожского бассейна (р. Ингулец).

Аналогичные структуры с таким же отношением к саксаганской серии наблюдаются в районе рудников им. Первого Мая и Желтая Река.

7. Породы нижнепротерозойской подвижной зоны образуют складчатые структуры субмеридионального плана, т. е. структуры, резко отличающиеся от архейских северо-западных и субширотных.

8. Токовские граниты, по всей видимости, представляют собой построгоенные породы, связанные своим образованием с нижнепротерозойской подвижной зоной.

9. Метабазиты р. Саксагань и дайковые амфиболизированные диабазы рек Ингулец и Саксагань могут рассматриваться как породы различных фаций (излившейся и дайковой) одной и той же основной магмы.

10. Оливиновые диабазы, секущие саксаганскую серию пород, и метаультрабазиты с. Девладово, по-видимому, производные одной магмы.

11. Как и другие участки Украинского щита, кристаллический фундамент Никопольского марганцевого бассейна разбит крупными разломами на различных глубинах. Один из таких разломов широтного направления обнаруживается в районе с. Девладово, к нему приурочены интрузии ультрабазитов и связанные с ними месторождения силикатного никеля.

Не исключена возможность, что долина р. Базавлук лежит в области меридионального разлома; такое предположение подтверждается наличием в обнажениях, вскрытых этой рекой, большого количества даек.

12. Источником марганца месторождения Никопольского бассейна были кристаллические породы фундамента. При этом основные и ультраосновные породы содержат 0,1—0,25% Mn, что обычно в 5—10 раз превышает количество этого элемента в кислых породах. Содержание марганца связано прямой зависимостью с содержанием двухвалентного железа, с которым он находится в изоморфных отношениях.

#### КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА

В пределах Среднего Приднепровья кора выветривания имеет весьма широкое, почти повсеместное распространение (рис. 4). Она плащеобразно покрывает породы докембрия, и, следуя общему наклону их поверхности, погружается к югу, сначала весьма полого (1—1,5 м на 1 км), затем, начиная с широты приблизительно 47° 21', значительно более круто (5—6 м на 1 км).

Наиболее высоких отметок поверхность коры выветривания достигает на водоразделе между Днепровско-Донецкой и Причерноморской впадинами (+150 м). К югу от Днепровских плавней, на широте сел Большая Александровка, Нижний Рогачек и пос. Орлянск, породы докембрия и кора их выветривания погружаются на 100—120 м ниже уровня моря.

Поверхность коры выветривания расчленена целым рядом депрессий, напоминающих по своим очертаниям речные и балочные долины. Оси основных, магистральных, депрессий ориентированы обычно в направлении близком к меридиональному; с востока и запада в них



Рис. 4. Карта рельефа поверхности кристаллических пород и коры их выветривания территории Никопольского бассейна  
 1 — изогипсы поверхности кристаллических пород с положительными значениями; 2 — нулевая изогипса поверхности кристаллических пород; 3 — изогипсы поверхности кристаллических пород с отрицательными значениями; 4 — площади с абсолютными отметками поверхности кристаллических пород выше (+) 100 м; 5 — площади с абсолютными отметками поверхности кристаллических пород ниже (—) 100 м; 6 — депрессии (цифры на карте): 1. Томаковская, 2. Городищенская, 3. Никопольская, 4. Базавлукская, 5. Апостоловская, 6. Саксаганская, 7. Ингулецкая

впадают многочисленные разветвленные притоки. Нередко наиболее крупные депрессии оказываются расположенными вблизи долин современных рек, а иногда целиком совпадают с ними.

В направлении с востока на запад выделяются: Томаковская, Городищенская, Никопольская, Базавлукская, Апостоловская, Саксаганская и Ингулецкая депрессии.

Описанный выше характер рельефа поверхности коры выветривания обусловлен процессами эрозии и абразии, происходившими уже после того, как кора была сформирована. В связи с этим в руслах указанных депрессий кора выветривания имеет минимальное развитие, а в ряде случаев совершенно отсутствует. Следы интенсивных размывов наблюдаются также на возвышенных участках древнего рельефа, где абрадирующая деятельность наступающих третичных морей сказалась наиболее сильно.

Наилучшую сохранность кора выветривания имеет на склонах к депрессиям. Что касается первоначальной мощности коры выветривания, то она зависит от состава исходных пород, их структуры, текстуры и наличия тектонических нарушений. Несомненно имели значение и палеогеоморфологические условия, в которых происходило выветривание, однако этот фактор во многих случаях не может быть восстановлен. Максимальная мощность коры выветривания констатирована на кварц-хлоритовых и кварц-слюдистых сланцах в бассейне р. Чертомлык, где она составляет 100 м и более. Кора выветривания амфиболитов на слабо эродированных участках имеет мощность 30—40 м и лишь в отдельных случаях достигает 60—70 м. Такого же порядка цифры характеризуют мощность коры серпентинитов и перидотитов. На гранитах и мигматитах мощность коры выветривания обычно близка 10—15 м и, как правило, не превышает 20—30 м.

Естественные выходы коры выветривания встречаются редко. Небольшие обнажения ее, вскрывающие отдельные элементы профиля, известны по рекам Саксагань, Ингулец, Соленая, Базавлук, Чертомлык. На большей части территории кора выветривания залегает на глубине 50—100 м, покрываясь толщей осадков главным образом кайнозоя. Лишь в южной и юго-восточной частях района на разрушенных породах докембрия иногда имеются образования мелового возраста. Состав коры выветривания в полной мере определяется петрографическим характером исходных пород. Выделяется кора выветривания на породах кислого, основного и ультраосновного состава.

**Кора выветривания на кислых породах.** Кислые породы среди образований докембрия имеют преимущественное развитие. Они представлены гранитами различного состава и генезиса — плагиоклазовыми (саксаганскими), микроклин-плагиоклазовыми (житомирскими и др.), преимущественно микроклиновыми (токовскими, днепровскими), мигматитами перечисленных гранитов и гнейсами. Несмотря на разнообразие минералогического и химического состава гранитоидов, выветривание их происходит по принципиально одинаковой схеме. Полевые шпаты независимо от того, представлены ли они плагиоклазами (альбитом, олигоклазом) либо калишпатом, превращаются в каолинит. Как правило, такое замещение происходит непосредственно без образования промежуточных минералов, и лишь на отдельных участках, в нижних горизонтах профиля выветривания, наблюдается частичное замещение полевых шпатов сначала чешуйками гидрослюда, по которому уже в более верхних горизонтах образуется каолинит. Однако подобная «стадийность» имеет спорадический характер, и ни в одном случае гидрослюда не встречена в виде более или менее выдержанного переходного горизонта, как это имеет место в других районах СССР. Биотит в коре выветривания превращается в гидробиотит, иногда в хлорит, которые, в свою очередь, разлагаются с образованием

минералов гидроокиси железа — гетита и гидрогетита, окрашивающих каолин в верхних зонах профиля в буроватые цвета. Кварц обычно остается без изменения и лишь частично гранулируется и пелитизируется. В некоторых случаях наблюдается образование вторичного кварца, по-видимому, за счет кремнезема, оставшегося в избытке при каолинизации полевых шпатов. С разложением последних связаны встречающиеся иногда стяжения карбонатов.

Количественные соотношения минералов в коре выветривания гранитов подвержены значительным колебаниям главным образом в связи с различным содержанием в исходных породах кварца и темноцветных минералов. Присутствие в гранитах и мигматитах ксенолитов более древних пород (амфиболитов, гнейсов, сланцев) несколько усложняет состав их коры выветривания, обуславливая появление в ней минералов, свойственных основным и ультраосновным породам. Кора выветривания мигматизированных плагиогранитов из Широковского и Никопольского районов показала следующий средний состав главных породообразующих минералов: каолинит — 50—60%; кварц — 25—30%, гетит и гидрогетит — 4—10% (главным образом в верхней части профиля); гидробиотит и гидрохлорит — 2—10% (чаще всего в нижних горизонтах разреза). Химический состав коры выветривания рассматриваемых пород в основном зависит от количества кварца и гидроокислов железа. Отмученная часть породы из маложелезистых участков имеет состав, близкий к теоретическому каолиниту (табл. 3).

Таблица 3

Глубина, м	Наименование породы	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO
76,55—77,4	Каолин белый с кварцем	52,2	28,17	8,71	—	0,22	—	—
77,4 —78,3	Каолинизированный мигматит	67,9	21,18	1,76	-	0,79	—	—
94,05—97,1	Мигматит плагиогранита	72,04	12,7	0,1	2,7	0,36	2,87	6,09

Гнейсы в связи с большим содержанием в них биотита и роговых обманок при выветривании дают пестроокрашенные, сильно железистые каолины, похожие по внешнему облику на кору выветривания амфиболитов (см. ниже), но отличающиеся от нее большим содержанием кварца и отсутствием гиббсита в верхней части разреза.

**Кора выветривания на основных породах.** Среди основных пород преобладающим распространением пользуются амфиболиты и связанные с ними разнообразные сланцы, образующие несколько довольно крупных массивов (Никопольский, Высокопольский и др.), а также встречающиеся в виде многочисленных более мелких тел.

Главнейшими породообразующими минералами амфиболитов являются амфибол и плагиоклаз. Количественные соотношения указанных минералов варьируют в значительных пределах. Амфибол, как правило, преобладает; содержание его составляет 60—80%, иногда несколько больше, но почти никогда не ниже 40%. Представлен он зеленой роговой обманкой. Плагиоклаз отвечает олигоклазу и андезину; на некоторых участках встречается более основная разновидность — лабрадор, на других — более кислая — альбит. Кора выветривания на амфиболитах в вертикальном направлении имеет четко выраженное зональное строение. Выделяются следующие зоны (снизу вверх): 1) разрушенных амфиболитов; 2) монтмориллонитовая; 3) гидрогетит-каолинитовая; 4) гидрогетит-гиббситовая.

Зона разрушенных амфиболитов имеет практически повсеместное распространение. Мощность ее обычно близка 5—7 м и редко достигает более высоких значений. Формирование указанной зоны, соответствующей первой стадии выветривания амфиболитов, обусловлено процессами дезинтеграции породы и частичного выщелачивания ее. На отдельных участках, главным образом по трещинам, проявляются каолинизация, монтмориллонитизация и ожелезнение. Порода в целом приобретает светло-зеленовато-серый цвет, резко отделяясь от более темноокрашенных свежих амфиболитов. В химическом отношении в 3—4 раза уменьшается количество Са, Mg, K и Na. Значительная часть закисного железа переходит в окисное, некоторое количество железа мигрирует. Вынос глинозема и кремнезема происходит в весьма небольшом размере, и количественные соотношения указанных элементов между собой остаются близкими к тем, какими они были в исходной породе, однако в связи с миграцией щелочей и щелочноземельных элементов относительное количество глинозема и кремнезема несколько увеличивается. Для выяснения характера процессов, происходящих на начальной стадии разрушения амфиболитов, значительный интерес представляют данные изменения химического состава роговых обманок, выделенных из свежих и разрушенных амфиболитов, приводимые ниже, в табл. 4 (материалы Е. С. Шалыт).

Таблица 4

Порода	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	П.п.п.	Сумма
Амфибол выветрелый	50,38	17,28	10,11	3,37	0,73	3,59	3,3	0,31	0,42	7,55	99,93
Амфибол свежий	45,68	13,18	0,97	16,24	1,89	8,69	9,45	0,95	0,44	2,38	99,87

Кальций, частично магний и железо, выделяющиеся из состава первичных минералов, нередко образуют прожилки и стяжения карбонатов (кальцита, доломита, сидерита). Кверху разрушенные амфиболиты постепенно замещаются глинистыми минералами (монтмориллонитом и каолинитом) — рис. 5.

Монтмориллонитовая зона имеет небольшую мощность, обычно не превышающую 10 м. Сложена эта зона однообразным глинистым материалом светлого, зеленовато-серого цвета, жирным на ощупь, иногда восковидным. На ряде участков в породе отчетливо сохраняется реликтовая структура амфиболитов. В верхней части зоны наблюдается бурое окрашивание гидроокислами железа, иногда по трещинам проникающее довольно глубоко к основанию слоя. Зона состоит главным образом из минералов группы монтмориллонита (до 80%), вторым по распространенности является каолинит (до 40—45%), постоянно, хотя и в значительно меньшем количестве (до 20%), присутствуют минералы гидроокислов железа. Встречаются также гидробиотит, гидрохлорит и карбонаты. Из остаточных минералов содержится амфибол, плагиоклаз, кварц, эпидот, ильменит, магнетит, турмалин и др. Среди минералов группы монтмориллонита Е. С. Шалыт выделяет монтмориллонит и бейделлит, различающиеся по показателям преломления. Однако присутствие бейделлита не подтверждается рентгеноструктурными исследованиями Е. Г. Куковского. Как показывают многочисленные наблюдения, минералы группы монтмориллонита в большинстве случаев образуются в результате выветривания роговых обманок. Первой стадией выветривания основных плагиоклазов, по мнению Е. С. Шалыт, также является монтмориллонитизация, в то время как



кислые разности плагиоклазов дают каолинит. По данным Е. Г. Куковского, основанным главным образом на рентгеноструктурных методах анализа, роговая обманка при выветривании непосредственно замещается гидрохлоритом и гидрослюдами, образующими довольно постоянный горизонт, расположенный над разрушенными амфиболитами;

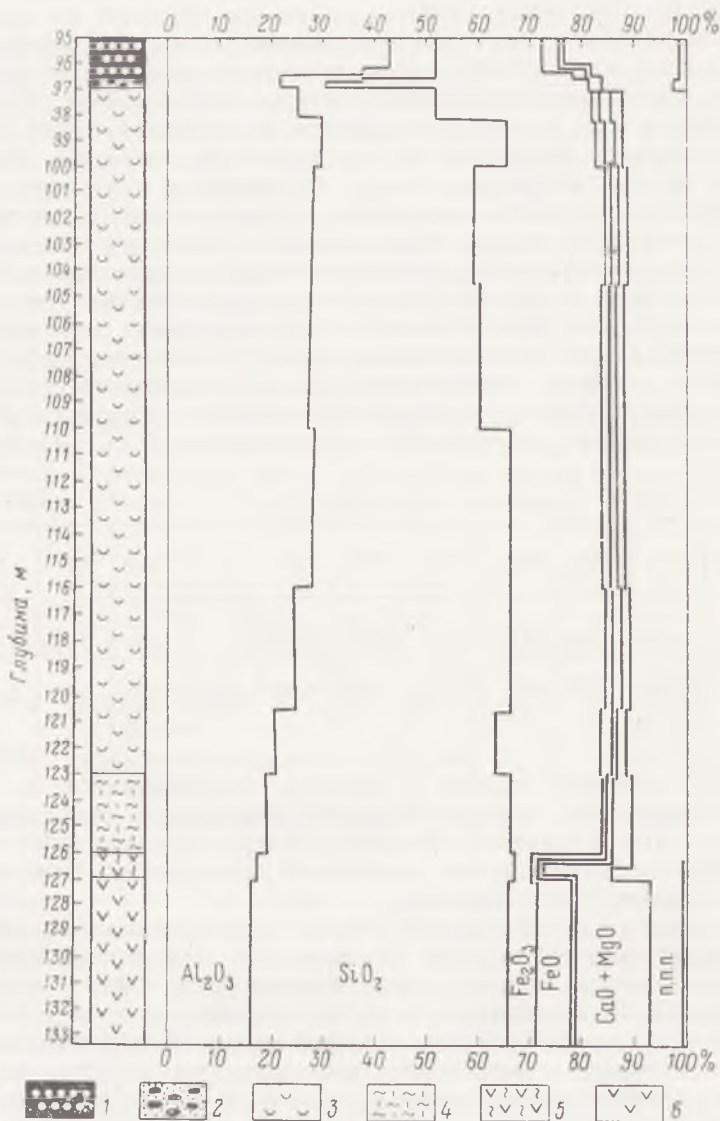


Рис. 5. График изменения химического состава коры выветривания амфиболитов с глубиной

1 — боксит каменистый; 2 — боксит рыхлый; 3 — пестроокрашенные каолины; 4 — монтмориллонитовая порода; 5 — амфиболит разрушенный; 6 — амфиболит свежий

в более верхних горизонтах профиля выветривания гидрослюда и гидрохлорит переходят в монтмориллонит. Хлорит и биотит, присутствующие в амфиболитах, эндогенного происхождения; дают при выветривании каолинит. По наблюдениям этого же автора, плагиоклазы амфиболитов при разрушении всегда замещаются также каолинитом, минуя монтмориллонитовую стадию. Карбонаты присутствуют в количестве, обычно не превышающем 2—5%. Среди них чаще всего встречается сидерит.

Гидрогетит-каолининовая зона составляет обычно преобладающую часть профиля выветривания амфиболитов. Естественные выходы ее известны в ряде пунктов Никопольского района (р. Соленая, балка Чертомлык) и на Северном Криворожье (окрестности с. Веселые Терны и др.). Мощность гидрогетит-каолининовой зоны до 40 м, обычно же близка к 20—25 м. По внешнему виду она резко отличается от нижележащего горизонта своей пестрой окраской, причем доминируют красные, бурые, охристо-желтые, фиолетовые и другие цвета, распределяющиеся в виде пятен и полос различного размера, причудливой формы. В нижней части зоны на ряде участков встречается реликтовая структура исходной породы, особенно хорошо подчеркиваемая секущими прожилками кварца и пегматита, которые, как правило, оказываются менее интенсивно выветрелыми, чем вмещающий их амфиболит. Кверху признаки материнских пород исчезают. Основными породообразующими минералами зоны являются каолинит, галлузит, гидрогетит и гидрогематит. Изредка, в небольшом количестве обычно вдоль трещинок, находится гиббсит. В ряде случаев констатированы опал и халцедон. В качестве реликтовых минералов встречаются кварц, ильменит, лейкоксен, турмалин, гидрослюда и др. Количество каолинита обычно 60—70%; в маложелезистых разностях увеличивается до 90%; на ожелезненных участках уменьшается до 10—15%. Представлен каолинит двумя разновидностями — дисперсной и чешуйчатой, причем первая явно преобладает. В отдельных случаях наблюдаются непосредственные замещения каолинитом плагиоклазов, гидрослюд, хлоритов.

Гидроокислы железа пропитывают каолинит, образуя стяжения и неправильные прослойки различных размеров. Иногда скопления гетита и гидрогетита сохраняют форму зерен амфибола. Кварц встречается спорадически и имеет явно реликтовый характер.

Гидрогетит-гиббситовая зона венчает профиль выветривания основных пород. В составе ее выделяются два горизонта: нижний — каолинит-гидрогетит-гиббситовый и верхний — гидрогетит-гиббситовый (бокситовый). Нижний горизонт является переходным от пестроцветных каолинов к бокситу. Он имеет преимущественную мощность 0—3 м и представляет собой породу бурого и красновато-бурого цвета, отличающуюся по внешним признакам от нижележащих каолинов более равномерной окраской и меньшей пластичностью. Состоит рассматриваемая порода главным образом из каолинита, минералов гидроокиси железа и гиббсита. Последний имеет подчиненное значение и встречается обычно в виде тонкодисперсной массы. На отдельных участках, обычно в основании слоя, гиббсит образует стяжения неправильной формы, иногда напоминающие бобовины.

Верхний горизонт представлен бокситами, мощность которых большей частью близка 1—2 м и лишь в отдельных случаях достигает 6—8 м. Цвет бокситов бурый различных оттенков, чаще всего коричневатобурый, иногда красноватый, на некоторых участках (главным образом в верхней части слоя) зеленоватый. Среди них выделяются две основные разновидности — каменистая и рыхлая. В каменистых бокситах часто наблюдается бобовая структура, однако во многих случаях бобовины выражены плохо, сливаясь с цементом, имеющим, как правило, колломорфное строение. Нередко наблюдаются «червеобразные» бокситы, весьма сходные по внешнему облику с латеритными бокситами Индии и Африки.

Рыхлые бокситы представляют собой землистую непластичную массу то довольно однородную тонкозернистую, то содержащую бобовины и желваки каменистого боксита; обычно они слагают нижнюю часть горизонта, покрываясь слоем каменистого боксита. В Никопольском бассейне и на соседних с ним площадях бокситы образуют ряд

залежей, наиболее крупные из которых расположены в Широковском районе (Высокопольское месторождение).

По минералогическому составу бокситы относятся к трехгидратному типу. Основным породообразующим минералом их является гиббсит. На отдельных участках одновременно с гиббситом в небольших количествах встречается бёмит. Минералы гидроокиси железа представлены гидрогетитом и гидрогематитом. Среди глинистых минералов, общее количество которых обычно не превышает 8—15%, находятся каолинит, галлуазит, монтмориллонит. В виде незначительных примесей в бокситах встречаются опал, халцедон, кварц, кальцит, сидерит, цеолиты, пирит, магнетит, ильменит, лейкоксен, рутил, турмалин, циркон, цоизит, ставролит, серицит, тальк и др. В химическом отношении около 70% породы составляют окиси глинозема и железа. Из остальных 30% преобладающая часть принадлежит воде и кремнезему, в небольшом количестве (1—3%), но постоянно встречается окись титана. Остальным элементам (Ca, Mg, Mn, CO<sub>2</sub> и др.) принадлежит ничтожная роль и суммарное количество их обычно не превышает 1—2%.

Средний химический состав бокситов: SiO<sub>2</sub> 7,0—8,5%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 38—39%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 29—30%; TiO<sub>2</sub> 1—3%; п. п. п. 20—22%; CaO, MgO, S, CO<sub>2</sub> и др. — в сумме 1—2%. Химический состав пород профиля выветривания амфиболитов приведен в табл. 5.

Таблица 5

Химический состав пород профиля выветривания амфиболитов по одной из скважин Широковского района

Порода	Глубина, м	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	П.п.п.	Сумма
Боксит	95	9,14	42,59	20,24	—	3,22	0,13	0,16	23,25	98,73
	96,5	6,82	30,81	40,48	—	2,61	0,11	0,14	18,8	99,77
Бокситовая порода Каолин железистый	97	8,6	21,4	51,2	—	2,31	—	—	16,1	99,61
	98,2	26,56	25,36	29,37	1,99	2,01	0,97	1,33	12,2	99,79
Монтмориллонитовая порода	116	36,24	30,05	17,65	1,31	1,13	0,83	1,02	11,94	100,17
	126	46,24	20,45	18,05	1,21	0,96	0,96	1,21	10,82	99,9
Амфиболит	133	49,34	17,06	5,2	6,72	0,88	7,43	6,93	5,73	99,29

**Кора выветривания на ультраосновных породах.** В зависимости от состава ультрабазитов выделяется кора выветривания серпентинитов, актинолит-тремолитовых, тальковых и хлоритовых пород.

Кора выветривания на серпентинитах имеет распространение главным образом в пределах западной части Никопольского бассейна (рудник им. Орджоникидзе, окрестности сел Ново-Алексеевка, Чертомлык, Усть-Каменка и др.). Отдельные небольшие участки ее встречены в Апостоловском, Широковском и других районах.

В полном разрезе коры выветривания серпентинитов устанавливается три зоны (снизу вверх): 1) зона выщелоченных и разрушенных серпентинитов; 2) зона нонтронитов и 3) зона охр. Наибольшей выдержанностью характеризуются охры; нонтрониты в большинстве случаев отсутствуют совершенно или имеют небольшие мощности и оказываются в значительной степени ожелезненными.

В зоне выщелачивания серпентиниты приобретают более светлую — голубовато-серую окраску, становятся менее плотными, часто кавернозными, на некоторых участках ячеистыми. Изменяется химический состав серпентинитов. В частности, происходит интенсивный вынос MgO, количество которого уменьшается от 35—38% в свежей породе до 25—20% в верхних частях зоны выщелачивания. Обнаруживается явная тенденция к накоплению окислов алюминия и железа. Так, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

содержание которого в свежих серпентинитах обычно не превышает 3%, в разрушенных породах достигает 5—10%. В несколько раз увеличивается также количество железа. Закономерно концентрируется в коре выветривания никель, количество которого в зоне выщелачивания на некоторых участках достигает промышленных значений. Мощность выщелоченной зоны обычно измеряется 5—7 м и лишь в отдельных случаях достигает 15 м. В минералогическом отношении основную массу породы составляет серпентин, представленный главным образом антигоритом, значительно реже — хризотилом и серпофитом. Широко развиты процессы окремнения и карбонатизации. Среди остаточных минералов находятся также тальк, магнетит, значительно реже хлорит и амфибол.

Зона нонтронита имеет мощность 10—20 м. Сложена она довольно однообразной, плотной глинистой породой, зеленого или бурого цвета, большую часть которой составляет нонтронит. Кроме него, присутствуют хлорит, джефферизит, магнетит, гидрогетит, отдельные зерна актинолита и тремолита. Основными компонентами, входящими в состав нонтронитов, являются кремнезем (20—35%), глинозем (8—15%) и окись железа (20—45%). Из остальных элементов более или менее постоянно, хотя и в сравнительно небольших количествах, встречаются закисное железо, магний, хром, титан. Содержание никеля в породах нонтронитовой зоны достигает максимальной величины по профилю выветривания, составляя в среднем 1,1—1,2%. Нонтрониты являются основной рудой на силикатный никель, и к указанному горизонту приурочена большая часть его запасов. На территории Никопольского бассейна нонтронитовая зона не имеет сплошного распространения, что, по-видимому, объясняется широким распространением среди ультрабазитов карбонатизированных и оталькованных разностей, в результате выветривания которых образуются охры.

Зона охр венчает профиль выветривания серпентинитов. Мощность ее колеблется в широких пределах, достигая 40 м. Охры представляют собой довольно рыхлую глинистую породу бурого цвета, различных оттенков (красноватого, охристого, коричневого и др.). В составе их основная роль принадлежит минералам гидроокиси железа (гидрогетиту, гидрогематиту и др.); постоянно присутствуют каолинит и галлуазит; реже монтмориллонит. Часто встречаются карбонаты, опал, халцедон. В верхних горизонтах находится гиббсит. Среди реликтовых минералов наблюдается магнетит, тремолит, актинолит, хлорит, пироксен, силлиманит, дистен, рутил и др.

Химический состав охр довольно однообразен. Основным компонентом их всегда является окись железа, составляющая в большинстве случаев более половины породы (52—65%). Содержание кремнезема невелико; обычно оно близко 10% (иногда меньше) и, как правило, не превышает 15—17%. Приблизительно в таких же количествах находится глинозем. При этом в нижней части зоны охр кремнезема обычно несколько больше, чем глинозема, в верхней части слоя глинозем нередко преобладает над кремнеземом. Постоянно, хотя и в небольших количествах (0,5—3%), находятся титан и хром. Содержание никеля в рассматриваемых породах в среднем близко 0,5%, т. е. в 2,5—3 раза меньше, чем в нонтронитах. При содержании железа (в пересчете на металл) 30—40% и никеля 0,3—0,6% охры являются железной рудой, естественно легированной никелем. Химический состав пород профиля выветривания серпентинитов по одной из скважин приведен в табл. 6.

**Кора выветривания актинолитовых и тремолитовых сланцев** по своему составу и строению в общем сходна с корой выветривания серпентинитов. Здесь также выделяются 3 зоны: 1) разрушенных и выщелоченных материнских пород; 2) нонтронитов и 3) охр.

Химический состав пород профиля выветривания серпентинитов по одной из скважин

Порода	Глубина, м	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	NiO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	H <sub>2</sub> O	Сумма
Охра	64,5	12,11	17,85	55,45	—	0,9	0,18	0,51	0,98	1,35	1,62	7,89	98,84
Нонтронит	66	25,97	9,44	43,72	3,43	0,35	—	1,63	0,88	3,63	1,22	8,43	98,7
Серпентинит раз- рушенный	68	35,77	6,22	24,66	2,43	0,26	0,05	1,32	1,01	20,78	1,25	5,98	99,73
Серпентинит	82	34,31	3,05	8,24	2,77	0,12	—	0,27	0,88	39,14	0,72	9,68	99,18

Таблица 7

Изменение химического состава пород профиля выветривания актинолитовых сланцев (р. Чертомлык, расчистка)

Порода	Глубина, м	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	H <sub>2</sub> O	Сумма
Охра	1,8	15,32	10,48	60,78	1,9	1,05	—	0,94	0,69	0,3	7,66	99,12
Нонтронит	3,3	40,56	10,55	30,3	1,32	0,58	0,02	1	4,16	0,4	9,66	98,55
Актинолитовый сланец	4	53,28	1,3	9,52	6,16	0,2	0,12	0,72	14,95	10	3,3	99,55

В процессе выветривания происходит вынос щелочных земель и кремнезема, переход железа из закисного состояния в окисное. В связи с выносом из породы кальция, магния и кремниевой кислоты значительно увеличивается относительное количество алюминия, железа, титана и никеля. При этом все указанные элементы подвергаются некоторому перераспределению внутри коры выветривания в зависимости от конкретных гидрохимических условий участка. В ряде случаев происходит концентрация глинозема и образование в верхних частях профиля выветривания пород, близких по своему составу бокситам (р. Чертомлык, села Ново-Алексеевка, Богдановка и др.). Изменение химического состава пород профиля выветривания актинолитовых сланцев (р. Чертомлык, расчистка) приведено в табл. 7.

**Кора выветривания тальковых сланцев** представлена разрушенными сланцами, непосредственно переходящими в охры. Последние обычно оказываются очень пластичными и жирными на ощупь в связи с большим содержанием в них неразложившегося талька. Количество железа в таких охрах близко 20—25%, а среднее содержание никеля редко превышает 0,1—0,2%. Характерным отличием рассматриваемых пород от охр, образовавшихся на серпентинитах, является, кроме того, повышенное содержание в них кремнезема и отсутствие глинозема в свободной форме.

**Кора выветривания хлоритовых сланцев.** Хлоритовые породы на юге СССР не образуют сколько-нибудь крупных самостоятельных массивов; они известны в виде небольших жилкообразных тел и оторочек в зоне контактов серпентинитов с вмещающими породами мощностью, обычно не превышающей 1—5 м. В большинстве случаев хлоритовые породы при выветривании превращаются в охру, содержащую свободный глинозем и слабо легированную никелем. При залегании в непосредственном контакте с крупными массивами никеленосных серпентинитов хлоритовые породы в начальной стадии выветривания адсорбируют из растворов никель, превращаясь в никелистую разность — джефферизит. В некоторых случаях отмечены переходы хлоритовых пород при выветривании в галлуазит и каолинит.

**Возраст и условия образования коры выветривания.** Вопрос о возрасте коры выветривания южного склона кристаллического щита до последнего времени оставался не вполне ясным. Можно было уверенно говорить лишь о том, что кора сформировалась до среднего эоцена, так как на ряде участков Никопольского бассейна она покрывается бучакскими слоями. В последние годы на склонах Причерноморской и Днепровско-Донецкой впадин было установлено залегание самых верхних горизонтов коры выветривания (в том числе и элювиальных бокситов) ниже альбского и аптского ярусов, и, таким образом, выяснилось, что образование коры выветривания завершилось уже в первой половине нижнего мела.

Вопрос о нижней возрастной границе коры довольно точно определяется тем обстоятельством, что на Северном Приазовье (район Покрово-Киреевки) интенсивному выветриванию и преобразованию в пестроцветные каолины подвергались юрские эффузивы.

Присутствие среди отложений нижнего мела и юры бокситов и бурых углей, а также четко выраженный латеритный характер профиля выветривания свидетельствуют о том, что образование коры выветривания в рассматриваемом районе происходило в условиях жаркого и влажного климата. Материалы, полученные главным образом в связи с изучением бокситоносности Украины, показали, кроме того, что образование различных зон коры выветривания происходило, по видимому, одновременно, причем каждая зона формировалась непосредственно из исходной кристаллической породы, а не путем последовательного превращения указанной породы сначала в выщелоченные

разности, затем в нонтрониты или монтмориллониты, последние — в охры и пестроцветные каолины и, наконец, в бокситы. Причина вертикальной зональности коры выветривания заключается, вероятно, в затухании интенсивности процессов выветривания с глубиной, обусловленной главным образом уменьшением по мере удаления от дневной поверхности количества просачивающихся вод, изменением их растворяющей способности и увеличением концентрации водородных ионов.

## МЕЗОЗОЙСКИЕ И КАИНОЗОЙСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

В пределах описываемого района осадочная толща представлена породами мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов.

На правом берегу, в границах собственно Никопольского марганцеворудного бассейна, имеют распространение только кайнозойские отложения; на левобережье, южнее Каховского водохранилища под кайнозойскими отложениями появляются породы мелового возраста. Мощность осадочных пород в Никопольском бассейне 50—120 м, на левобережье до 150 м, а в зоне Молочанского грабена 400 м.

Отложения мелового возраста распространены лишь на юге и представлены песчано-глинистыми отложениями нижнемелового возраста (апт-альб) и карбонатными породами верхнего мела.

В пределах описываемой территории наблюдается весь комплекс палеогеновых отложений; наиболее полный стратиграфический разрез палеогена характерен главным образом для левобережной, южной части района. По мере приближения к приподнятым участкам щита происходит его сокращение.

Из неогеновых отложений в этом районе палеонтологически охарактеризованы отложения среднего миоцена (томаковские слои, чокракский, караганский, конский горизонты), а из верхнемиоценовых — сарматский и мэотический ярусы. Из плиоценовых отложений широким распространением пользуются породы понтического яруса.

Самые молодые кайнозойские образования — четвертичные (антропогеновые отложения) — на территории Никопольского марганцевого бассейна имеют сплошное распространение (табл. 8).

### Меловые отложения

Наиболее древние осадочные отложения на описываемой территории — отложения мелового возраста.

Сплошным покровом меловые отложения залегают южнее Каховского водохранилища, примерно к югу от г. Большая Белозерка. На востоке они распространяются в пределы Больше-Токмакского месторождения марганцевых руд и простираются дальше в Конкско-Ялыньскую впадину. У Приазовского массива они выклиниваются. В пределах собственно Никопольского марганцевого месторождения и западнее от него до р. Ингулец, меловые отложения отсутствуют.

Отложения мелового возраста на юге района залегают довольно глубоко (250—350 м) и поэтому были трудно доступны для изучения. Только в послевоенное время большое количество глубоких скважин, пробуренных на этой территории при проведении геологической съемки, а также при поисково-разведочных работах, позволили выяснить условия залегания, литолого-фациальный характер и возраст пород меловой толщи.

В толще меловых пород выделяются нижне- и верхнемеловые отложения, совершенно различные в генетическом отношении по литологическому составу и характеру залегания.

### Нижнемеловые отложения

Породы этого возраста были вскрыты многими скважинами в погруженной зоне докембрийского фундамента только на левобережье Днепра, главным образом на водоразделе рек Днепр и Молочная, а также в пределах Больше-Токмакского месторождения марганцевых руд. Они залегают на кристаллических породах докембрия или их коре выветривания, под карбонатной, преимущественно мергельно-меловой толщей верхнемелового возраста.

На участках с более низкими отметками фундамента эта толща представлена морскими мелководными и глинистыми отложениями (мощность до 12 м), содержащими фауну фораминифер и растительные обуглившиеся остатки.

На относительно более высоких участках залегают породы континентальной фации, преимущественно пестроцветные вторичные каолины и кирпично-красные бокситоподобные породы крупнобобовой структуры мощностью до 60 м. Местами эти пестроцветные породы перекрываются морскими опоковидными аргиллитоподобными глинами.

Нижнемеловой возраст этой толщи определяется по спорово-пыльцевым комплексам и фауне фораминифер из морских пород.

В опоковидных глинах, по данным О. К. Каптаренко-Черноусовой, были встречены фораминиферы — *Nodosaria nana* Reuss., *Lenticulina munsteri* Roem. et Sch., *Gyroidina nitida* (Reuss), свидетельствующие об альбском возрасте вмещающих пород. Спорово-пыльцевой спектр из черных глин континентальной толщи также говорит об их апт-альбском возрасте (Баранова, Геворкьян, Романова, Плотникова, 1960).

### Верхнемеловые отложения

Граница между морскими ниже- и верхнемеловыми отложениями не всегда четкая. В пределах Белозерского месторождения темные опоковидные глины с нижнемеловой микрофауной постепенно переходят в опоки, а затем в крепкие спонголитовые породы. В опоках была встречена *Exogira* cf. *conica* Sow., а также *Anomalina* aff. *berthelini* Kell., *Cibicides* aff. *vassilenkoe* Orb., характерные для отложений сеноманского возраста.

Выше опоковидных пород сеноманского возраста, а местами непосредственно на кристаллических, залегают известковистые породы, возраст которых определен как кампанский и маастрихтский. Отложения кампанского яруса представлены преимущественно песчаными мергелями с обломками раковин остракод, спикулами губок и фауной фораминифер, среди которой были встречены: *Anomalina monterelensis* Marie, *A. clementiana* var. *laevigata* Marie; *Eponides karstoni* R. S. S., *Cibicides spiro-punctatus* Gall et Morr.

Отложения маастрихтского возраста пользуются наиболее широким распространением, обычно характеризуются преобладанием мергелей, которые выше по разрезу сменяются известковистыми песчаниками и песками. Породы эти содержат богатую и разнообразную фауну фораминифер. Наиболее характерные из них *Eponides frankoi* Brotz., *Anomalina* aff. *pertusa* (Mars.), *A. umbilicatula* Msall., *Cibicides bembix* (Mars.) и многочисленные раковины *Sidorolites* sp.

В пределах описываемого района северная граница распространения верхнемеловых отложений проходит восточнее с. Верхний Рогачек, севернее с. Малая Белозерка и несколько южнее с. Васильевка. Больше-Токмакское месторождение марганцевых руд располагается южнее проведенной границы, и все вышеуказанное о верхнемеловых отложениях в полной мере характерно и для меловых пород, развитых в районе Большого Токмака. Мощность альб-сеноманских отложений до 34 м, сеноманских 26 м, кампанских и маастрихтских — 90 м.



Литолого-стратиграфическая схема мезо-кайнозойских отложений Никопольского марганцевого бассейна

Система	Отдел и подотдел	Ярус, свита	Правобережье Днепра	Левобережье Днепра
Антропоген	Верхний голоцен		Современная почва, лессовый делювий, пролювиальные отложения конусов выноса, аллювий пойменных террас	
	Средний плейстоцен	Полесский Припятский Днепровский	Лессовые породы междуречий с одной-двумя, реже тремя ископаемыми почвами; аллювиальные пески и суглинки вторых террас Днепра и его притоков. Лессы третьих террас	
	Нижний постплейстоцен	Тираспольский	Суглинки красно-бурые Аллювиальные глины, супеси и пески Никопольской террасы Днепра	Пески древних террас рек Арабка и Молочная
Неоген	Плиоцен	Верхний	Апшеронский Акчагыльский	Красно-бурые глины Пески древних террас (Буряковская балка и др.) Красно-бурые глины. Пески (с прослоями глин) древних террас: Каирской, Каменской, Токмакской и др. Глины и пески бассейна р. Молочная (морская фация). Глины, пески, оолитовые железистые песчаники с прослоями бурого железняка бассейна р. Молочная (морская фация)
		Средний	Куяльницкий Киммерийский	
Неоген	Миоцен	Нижний	Понтический	Известняки оолитовые и ракушечные, мергели, глины и пески
			Мэотический	Глины, известняки ракушечные. Глины и пески (топиловские слои)
		Верхний	Сарматский	Глины, мергели, известняки ракушечные и оолитовые (нижний, средний и верхний сармат). Конгломераты, пески
			Тортонский Гельветский (?)	Глины, мергели, известняки и пески (конкский, караганский, чокракский горизонты и томаковские слои)

Палеоген	Олигоцен		Харьковская (нижний и средний майкоп)	Глины зеленые, марганцевые и карбонатные образования, разномерные глауконитовые пески	Пески кварцевые, глины зеленовато-серые известковистые, глины известковистые с остракодами, глины зеленые, марганцевые, карбонатные образования, глины или пески разномерные, кварц-глауконитовые
	Эоцен	Верхний	Киевская	Пески, алевриты, глины известковистые	Глины бескарбонатные, мергели, в основании кварц-глауконитовые разномерные пески
		Средний	Бучакская	Глины и пески глинистые с глауконитом и фауной (бучакская свита бассейна р. Ингулец)	Глины углистые, вторичные каолины и пески с прослойками бурого угля (континентальная фация)
		Нижний	Каневская	Углистые глины, бурые угли, вторичные каолины и разномерные пески (континентальная фация)	
Палеоцен					
Мелояз	Верхний	Маастрихтский	Отсутствуют	Пески и песчаники известковистые с глауконитом, трепеловидные породы	
		Кампанский		Мергели с глауконитом и кремнистыми стяжениями, опоковидные известковистые породы	
		Сантонский		Пески с глауконитом, мергели песчаные, песчаники известковистые	
		Сеноманский		Опоки и песчаники известковистые, глинистые, глауконитовые.	
	Нижний	Альбский	?	Глины опоковидные темно-серые (морская фация) / Глины углистые, каолины вторичные с прослойками песка (континентальная фация)	
Мезозой			К о р а в ы в е т р и в а н и я д о к е м б р я		
Докембрий			Мигматиты, граниты, гнейсы и др.		

## Палеогеновые отложения

В пределах Южно-Украинского марганцеворудного бассейна и на прилегающей к нему территории палеогеновые отложения в целом имеют довольно широкое распространение. Однако на данной территории разновозрастные породы палеогена распространены довольно ограниченно. Локальность развития этих пород и частые изменения литологического состава разновозрастных отложений, особенно на толще собственно бассейна, были обусловлены, с одной стороны, положением бассейна на приподнятой части склона Украинского кристаллического щита, характеризующегося очень сложным рельефом поверхности докембрия, с другой — распространением морских трансгрессий в различные века палеогенового периода. Эти факторы в основном и влияли на условия осадконакопления и литологический состав палеогеновых отложений, а в дальнейшем — и на сохранение их от последующих размывов.

Палеогеновые отложения на исследуемой площади начинаются песчано-глинистыми породами преимущественно континентальной фации палеоцен-нижне-среднеэоценового (?) возраста, приуроченными исключительно к пониженным формам допалеогенового рельефа. Выше залегают морские, литологически довольно разнообразные породы верхнего эоцена, а затем — олигоцена. На отдельных участках по р. Ингулец — села Широкое, Высокополье и др. — (Клюшников, 1953а, Коробков, 1959) и по р. Базавлук (с. Покровское, западнее с. Чкалово) отмечается присутствие морских среднеэоценовых отложений (Клюшников, 1953б), а в морской толще верхнего эоцена выделяются континентальные отложения — западный склон Приазовского массива (Селин, 1960а).

Нижняя граница палеогеновых отложений на значительной части территории определяется довольно четко вследствие их непосредственного залегания на породах докембрия или на коре выветривания.

Южнее Каховского водохранилища, в восточной части описываемого района, в подошве палеогена залегают верхнемеловые отложения, а потому установление нижней границы палеогена несколько усложняется. Здесь, между палеонтологически охарактеризованными породами верхнего мела и континентальными отложениями палеогена, залегают морские породы мощностью 5—15 м, представленные опоками, разнозернистыми песками с глауконитом и глинами. Отсутствие в этой толще фаунистических остатков затрудняет определение ее возраста. По положению этих пород в разрезе — над мергелями маастрихта и под песчано-глинистой углистой толщей палеогена — они относятся разными исследователями то к маастрихту, то к дату, то к палеоцену (Басс, 1941; Клюшников, 1953; Баранова, Молявко, Борисенко, 1960; Баранова, Геворкьян и др., 1960).

Результаты исследований И. М. Покровской спорово-пыльцевых пород этого интервала показали преобладание пыльцы субтропических и жестколиственных растений, вполне сопоставимой с палеоценовыми пыльцевыми спектрами восточного склона Урала и Западно-Сибирской низменности и имеющей очень мало общего с датскими и маастрихтскими комплексами.

Верхнюю стратиграфическую границу палеогена принято проводить по кровле яблочно-зеленых глин, генетически связанных со всей глинистой рудоносной марганцевой толщей олигоцена (Носовский, 1957а; Ярцева, 1959; Селин, 1960б). На размытой поверхности зеленых глин с большим несогласием залегают разные по возрасту отложения неогена; последние в местах отсутствия палеогеновых пород ложатся непосредственно на кристаллические образования докембрия.

В границах описываемой территории можно наметить два района, различные по геологическому строению, по характеру и условиям залегания палеогеновых пород. Первый район — все правобережье Днепра в пределах щита, где залегание коренных пород близко к дневной поверхности (собственно Никопольский марганцеворудный бассейн), и левобережная северная часть Приднепровья, примерно по широте южной границы Каховского водохранилища. Второй район может быть выделен на левобережье, южнее Каховского водохранилища, на погруженной части склона щита, характеризующегося более полным комплексом меловых, палеогеновых и неогеновых пород; в пределах этого района располагается Больше-Токмакское месторождение марганцевых руд.

В пределах обнаженной части щита отложения палеогенового возраста местами выходят на дневную поверхность (бассейн р. Базавлук, местами по р. Ингулец), на преобладающей же части описываемой территории эти отложения залегают сравнительно глубоко, с тенденцией ко все большему погружению по мере продвижения на юг.

*Палеоцен — средний эоцен (палеоцен, каневская, бучакская свиты).  
Континентальные отложения*

Континентальные отложения нижней части палеогена, залегающие под палеонтологически охарактеризованными породами верхнего эоцена в районе Приднепровья, впервые были отнесены к бучакскому ярусу среднего эоцена еще Н. А. Соколовым (1889а, 1893).

По мере детализации вопросов стратиграфии осадочной толщи, а также в результате анализа палеогеографической обстановки, в палеогене на территории Украины вследствие накопления огромного фактического материала, особенно в послевоенное время, стали возникать предположения о разновозрастности этих континентальных отложений. О принадлежности континентальной толщи к палеогену свидетельствует выявленный в ней палеогеновый спорово-пыльцевой комплекс. Однако следует отметить, что в последнее время в некоторых пунктах щита в самых низах континентальной толщи в подугольных песках были обнаружены споры и пыльца нижнемелового возраста — район г. Пологи, окрестности сел Червоне, Нейборг Запорожской области (Селин, 1959; Семененко, 1961).

Что же касается континентальной палеогеновой толщи, то о ее разновозрастности высказывались многие исследователи (Басс, 1941; Ключников, 1953а; Нестеренко, Широков, Цирина, 1954; Баранова, Молякко, Борисенко, 1960). Значительным затруднением в расчленении континентальной толщи является довольно однообразный состав спор и пыльцы по разрезу, поэтому трудно выделить отдельные горизонты с различными растительными комплексами, позволяющими судить о разном возрасте вмещающих их пород. Одной из причин, затрудняющих стратиграфическое расчленение континентальной толщи, является довольно однотипный состав флоры на юге Украины в течение всего эоцена. О возможной разновозрастности континентальных пород нижней толщи палеогена также могут свидетельствовать очень длительные континентальные условия, наступившие в конце позднего мела и продолжавшиеся до верхнего эоцена. Надо полагать, что климатические условия в течение эоцена были близки к субтропическим. Учитывая все это, довольно однородные песчано-глинистые отложения палеогена на щите полагаем правильным считать разновозрастными в границах палеоэоцена — среднего эоцена, а не ограничиваться определением их возраста только как среднеэоценовый, когда за исходный фактор принимается главным образом верхнеэоценовый возраст кроющих пород.

В генетическом отношении песчано-глинистые отложения континентальной толщи палеоцена — среднего эоцена различны; среди них могут быть выделены отложения озер и болот, прибрежно-морских равнин, речных русловые отложения меандрирующих речных долин и стариц, а также временных потоков. Непостоянными условиями континентального осадконакопления обусловлены частые изменения литологического состава пород по разрезу и площади. В любом разрезе континентальных отложений смена литологически разных прослоев происходит чрезвычайно часто, а поэтому и близ расположенные разрезы по литологическому составу часто друг с другом не увязываются. Континентальные палеогеновые отложения сохранились в депрессиях древнего рельефа в виде отдельных небольших залежей. Такой характер распространения эти отложения имеют преимущественно в пределах Украинского кристаллического щита; к югу они замещаются мелководными морскими.

На левобережье, в пределах описываемого района, на междуречье Днепр — Молочная, континентальные отложения имеют почти повсеместное распространение и отсутствуют вдоль южной границы Каховского водохранилища в местах, где породы докембрия несколько приподнимаются (с. Нижний Рогачек, северо-западнее с. Малая Белозерка), восточнее Большого Токмака. Восточнее г. Запорожье, на Запорожско-Славгородском поднятии, континентальные отложения нижней части палеогена отсутствуют. На правобережье Днепра, в районе собственно Никопольского бассейна и западнее его, до р. Ингулец, континентальные отложения выявлены лишь в депрессиях фундамента. Здесь они залегают непосредственно на коре выветривания докембрийских пород. В Никопольском марганцевом бассейне континентальные отложения установлены в восточной части бассейна, в Грушевской и Томаковской депрессиях, а в западной части — в Базавлукской депрессии (западнее сел Чкалово, Покровское). Еще далее к западу континентальные отложения выполняют большую депрессию с очень сложной конфигурацией, ориентированную вдоль современной долины р. Ингулец. В очертании древних депрессий, выполненных палеоцен-среднеэоценовыми отложениями, намечается заметная тенденция расширения к югу. Эти депрессии разобщены между собой приподнятыми участками докембрия, что накладывало своеобразный отпечаток на литологический состав и комплекс аксессуарных минералов в палеогеновых породах каждой депрессии.

Наиболее четко это своеобразие в характере пород палеогена вследствие разобщенности депрессий сказалось на континентальной толще, хотя в последующие этапы морской седиментации в депрессиях и происходило максимальное накопление верхнеэоценовых и олигоценовых отложений, однако в это время значительная часть приподнятых участков щита, разделяющих депрессии, была уже ареной седиментации мелководных морских осадков, сгладивших эти особенности.

Характер аксессуарных терригенных минералов континентальной толщи отражает своим составом преимущественно комплекс минералов, содержащихся в близ расположенных коренных породах. Так, в собственно Никопольском бассейне, его восточной части, континентальные отложения палеогена характеризуются преобладанием минералов группы амфиболов, преимущественно зеленых роговых обманок, и минералов группы эпидота; плагиоклазы в основном из группы лабрадор-андезина, изредка встречаются калиевые полевые шпаты. В западной части бассейна к этим минералам добавляются более кислые плагиоклазы (олигоклаз-альбит), по-видимому, поступающие с прилегающих с запада токовских гранитов. Континентальные породы Ингулецкой депрессии отличаются значительным разнообразием, но

всегда в них преобладают ильменит, циркон, роговые обманки, ставролит, эпидот.

В южной части описываемого района комплекс терригенных акцессорных минералов в континентальных породах становится более разнообразным, менее выразительным, и возможность выяснения связи с определенными областями питания очень усложняется. Несколько отличаются континентальные отложения на участках, прилегающих к Приазовскому массиву; в районе Больше-Токмакского месторождения они характеризуются преобладанием в разрезе песчаных разнородных в различной степени глинистых пород, содержащих большое количество угловатых зерен кварца, полевых шпатов, а среди акцессорных — ильменита, рутила, циркона, гранитов и др.

По литологическому составу континентальные палеоцен-среднеэоценовые породы довольно разнообразны. Однако это разнообразие зависит главным образом от размеров кластических зерен (3 см—0,1 мм), а также количественного соотношения в породе глинистого и более крупного обломочного материала.

В толще этих отложений наблюдается чередование прослоев разной мощности, представленных тонкоотмученными вторичными каолинами, глинистыми или кварцевыми песками различных классов крупности, гравелистыми и галечниковыми прослоями. Обычно при небольшой мощности континентальных пород происходит частое переслаивание галечников, песков, глин, причем местами удается заметить определенную закономерность в чередовании прослоев различного гранулометрического состава и мощности. Периодичность накопления осадков еще больше подчеркивается наличием в кровле песков, глин или каолинов, а также обуглившихся растительных остатков, образующим местами прослой бурого угля. После образования углистых прослоев цикл терригенного накопления снова повторяется, начинаясь часто разнородными, плохо отсортированными песками. Такая последовательность в напластовании связана главным образом с лагунно-озерными условиями континентального осадконакопления.

В условиях древних речных долин и временных потоков наблюдаются преимущественно образования кварцевых песков, иногда с галечником и редкими прослоями глин малой мощности. Эти пески являются довольно выдержанными по характеру мощности на сравнительно больших расстояниях, что позволяет предположить наличие здесь древних речных русел. Они залегают непосредственно на коре выветривания; мощность их не превышает 10—15 м. Непосредственно в кровле песков залегают вторичные каолины (1—3 м), сменяющиеся выше бурым углем (0,5—3,0 м) и углистым песком. Такой характер напластования соответствует постепенному старению русла либо вследствие его миграции, судя по некоторым профилям, заданным вкрест простирания, либо вследствие заболачивания верховьев рек на щите к концу среднего эоцена в связи с регрессией моря (рис. 6).

В однотипной континентальной толще, сложенной литологически различными чередующимися прослоями, трудно выделить участки с одинаковым сочетанием прослоев; на карте выделены только площади с преимущественным развитием песчаных фаций.

### *Средний эоцен (бучакская свита). Морские отложения*

Морские отложения среднего эоцена широко распространены значительно южнее описываемого района, однако в последнее время они выявлены и на щите, в западной части района, сравнительно далеко от северной границы морского бассейна в Причерноморье. Указанные отложения впервые выявлены Е. А. Безнер в скважинах Южно-Укра-



Рис. 6. Схематическая карта распространения и литологического состава палеоценовых — среднеэоценовых отложений  
 1 — глины, вторичные каолины, уголь бурый, песок углистый; 2 — пески кварцевые с галечниками, в кровле углистые глины и пески; 3 — глины  
 и пески темно-серые, с глауконитом, углистыми остатками, местами с морской фауной среднего эоцена; 4 — контур распространения морских  
 среднеэоценовых отложений; 5 — кристаллические породы докембрия

инской экспедиции (1951—1952 гг.) и затем детально изучены М. Н. Ключниковым (1953а) и И. А. Коробковым (1959).

Эти отложения с фауной моллюсков были вскрыты в бассейне р. Ингулец, южнее с. Широкое, в окрестности сел Князевка, Радевичи, Шестерня, Зеленый Луг, Высокополье, Большая Костромка и др. В бассейне р. Базавлук, в окрестности сел Покровское, Борзенково и западнее с. Чкалово, среди богатой фауны моллюсков в темно-серых глинах эоцена М. Н. Ключниковым (1953а) были обнаружены общие виды с встреченными в среднеэоценовых отложениях бассейна р. Ингулец.

В западной части района Белозерского месторождения этим отложениям, по-видимому, соответствуют разные по гранулометрическому составу пески с глауконитом, переслаиваемые темной глиной без фауны, залегающие ниже верхнеэоценовых мергелей на известковистых песках и мергелях маастрихта.

По литологическому составу морские породы среднего эоцена представлены глинами темно-серыми, бескарбонатными, тонкопесчанистыми или песками глинистыми с глауконитом и мелким обуглившимся растительным детритусом. В бассейне рек Ингулец, Базавлук в подошве этих отложений залегают углистые глины, в кровле — глины известковистые, мергели или известковистые алевролиты. Местами в кровле и подошве наблюдаются прослойки гравелистого песчаника. Мощность этих отложений изменчива (не более 10—12 м). Чрезвычайно тонкий илоподобный песчано-глинистый материал, слагающий эти породы, частое переслаивание очень маломощных прослоев глауконитсодержащих глин и песков (5—10 см), наличие морской, преимущественно мелководной фауны (*Ostrea*, *Anomia*, *Arca* и др.), обломков обуглившейся древесины и массы мелкого растительного травянистого детритуса подтверждает предположение о накоплении этих пород в условиях глубоко врезающегося в сушу морского залива.

### *Верхний эоцен (киевская свита)*

Эти отложения на юге Украины впервые были установлены Н. А. Соколовым. Затем в результате бурения материалы по изучению этих отложений значительно пополнялись, и сейчас из всей толщи палеогена Украины верхнеэоценовые отложения наиболее палеонтологически изучены и стратиграфически обоснованы. В границах Никопольского бассейна в подмарганцевой толще, представленной глинами, алевролитами и песками (Марьевский, Грушевский, Чкаловский, Сулицкий и другие участки), выявлен богатый комплекс фауны моллюсков: *Crassatella compressa* Lam., *Pecten pictus* Goldf., *Lucina gracilis* Nyst., *Arca appendiculata* Sow. и др., а также нуммулиты и фораминиферы. Наличие фауны моллюсков и фораминифер в отложениях верхнего эоцена, а также преимущественно известковый характер этих пород облегчают выделение отложений этого возраста на значительной площади. На шите, где мелководные отложения эоценового и олигоценового возраста в литологическом отношении часто довольно однотипны, а в составе фауны не имеется четкого различия, расчленение их значительно осложняется.

В настоящее время к верхнему эоцену относятся отложения, содержащие фауну, сходную с фауной с. Мандриковка (Ключников, 1953а), и отложения аналогичные им, часто не содержащие фауну. Пересмотр стратиграфического положения латорфского яруса (Krutzsch und Lotsch, 1957) и синхронных ему мандриковских слоев с понижением их возраста до верхнего эоцена изменяет трактовку вопроса о возрасте пород, ранее относимых к олигоцену (харьковская свита). Поэтому



возникают многие неувязки стратиграфического характера при сопоставлении разрезов палеогена по разным пунктам.

Верхнеэоценовые морские отложения в пределах описываемого района занимают значительно большую площадь, чем нижележащие континентальные породы палеоэоценового — среднеэоценового возраста. В связи с трансгрессией на правом берегу приподнятые ранее водораздельные участки в позднем эоцене значительно сокращаются по площади; на левобережье, хотя и происходит это сокращение, продолжают оставаться сушей Каменское, Запорожско-Славгородское поднятия и западный склон Приазовского массива.

Верхнеэоценовые отложения трансгрессивно залегают преимущественно на континентальных породах раннего палеогена, местами на морских породах среднего эоцена, а там, где они отсутствуют, породы верхнего эоцена ложатся непосредственно на кристаллические породы докембрия. Поэтому нижняя граница верхнеэоценовых отложений сравнительно четкая, кроме тех участков, где эти отложения налегают на морские среднеэоценовые породы. Вследствие довольно однотипного литологического состава этих разных по возрасту морских пород и отсутствия резкого изменения видового состава фауны в низах верхнего эоцена установление границы между указанными разновозрастными горизонтами эоцена несколько осложняется.

Верхнеэоценовые отложения залегают на большей части площади глубоко от дневной поверхности, особенно на левобережье. В бассейне р. Молочная и на водоразделе рек Молочная — Днепр глубина залегания этих пород 150—200 м, причем уменьшается на склонах щита до 50—80 м. На правом берегу глубина залегания несколько уменьшается и в среднем не превышает 50—70 м, а местами, в бассейнах рек Ингулец (правый берег реки возле станции Визирка, левый берег реки южнее окрестности с. Широкое) и Базавлук на дневную поверхность выходят мергели с устрицами и темно-серые глины с фауной моллюсков. Мергели с устрицами, обнажающиеся по р. Базавлук, Н. А. Соколов считал возможным сравнивать с глинами киевского «яруса» Приднепровья.

Мощность верхнеэоценовых отложений далеко не постоянна и заметно увеличивается в южном направлении. На правом берегу, в собственно Никопольском бассейне, максимальные мощности (порядка 30 м) приурочены к центральным частям депрессий с заметным уменьшением к их бортам. В западной (Чкаловский, Сулицкий участки) и восточной (Грушевский, Марьевский участки) частях бассейна, ниже марганцевого пласта, вскрывались серые глины, часто с фауной *Arca domgeri* Sok., *Crassatella* cf. *woodi* Koen., *Pecten pictus* Goldf и др. мощностью 10—20 м, лежащие на углистых песках и вторичных каолинах. В бассейне р. Ингулец мощность пород верхнего эоцена в среднем не более 25 м.

На левобережье Днепра, в погруженной части склона, мощность этих отложений возрастает и южнее с. Белозерка достигает 50—70 м. Надо полагать, что на щите мощности пород верхнего эоцена во многих местах являются уменьшенными за счет последующих размывов.

Верхнеэоценовые отложения почти всегда покрываются породами олигоэоценового возраста (харьковская свита), только в местах глубокого размыва в кровле эоцена залегают неогеновые породы (по р. Ингулец). Контакт верхнеэоценовых и олигоэоценовых пород на большей части описываемой территории устанавливается местами по верхней поверхности известковистых глин и мергелей, местами по подошве базального разнозернистого песка, залегающего в основании глинистой марганцеворудной толщи. На щите часто трудно установить границу между довольно сходными глинами или песками верхнего эоцена

и олигоцену. Тогда для весьма условного разделения этих толщ главными признаками являются известковистость, своеобразный зеленовато-серый цвет, наличие фосфоритов и следов илюдных в породах верхнего эоцена.

В литологическом отношении морские отложения верхнеэоценового возраста очень разнообразны. Наблюдаемая пестрота литологического состава пород обусловлена мелководным характером пород в краевых частях морского бассейна в позднеэоценовое время вследствие сравнительно неглубокого залегания пород докембрия.

Несмотря на различие в геологическом строении отдельных участков описываемого района, везде здесь развиты только мелководные отложения. О мелководных условиях осадконакопления свидетельствуют песчаные породы нижней части долины р. Конки, содержащие *Arca sulcicostata* Nyst., *Lima eximia* Gieb., *Pecten idoneus* Wood и др., зеленовато-серые песчанистые глины с обуглившимися остатками растений западного склона Приазовского массива, ракушечный детритус преимущественно из обломков *Spondylus tenuispina* Sand., *Fissurella sublamellasa* Desh., *Chlamys* sp., *Ostrea callifera* Lam. на площади Белозерского района.

По мере движения к югу наблюдается более однообразный по разрезу литологический состав пород, значительно выдержанный на большой площади. На левобережье на междуречье Молочная — Днепр имеют распространение преимущественно мергели, сменяющиеся по простиранию на север и восток, к выходам докембрия, известковистыми глинами с прослоями мергелей, а затем бескарбонатными глинами и песками.

Наибольшее разнообразие в литологическом составе пород наблюдается на правобережье, на площади Никопольского месторождения. Здесь происходят изменения литологического состава по мощности и простиранию разреза.

На литологическом составе пород верхнего эоцена со всей четкостью отразился сложный характер рельефа докембрия, унаследованный с раннего палеогена. В центральных частях депрессий, продолжавших существование и в позднем эоцене, происходило накопление преимущественно глин, в разной степени известковистых, а в бортовых частях — алевроитов и песков, выступающих местами за пределы депрессий и залегающих на породах докембрия. Литологический состав пород и площади их распространения показаны на схематической карте (рис. 7).

Мелководный характер верхнеэоценовых отложений на щите особенно выразился в частой смене различных по литологическому составу пород и обусловлен гипсометрически приподнятым положением щита и частыми колебаниями здесь береговой линии.

Наибольшим распространением пользуются песчано-глинистые породы, представленные глинами светлыми, зеленовато-серыми, известковистыми или глинами более темными, зелеными, неизвестковистыми; на контакте с континентальными породами глины часто темно-серые, содержат мелкий растительный обуглившийся детритус, местами с массой раковин моллюсков и их обломков.

Алевроиты глинистые, известковистые, с массой глауконита, часто со значительным количеством более крупных зерен кварца, довольно широко распространены в краевых частях депрессий. Обычно непосредственно на породах докембрия залегают пески глинистые, разнородные, с массой мелких обломков кварца, полевых шпатов и гальки гранитов. В базальных отложениях киевской свиты встречаются фосфориты.

Кремнистые разновидности пород киевской свиты на описываемой территории встречаются очень редко в виде прослоев зеленых крем-



Рис. 7. Схематическая карта распространения и литологического состава верхнеэоценовых отложений

1 — мергели; 2 — глины известковистые, местами с мергелем; 3 — глины известковистые; 4 — глины неизвестковистые, в подошве известковистые; 5 — глины песчаные; 6 — алеурит известковистый, в подошве глина серая, местами с фауной; 7 — алеурит глинистый известковистый; 8 — песок кварцевый с глауконитом; 9 — кристаллические породы докембрия; 10 — границы между литологически различными породами

нистых глин в глинисто-песчаной толще. На территории конкских плавней М. Н. Ключниковым (1953) были выделены опоковидные и кремнистые песчаники с фауной моллюсков верхнего эоцена. Слой кремнистой глины по р. Соленая, залегающий под марганцевой рудой и ранее относимый Н. А. Соколовым (1893) и В. А. Домгером (1884) по составу фауны к нижнему олигоцену, последующими исследованиями (И. А. Коробков, М. Н. Ключников, Е. А. Безнер) был отнесен к верхнему эоцену. Кремнистые породы получили развитие главным образом за пределами описываемой территории, преимущественно севернее Кривого Рога, вблизи Кировограда, Вознесенска и в Конкско-Ялынской впадине. Пески с глауконитом и кремневыми остатками губок развиты в бассейне р. Конка, где восточнее, за пределами описываемой территории, они имеют широкое распространение, а также севернее г. Запорожье, у с. Успенское (Пясковский, 1929).

Комплекс акцессорных терригенных минералов в отложениях киевской свиты на щите и участках, прилегающих к нему, очень разнообразен; связь терригенных минералов с коренными источниками питания прослеживается не так четко, как для континентальных отложений палеогена. По мере удаления от щита состав акцессорных минералов очень обедняется, происходит уменьшение содержания тяжелой фракции в породах, а в составе акцессориев сохраняются только наиболее устойчивые минералы: ильменит, циркон, гранат, турмалин, реже дисстен, ставролит, слюды и др.

Из аутигенных минералов очень характерны и довольно часто встречаются — марказит, пирит, глауконит, минералы группы водных фосфатов, кальцит, опал, халцедон. Чаще они находятся в виде псевдоморфоз по органическим остаткам как стяжения или агрегатные скопления.

Литологический характер пород, аутигенные минералы и довольно разнообразный комплекс акцессориев, выдержанный на преобладающей части описываемой территории щита, существенно отличают морские отложения верхнего эоцена от нижележащих континентальных пород.

Однако по комплексу и характеру минералов часто становится затруднительным установить границу между морскими породами верхнего эоцена и олигоцена, хотя в составе аутигенных минералов и наблюдаются различия. Общие области питания и переротложение эоценовых пород в условиях морского бассейна олигоценного времени сглаживают различия в характерах этих разновозрастных пород, особенно в прибрежной части.

#### *Континентальные отложения верхнего эоцена*

В толще палеогеновых континентальных отложений, развитых на западном склоне Приазовского массива (район Большого Токмака) и в бассейне р. Конка (район г. Орехово), на большом фактическом материале бурения по поискам марганцевых руд Больше-Токмацкого месторождения Селиным Ю. И. (1960 а) выделяются континентальные породы верхнеэоценового возраста.

В верхней части разреза верхнего эоцена на левобережье Днепра, между городами Большой Токмак и Орехово, М. Ф. Носовский, М. В. Ярцева (1960) также выделяют угленосную толщу, состоящую из углистых песков и глин мощностью 1—3 м.

В 1960 г. на этом же склоне Приазовского массива был разбурен ряд широтных профилей (геологи Плохотниченко Д. И., Ткаченко Е. П.). Детальные литологические исследования разрезов палеогена позволили автору проследить постепенное изменение лито-фациального состава пород верхнеэоценового и олигоценного возрастов

и подтвердить имеющиеся данные о наличии в этом районе континентальных пород верхнего эоцена.

Здесь, ниже карбонатной марганцевой руды или замещающей ее зеленой глины, залегает песок разномзернистый до крупномзернистого, с глауконитом. По данным Ярцевой М. В. (1959), в песке были обнаружены виды *Cibicides pseudoungerianus* Cushman, *Cristellaria herrmanni* Andrae, *Caucasina Schischkinskya* (Samml.), характерные для олигоцена Крыма и Северного Кавказа. Этот слой песка под марганцевой рудой прослеживается на многих участках Никопольского бассейна и часто залегает на темных серых глинах с фауной верхнего эоцена. На тех участках склонов щита, где развиты и палеонтологически обоснованы верхнеэоценовые отложения, принято считать этот песок базальным слоем олигоцена. На более высоких частях щита, в данном случае на западном склоне Приазовского массива, этот песок залегает либо на докембрийских породах, либо на глинистой толще с массой растительных остатков в виде детрита и следов корней, местами с маломощными прослойками глинистого бурого угля. Мощность этой углистой толщи до 6—8 м. Ниже залегают морские глины зеленовато-серого цвета, со следами илоядных, аналогичных глинам, лежащим в кровле мергеля несколько западнее, в бассейне р. Молочная; мощность глин 7—10 м. В этих глинах Е. Я. Краевой был обнаружен комплекс фауны фораминифер: *Cristellaria laticostata* Tutk., *Cr. ex. gr. römeri* (Reuss), *Nonion umbilicatulus* Nonn., *Nodosaria bacillum* Defr., *Uvigerina proboscidae* Schw., характеризующий мелководные условия отложений верхнего эоцена. Под этими морскими глинами с фауной залегает континентальная песчано-глинистая толща среднеэоцен-палеоэоценового возраста мощностью 42—45 м, ниже которой вскрываются породы верхнемелового возраста или кристаллические породы докембрия.

Исходя из сопоставления многих разрезов на этой площади и спорово-пыльцевых данных, нам кажется вполне логичным местами на склоне щита заканчивать цикл осадконакопления в позднем эоцене континентальными отложениями. На гипсометрически высоких участках щита, где вся толща палеогена представлена континентальными породами, возможно наличие в верхах ее и отложений, соответствующих олигоценовому возрасту.

### Олигоцен

На южном склоне Украинского кристаллического щита к олигоцену относится толща песчано-глауконитовых и глинистых пород, заключающих пласт марганцевых руд.

Отложения олигоцена имеют здесь весьма широкое распространение. Они составляют преобладающую часть палеоэоценового разреза и трансгрессивно залегают на размытой поверхности эоцена, а местами непосредственно на докембрии.

Покрывают олигоценовые отложения относительно мощным чехлом неогеновых пород и выходят на поверхность только в нескольких местах южного склона Украинского щита, по долинам рек Ингулец и Соленая. Поэтому сведения об олигоцене марганцеворудного бассейна основываются главным образом на материалах проходки буровых скважин и горных выработок. В последнее время благодаря открытой разработке месторождения марганцевый пласт и покрывающие его глины стали доступными для наблюдения в искусственных карьерах.

В пределах месторождения к олигоцену вначале были отнесены кремнистые глины и опоки р. Соленая, охарактеризованные палеонтологическими остатками, аналогичными фауне мандриковских слоев (Соколов, 1893). На основании литологического сходства указанных опок с так называемой «типичной харьковской породой» и состава

содержащейся в них фауны эти отложения считались нижнеолигоценовыми. Однако ввиду того, что в настоящее время установлен верхнеэоценовый возраст мандриковской фауны, кремнистые породы р. Соленая с аналогичными моллюсками также необходимо рассматривать как верхнеэоценовые; такому заключению не противоречит и обнаруженная в опоках микрофауна.

Кроме опоквидных пород, Н. А. Соколов (1901) отнёс к олигоцену и вышележащую пачку глауконитовых песков с марганцевыми рудами, которые он предположительно считал среднеолигоценовыми.

В последующие годы вопрос о возрасте рудного пласта неоднократно пересматривался геологами, занимавшимися изучением олигоценовой фауны моллюсков и фораминифер этого района (Слодкевич, 1932; Лепикаш, 1937б; Ключников, 1953б; Носовский, 1956б). Нет единства взглядов на возраст марганцевых руд и в настоящее время. Следует, однако, заметить, что в связи с находками богатого комплекса моллюсков на Больше-Токмакском месторождении (Селин, 1960а) и на основании изучения мелких фораминифер Никопольского месторождения (Ярцева, 1959) вновь намечается тенденция связывать образование марганцевых руд со средним олигоценом.

Распределение мощностей олигоцена на территории Никопольского марганцевого бассейна зависит от рельефа поверхности докембрия, а контуры современного распространения указанных отложений (рис. 8) в значительной мере определяются масштабами эрозионных размывов, затронувших эти отложения в течение неогенового и четвертичного времени (Носовский, 1959).

Общая мощность олигоценовых отложений на площади Никопольского месторождения 3—5 м в северных контурах рудных залежей, на юге месторождения — до 15—20 м.

В пределах марганцеворудных площадей олигоценовая толща залегает с перерывом на кремнистых глинах (р. Солёная) или на желтовато-серых известковистых алевритах верхнеэоценового возраста.

Подрудные олигоценовые отложения представлены главным образом глауконитовыми песками, неоднородными по гранулометрическому составу, мелко- или среднезернистыми, изредка глинистыми.

Мощность подрудных песков, как правило, от нескольких дециметров до 1,5 м, а на юге месторождения в отдельных случаях 3—4,5 м. Для рассматриваемых песков иногда указывалась более значительная мощность, но это вызвано тем, что к ним обычно относились и нижележащие алевриты, содержащие, как теперь установлено, верхнеэоценовую фауну.

В Никопольском районе контакты между подрудными слоями и марганцевым пластом не отличаются постоянством. В полосе распространения окисных фаций марганцевых руд подрудные слои вверху иногда грубопесчанистые, с признаками размывов, а на юге месторождения, в более глубоководной части сублиторальной зоны, наблюдаются постепенные переходы между марганцевым пластом и подстилающими его породами.

Для иллюстрации этих условий залегания ниже приводится разрез скважины (с глубины 40,3 м), расположенной в 3,5 км юго-восточнее железнодорожной ст. Чертомлык:

Pg <sub>3</sub> Марганцевая карбонатная руда . . . . .	1,0 м
Алеврит серый . . . . .	0,3 „
Алеврит серый с включениями желваков манганокальцита . . . . .	0,2 „
Алеврит серый . . . . .	0,2 „
Алеврит серый с желвачками манганокальцита . . . . .	0,2 „
Песок мелкозернистый с глауконитом . . . . .	0,2 „
Pg <sub>2</sub> <sup>3</sup> Опоковидный песчаник с отпечатками раковин пелелипод и спикулами кремневых губок . . . . .	1,1 „



Рис. 8. Схематическая карта распространения и литологический состав олигоценовых отложений

1 — темно-серые глины ( $Pg_3^3$ ); 2 — известковистые глины — остракодовый пласт ( $Pg_3^2$ ); 3 — охристо-зеленые глины ( $Pg_3^2$ ); 4 — алевриты ( $Pg_3^2$  и  $Pg_3^3$ ); 5 — в верхней части глины, внизу пески кварц-глауконитовые ( $Pg_3^2$ ); 6 — пески кварц-глауконитовые ( $Pg_3^2$ ); 7 — контуры промышленных марганцевых залежей; 8 — кристаллические породы докембрия; 9 — северная граница распространения пород остракодового пласта; 10 — граница распространения олигоцена; 11 — граница фаций

В приведенном разрезе общая мощность олигоценых песчано-алевритовых пород составляет всего 1,1 м. Кверху они постепенно сменяются марганцевым пластом, а внутри заключают два прослоя желваков манганокальцита (слои 3 и 5), свидетельствующих об образовании подрудных песков и марганцевых руд без перерыва в отложениях. На это же указывает и то обстоятельство, что в случаях, когда глауконитовые пески выпадают из разреза, контакт рудного пласта с подстилающими породами всегда бывает отчетливый, со следами размыва.

Для характеристики строения подрудных отложений и их соотношения с марганцевым пластом на Грушевско-Басанском участке приведем описание разреза, который представляет интерес еще и потому, что в нем среди подрудных глауконитовых песков встречена фауна моллюсков.

В скв. 2126, расположенной на юге этого участка, с глубины 121 м залегает:

Pg <sub>3</sub>	Марганцевая карбонатная руда . . . . .	1,8 м
	Глина темно-серая песчанистая . . . . .	0,6 "
	Та же глина с желваками манганокальцита . . . . .	0,1 "
	Песчаник глауконитовый с остатками раковин моллюсков <i>Nucula compta</i> Goldf., <i>Lucina batalpaschinica</i> Когоб., <i>Astarte kickxi</i> Nyst, <i>Cardita kickxi</i> Nyst, <i>C. borisphaenica</i> Nossov., <i>Pitar sulcataria</i> Desh., <i>Dentalium novaki</i> Коен, <i>Natica</i> sp. indet. . . . .	0,9 "
	Тот же песчаник с желваками манганокальцита . . . . .	0,1 "
	Песок глауконитовый, уплотненный с моллюсками <i>Lucina</i> <i>batalpaschinica</i> Когоб., <i>Cardita kickxi</i> Nyst, <i>Corbula</i> sp. . . . .	0,9 "
	Песок глауконитовый, с обломками раковин <i>Lucina</i> sp. indet. . . . .	1,1 "
Pg <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Мергель серый окремелый, книзу постепенно переходящий в зеленовато-серые глауконит-песчаные глины с <i>Turritekla gra-</i> <i>nulosa</i> Desh. . . . .	21 "
Pg <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Углисто-песчанистые глины . . . . .	7 "
	A—Pt Мигматиты	

В этой скважине, как и в предыдущем разрезе, среди подрудной толщи мощностью 3,7 м, встречены два прослоя желваков манганокальцита, причем верхний из них приурочен к глинам, залегающим непосредственно под рудой. Эти глины прослеживаются и в южной части месторождения, и к западу от г. Никополь. Так, в скважине, расположенной в 0,7 км южнее железнодорожной ст. Чертомлык, с глубины 33,8 м наблюдается следующий разрез:

Pg <sub>3</sub>	Марганцевая карбонатная руда . . . . .	3,7 м
	Глина песчанистая, темно-серая с зеленоватым оттенком . . . . .	0,4 "
	Песок кварц-глауконитовый, известковистый . . . . .	1 "
	Песок кварцевый, карбонатно-глинистый, серый . . . . .	0,9 "
	Глина темно-зеленая, песчанистая, известковистая, с фораминиферами <i>Cibicides carinatus</i> Terq., <i>Cibicides</i> ex gr. <i>praecursorius</i> (Schw.), <i>Asterigerina</i> sp., <i>Polymorphinidae</i> и остракодами . . . . .	1,8 "
	Песок разнотельный, глинистый . . . . .	0,2 "

Пачка подрудных глин, изменяющаяся по мощности от 0,3 до 1,5 м в западной части месторождения тоже нередко содержит включения желваков манганокальцита. Такие же глины, в большей или меньшей мере окрашенные окислами марганца, встречаются в виде тонких прослоек и в самом рудном пласте.

Эта совершенно постепенная смена глауконитовых песков и алевритов глинами, а затем марганцевыми рудами, содержащими алеврит-глинистые прослои, свидетельствует о накоплении рудного пласта в условиях нарастающей трансгрессии моря. С другой стороны, указанные факты исключают возможность проведения стратиграфической границы между рудным пластом и глауконитовыми песками, представляющими



собой, как уже отмечалось Ю. И. Селиным (1960б), базальный слой единой трансгрессивной серии пород.

В глауконитовых песках, подстилающих рудный пласт, фауна моллюсков встречается крайне редко. Между тем, для подрудных отложений Никопольского месторождения обычно указывался обширный список моллюсков (Леликаш, 1937б). Объясняется это тем, что к олигоценовым отложениям относились также опоки и кремнистые глины, залегающие в долине р. Солёная ниже марганцевого пласта и содержащие комплекс мандриковских моллюсков.

Следовательно, списки фауны, которые обычно приводились для подрудной толщи, ни в какой мере не отражают палеонтологического облика глауконитовых отложений, залегающих между кремнистыми глинами и марганцевым пластом.

На Западной рудоносной площади, непосредственно в глауконитовых песках, пелециподы обнаружены только в поле шахты 3 и принадлежат, по определению И. А. Коробкова, видам *Pecten arcuatus* Вгосс. и *Cyprina* cf. *perovalis* Коен. Восточнее Никополя в этих же глауконитовых породах лишь недавно обнаружены моллюски по описанному выше разрезу скв. 2126 Грушевско-Басанского участка. Более разнообразна микрофауна подрудных слоев, изученная по кернам скважин Покровского участка Западной рудоносной площади.

В подстилающих марганцевый пласт гравийно-песчаных и глинистых породах этого участка (скв. 197, 5597, 5638, 5652) М. В. Ярцевой обнаружены следующие мелкие фораминиферы: *Spiroplectammina carinata* Orb., *Spiroplectammina* ex gr. *spinulosa* (Reuss), *Marginulina alsatica* Andreae, *Polymorphinidae*, *Nonion umbilicatum* (Mout.), *Bolivina microlancetiformis* Subb., *B.* cf. *antiquus* Orb., *B.* cf. *acnariensis* Costa, *Cassidulina laevigata* Orb., *Virgulina schreibersiana* Andreae, *Bagginam iphigenia* (Saml.), *Pullenia bulloides* Orb., *Cibicides lobatulus* (Walk. et Jakob), *Cibicides praecursorius* (Schw.), *Cibicides oligocenicus* (Saml.), *Cibicides pseudoungerianus* Cush.

Кроме упомянутых форм, для подрудных песков той же залежи М. В. Ярцева (1959) указывает следующие виды фораминифер: *Lagena isabella* Orb., *Miliolina circularis* Vogt., *Spiroloculina limbata* Vogt., *Bolivina mississippiensis* Cush., *Uvigerinella majcopica* Краева, *Angulogerina angulosa* Will., *Asterigerina* ex gr. *bracteata* Cush., *Gyroidina soldanii* Orb., *Rotalia* ex gr. *byramensis* Cush.

Как устанавливается из приведенного списка, комплекс фораминифер глауконитовых песков Никопольского месторождения в основном состоит из фораминифер, характерных исключительно для той части олигоценовых отложений Крыма и Предкавказья, которые рассматриваются в качестве нижнего майкопа.

Подрудные пески, содержащие упомянутую микрофауну, М. В. Ярцева (1959) сопоставляет с аммобакулитовым горизонтом Крыма и хадумскими отложениями Северного Кавказа, рассматривая их как одновозрастные в объеме нижнего олигоцена.

Западнее р. Солёная, на междуречье Базавлук—Ингулец, происходит сокращение мощности олигоцена главным образом за счет размылов. В этом районе преимущественно сохраняется только нижняя часть олигоценового разреза — глауконитовые пески или серые алевриты, реже — гравелистые пески (гравелиты). Указанные породы изменяются по мощности от 5 до 30 м и составляют устойчивый по простиранию горизонт, прослеженный по направлению к югу примерно до широт сел Большая Костромка — Ново-Павловка. Южнее указанной полосы наблюдается постепенное замещение песков глинами майкопского типа. Однако некоторая песчаность нижней части олигоценовых отложений выдерживается далеко за пределами распространения марганце-

ворудных фаций и даже заметна в Причерноморской впадине на противоположной стороне Каховского водохранилища (Носовский, 1960а).

В кернах светло-серых алевроитов из скважин с. Зеленый Луг М. В. Ярцевой (1959) обнаружены фораминиферы, по видовому составу сходные с комплексом фораминифер подрудных глауконитовых песков Никопольского месторождения. Несколько иной состав микрофауны установлен за пределами рудных залежей, в глинистых песках из скважины близ с. Ново-Павловка Херсонской области. Он отличается появлением большого количества экземпляров *Cristellaria herrmanni* Andg. и других видов фораминифер, не встреченных среди глауконитовых песков Никопольского месторождения.

Непосредственно на площади Ингулецких рудопроявлений, вытянутых по р. Ингулец от железнодорожной ст. Латовка до с. Николо-Козельск, подрудные пески выпадают из разреза, и марганцевый пласт подстилается зелеными слюдистыми глинами аналогичными по фауне моллюсков верхнеэоценовым кремнистым отложениям р. Соленая.

Подрудные отложения Больше-Токмакского месторождения имеют несколько своеобразный состав. Их отличительная особенность состоит в том, что здесь, кроме морских фаций, в самом низу олигоцена, к северу от г. Большой Токмак, распространены континентальные углистые глины мощностью 1,5—5 м. Они залегают между подрудными глауконитовыми песками и зеленовато-серыми известково-кремнистыми верхнеэоценовыми глинами, а в краевых частях бассейна располагаются, вероятно, на континентальных углистых породах верхнеэоценового возраста.

Олигоценовый возраст этих углистых пород выясняется на основании спорово-пыльцевых комплексов, которые по результатам анализов, выполненных Г. П. Гапочкой, существенно не отличаются от хадумских спорово-пыльцевых спектров (рис. 9). Этот комплекс характеризуется преобладанием голосемянных, главным образом из рода *Taxodium*, а также значительным участием широколиственных форм.

Выше углистых пород или непосредственно на мергелистых отложениях верхнего эоцена залегают глауконитовые или крупнозернистые кварцевые пески (гравелиты). Севернее г. Большой Токмак мощность песков не превышает 1,5 м, а на юге месторождения, по направлению к Приазовью, возрастает до 4—7 м (реки Юшанлы, Арабка), но здесь они большей частью мелкозернистые.

Гравелиты имеют хорошую окатанность кварцевых зерен, иногда достигающих размеров 4—12 мм. Кроме того, в них содержатся зерна глауконита, включения карбонатов кальция и марганца, а в нижней части встречаются единичные конкреции фосфоритов размером до 2 см.

Переход между песчаными отложениями и рудными слоями на Больше-Токмакском месторождении весьма постепенный и более отчетливый, чем в Никопольском районе.

Моллюски в песках не обнаружены, а мелкие фораминиферы представлены теми же видами, которые установлены в олигоценовых отложениях Никопольского района: *Spiroplectamina carinata* Orb., *Milionina* ex gr. *akneriana* (Orb.), *Nonion umbilicatum* (Mont.), *N. granosus* Orb., *Globigerina* ex gr. *bulloides* Orb., *Rotalia byramensis* Cushman, *Caucasina schischkinskye* (Saml.), *Uvigerinella majcopica* Kraeva, *Angulogerina* ex gr. *oligocenica* Andreeva, *Cassidulina laevigata* Orb., *Bolivina mississippiensis* Cushman и др.

Марганцевый пласт представляет выдержанный по простиранию горизонт, прослеженный на южном склоне Украинского кристаллического щита в полосе свыше 200 км.

В олигоценовом разрезе Никопольского марганцевого бассейна рудный пласт приурочен к узкой стратиграфической зоне и может использо-

зваться как маркирующий горизонт. Его мощность обычно 1,5—2 м, а местами — до 4,5—5,5 м.

За время, прошедшее с момента открытия марганцевых руд на р. Соленая, в них на площади Никопольского месторождения и в Боль-

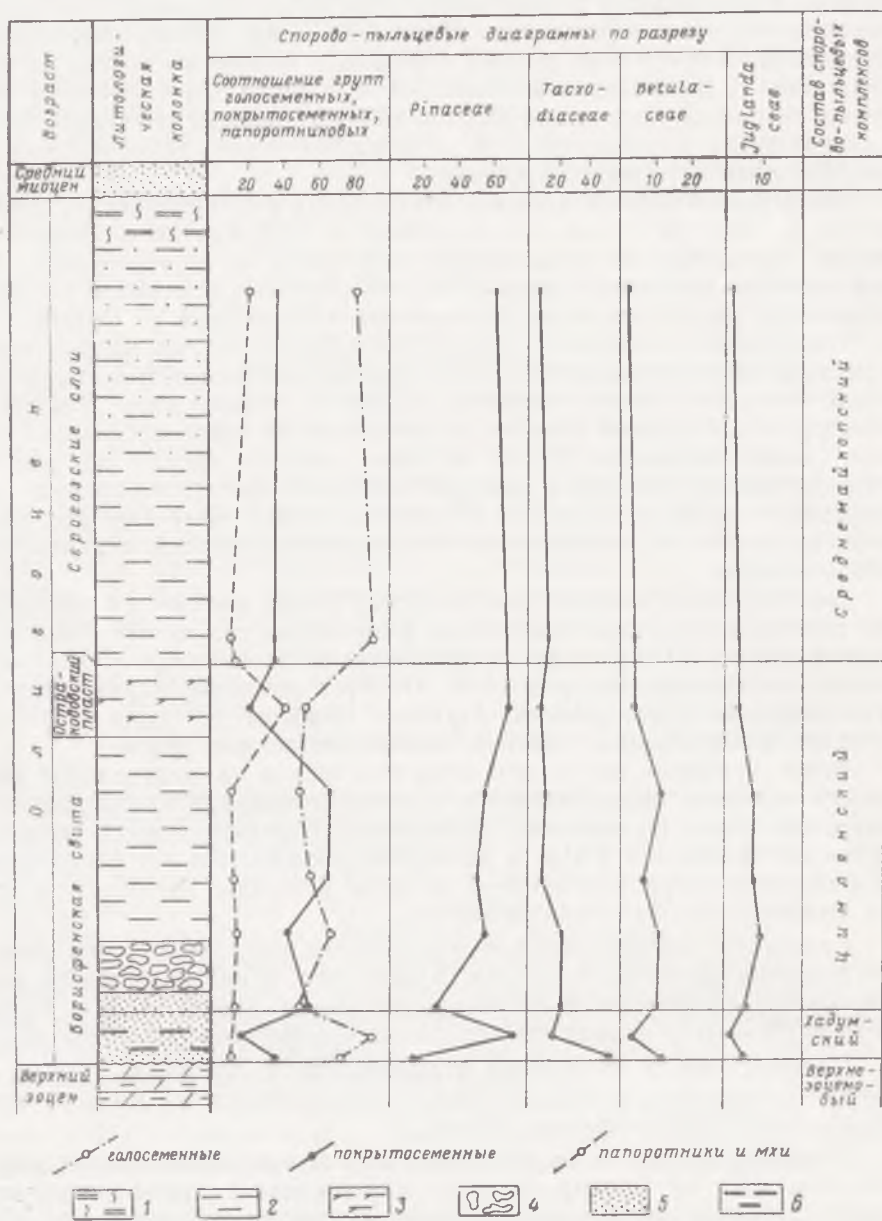


Рис. 9. Изменение состава растительности в олигоценовое время по данным спорово-пыльцевого анализа в разрезах скв. 701 и 1478 Больше-Токмакского месторождения (по результатам анализов Г. П. Гапочки)

1 — глины охристо-зеленые, выветрелые; 2 — глины бескарбонатные; 3 — глины известковистые; 4 — марганцевые руды; 5 — пески кварц-глауконитовые; 6 — углистые глины

ше-Токмакском районе обнаружен богатый комплекс моллюсков, фораминифер и остатков рыб.

Немногочисленные отпечатки и ядра моллюсков в марганцевом пласте впервые были обнаружены Н. А. Соколовым (1893). Неудовлетворительная сохранность материала позволила этому исследователю

дать главным образом родовые определения моллюсков, но, учитывая своеобразный состав встреченных форм, Н. А. Соколов высказал мнение о том, что слои с марганцевой рудой, возможно, моложе отложенный харьковского «яруса», представленных в этом районе кремнистыми глинами и опоками с фауной мандриковского типа.

В то же время из марганцевого пласта были собраны остатки ихтиофауны, переданные для изучения О. Иекелю (1895), который определил в этой коллекции зубы селяхий *Carcharodon turgidus* Ag., *Carcharias* sp., *Notidanus primigenius* Ag., *Myliobatis* sp. и остатки костистых рыб.

На основании видового состава селяхий, в частности кархарид, аналогичных олигоценовым видам Майницкого бассейна и не встреченных там в отложениях древнее среднего олигоцена, О. Иекель считал возможным отнести марганцевые руды к среднему олигоцену (Иекель, 1895). Позднее в монографии, посвященной описанию геологии Никопольского месторождения и марганцевых руд окрестностей Кривого Рога, Н. А. Соколов (1901) значительно расширил список моллюсков рудного пласта.

Учитывая состав моллюсков и основываясь на результатах изучения селяхий, Н. А. Соколов (1901) предположительно отнес марганцевый пласт к среднему олигоцену, оставив окончательное решение этого вопроса до завершения обработки палеонтологического материала из отложений, подстилающих рудный пласт.

В последующие годы среднеолигоценый возраст марганцевых руд был безоговорочно принят геологами, занимавшимися изучением Никопольского месторождения, а новые фаунистические сборы из самого пласта в это время не поступили, за исключением описанного В. С. Слудкевичем (1932) *Pecten arcuatus* Gosse v. *manganensis* Slod.

В результате исследований, проведенных на месторождении в 1934—1937 гг., список фауны из рудных слоев был значительно расширен главным образом за счет тех видов, которые обычно указываются для мандриковских отложений (Лепикаш, 1935, 1937б). Это послужило основанием для пересмотра взглядов на время образования марганцевых руд, и они были отнесены к нижнеолигоценовому возрасту.

Следует, однако, учесть, что список моллюсков, послуживший И. А. Лепикашу (1937б) основанием для пересмотра возраста руд, был основан на сделанных М. Е. Мельник определениях фауны, обнаруженной в восточной части Никопольского месторождения (Марьевский участок), «в сером плотном известняке, залегающем в подошве рудного пласта и отчасти с ним переслаивающимся», что безусловно отмечено правильно, за исключением последнего положения.

Как было установлено О. К. Каптаренко-Черноусовой (1947а), М. Н. Ключниковым (1953а), а затем Ю. И. Селиным (1960а), на Марьевском участке ниже рудного пласта имеется пачка известняков, содержащих фауну моллюсков и фораминифер верхнеэоценового возраста (мандриковского облика). Эти известняки и были ошибочно приняты И. А. Лепикашем за единый стратиграфический горизонт с внешне сходными, но совершенно тогда неизвестными в Никопольском районе мanganокальцитами, которые действительно переслаиваются с окисными рудами в юго-западной части этого участка. Поэтому моллюски, указанные в списке И. А. Лепикаша (1937б), не могут быть приняты во внимание при обосновании возраста марганцевых руд.

В последние годы список конхилиофауны из рудного пласта значительно дополнен по сборам в никопольских карьерах и в результате разведок Больше-Токмакского месторождения благодаря главным образом сборам Ю. И. Селина (1960в).

Общий состав фауны, обнаруженной в марганцевом пласте во всех известных пунктах распространения этих руд на юге Украины, в настоящее время может быть представлен в следующем виде: *Nucula compta* Goldf., *Lucina batalpaschinica* Korob., *Thyasira unicarinata* Nyst., *Tellina praepostera* Koen., *Cardium* cf. *charcovense* Slod., *C. chadumicum* Sel. in litt., *Laevicardium cingulatum* Goldf., *Crassatella* sp. (cf. *pseudotumida* Ben.), *Astarte kickxi* Nyst., *Cardita* (*Veneucardia*) *tuberculata* Münst., *Cardita* (*V.*) *borisphaenica* Nossov., *Myocardiopsis* sp., *Circe edwardsi* Koen., *Cyprina perovalis* Koen., *Isocardia cyprinoides* Sand. var. *quadrata* Koen., *Arca* sp., *Barbatia decussata* Nyst., *Polymesoda convexa* Brong., *Pitar splendida* Merian, *Pitar sulcataria* Desh., *Cardiopsis incrassata* (Sow.), *Pectunculus obovatus* Lamk., *Pecten arcuatus* Brocc. var. *manganensis* Slod., *Chlamys composita* Sandb., *Chl. bifida* Münst., *Chl. picta* Goldf., *Chl. permista* Beyr., *Chl. decussata* Münst., *Pseudamussium corneum* Sow., *Modiola micans* Braun., *Thracia arcuata* Koen., *Pholadomya wissi* Phil., *Panope heberti* Bosq., *Aporrhais pescarbonis* Brongn., *Conus* cf. *symmetricus* Desh., *Calyptraea laevigata* Speyer, *Calyptraea striatella* Nyst., *Tornatella simulata* Sol., *Pleurotomaria sismondai* Goldf., *Natica* sp., *Terebratula grandis* Blum., *Coeloma vigil* M. Edw., *Balanus* cf. *crenatus* Darg., *Schizaster* sp.

Видовой состав моллюсков, обнаруженных в рудном пласте, указывает на их наибольшую близость к тому палеонтологическому комплексу, который свойствен среднеолигоценовым отложениям Западной Европы (рупельский ярус).

В рудном пласте, главным образом на площади развития карбонатных марганцевых фаций, обнаружен также весьма разнообразный и характерный комплекс фораминифер, изученных М. В. Ярцевой (1959).

Особенно обильная по видовому составу микрофауна встречена по кернам скважин в алевроитовых прослоях среди карбонатных руд Покровского участка.

Все известные к настоящему времени находки мелких фораминифер в марганцевом пласте Никопольского и Больше-Токмакского месторождений объединяются в приведенный список (табл. 9).

Сопоставляя видовой состав микрофауны рудного пласта с комплексами фораминифер майкопских отложений Юга СССР, М. В. Ярцева (1959) установила его общность с комплексом горизонта *Cibicides pseudoungerianus* нижнемайкопских отложений Крыма, а также со спиropлектаминной зоной Причерноморской впадины и Ставрополя.

Эти вполне обоснованные сопоставления необходимо дополнить лишь тем, что к этой же микрофаунистической зоне, видимо, следует отнести и подстилающие марганцевый пласт глауконитовые пески, которые, как видно из табл. 9, составленной на основании исследований М. В. Ярцевой, охарактеризованы, в сущности, аналогичным составом мелких фораминифер. Некоторые отличия сопоставляемых комплексов, главным образом по количеству обнаруженных видов, вполне закономерны, если принять во внимание различную фациальную обстановку отложения осадков, содержащих эту микрофауну, т. е. манганокальцитов и глауконитовых песков.

Следовательно, палеонтологические данные позволяют сделать вывод об одновозрастности марганцевого пласта и подстилающих его отложений; этот же вывод подтверждается и фауной моллюсков, обнаруженной в подрудных песках Грушевского участка (скв. 2126), аналогичной фауне рудного пласта.

На основании видového состава фораминифер, обнаруженных в олигоценовых отложениях южного склона кристаллического щита, М. В. Ярцева (1959) считает возможным сопоставить марганцевый пласт Южной Украины и перекрывающие его глины Больше-Токмак-

Состав микрофауны в олигоценовых подрудных слоях и марганцевом пласте  
Никопольского бассейна

Наименование видов	Подрудные слои	Марганцевый пласт
1. <i>Haplophragmoides deformabilis</i> Subb.		+
2. <i>Ammobaculites foliaceus</i> Brady		+
3. <i>Pseudocyclammina discaminiaeformis</i> Subb.		+
4.* <i>Spiroplectammina carinata</i> Orb.	+	+
5. <i>Textularia maueriana</i> Orb.	+	+
6. <i>Milololina akneriana</i> (Orb.)	+	+
7.* <i>M. circularis</i> Born.	+	+
8. <i>M. cf. contorta</i> (Orb.)	+	+
9. <i>Spiroloculina</i> ex gr. <i>perforata</i> Orb.		+
10.* <i>S. limbata</i> Born.	+	+
11. <i>Lagena isabella</i> Orb.	+	+
12. <i>L. perlucida</i> (Mont.)		+
13. <i>L. substriata</i> Will.		+
14.* <i>L. tenuis</i> Born.	+	+
15. <i>L. sulcata</i> (Walk. et Jacob)		+
16.* <i>L. clavata</i> Orb.	+	+
17.* <i>Dentalina approximata</i> Reuss	+	+
18. <i>Nodosaria</i> ex gr. <i>ludwigi</i> Reuss		+
19.* <i>Nodosaria soluta</i> Reuss	+	+
20. <i>Marginulina alsatica</i> Andreae	+	+
21. <i>Guroidina soldani</i> Orb.	+	+
22. <i>G. memoranda</i> Subb.	+	+
23. <i>Baggina iphigenia</i> (Saml.)	+	+
24. <i>Asterigerina</i> ex gr. <i>bracteata</i> Cush.		+
25. <i>A. goratii</i> Mjatl.		
26. <i>Cibicides oligocenicus</i> (Saml.)		
27.* <i>C. amphisyliensis</i> (Andreae)	+	+
28. <i>C. lobatulus</i> (Walk. et Jacob)	+	+
29. <i>C. praecursorium</i> (Schw.)	+	+
30. <i>C. almaensis</i> Saml.	+	
31. <i>C. pseudoungerianus</i> Cush.	+	+
32.* <i>Pullenia bulloides</i> Orb.	+	+
33.* <i>P. quinqueloba</i> Reuss		+
34. <i>Nonion umbilicatum</i> (Mont.)	+	+
35.* <i>N. nonionoides</i> Andreae	+	+
36. <i>N.</i> ex gr. <i>granosum</i> Orb.	+	+
37. <i>Globigerina bulloides</i> Orb.	+	+
38. <i>Rotalia</i> ex gr. <i>calcar</i> Orb.		+
39. <i>R.</i> ex gr. <i>byramensis</i> Cush.	+	
40. <i>Virgulina schreibersiana</i> Andreae	+	+
41. <i>Entosolenia marginata</i> (Walk. et Boys)	+	+
42. <i>Caucasina schischkinskye</i> (Saml.)	+	+
43. <i>Uvigerinella majcopica</i> Kraeva	+	+
44.* <i>Angulogerina oligocenicica</i> Andreae	+	+
45. <i>A. tenuistriata</i> Reuss.	+	+
46. <i>A. angulosa</i> Will.	+	+
47. <i>A.</i> ex gr. <i>buramensis</i> (Cush.)	+	+
48. <i>Cassidulina laevigata</i> Orb.	+	+
49.* <i>Bolivina beyrichi</i> Reuss	+	+
50. <i>B. mississippiensis</i> Cush.	+	+
51. <i>B. microlanceiformis</i> Subb.	+	+
52. <i>B.</i> ex gr. <i>nobilis</i> Hantk.		+
53. <i>B. cf. acnariensis</i> Costa	+	
54. <i>B. antiqua</i> (Orb.)	+	+

\* Обозначенные виды характерны для септариевых глин Западной Европы (рупель).

ского района с септариевыми глинами среднего олигоцена Западной Европы.

Поскольку в подрудных песках также содержатся все основные виды мелких фораминифер, характерных для среднего олигоцена Северной Германии, этот вывод следует распространить и на отложения, залегающие в основании рудного пласта Никопольского месторождения.

Следовательно, марганцевые руды и подстилающие их глауконит-песчаные отложения по условиям залегания представляют собой единую трансгрессивную серию пород, а на основании фауны моллюсков, мелких фораминифер и рыбных остатков, в пределах допустимых сопоставлений на таких удаленных расстояниях, они могут рассматриваться в качестве возрастных аналогов среднего олигоцена (рупельского яруса) Западной Европы.

Надрудные отложения почти повсеместно слагаются глинами; они различны по внешнему облику и не в одинаковой мере охарактеризованы фауной.

Описание этих отложений удобнее начать с Больше-Токмацкого района, расположенного в погруженной части склона кристаллического массива и поэтому имеющего более полный разрез надрудных олигоценовых пород.

Непосредственно в кровле пласта карбонатных марганцевых руд на Больше-Токмацком месторождении залегают бескарбонатные темно-серые глины со слабым зеленоватым оттенком, содержащие рассеянные зерна кварца, которые иногда образуют тонкие присыпки.

В этих глинах на протяжении 2—6 м от кровли рудного пласта встречается фауна моллюсков, изучавшаяся М. Н. Ключниковым (1953а), М. Ф. Носовским (1956б) и Ю. И. Селиным (1960).

Общий видовой состав встреченной фауны, характеризующий эту толщу, следующий: *Nucula compta* Goldf., *N. chasteli* Nyst, *N. cf. michalskii* Sok., *N. cf. decheni* Phil., *Nuculana gracilis* Desh., *N. perovalis* Koen., *Lucina batalpaschinica* Korob., *Miltha volderiana* Nyst var. *ucrainica* Sel. in litt., *Thyasira unicarinata* Nyst, *Tellina longinacula* Beyr., *Abra protensa* Koen., *Siliqua solemiaformis* Sel. in litt., *Cardium chadumicum* Sel. in litt., *C. tschingulense* Sel. in litt., *Laevicardium cingulatum* Goldf., *L. comatulum* Bronn., *Nemocardium* sp., *Astarte kickxi* Nyst, *Cardita borisphaenica* Nossow., *Isocardia cyprioides* Sand. var. *quadrata* Koen., *Polymesoda convexa* Bronn., *Pitar porrecta* Koen., *P. circularis* Koen., *P. sulcataria* Desh., *Cardiopsis incrassata* (Sow.), *Pectunculus obovatus* Lamk., *P. williamsi* Sok., *Limopsis striata* Ron., *L. costulata* Goldf., *Pleurodon* sp., *Anomia squamosa* Goldf., *Chlamys composita* Sandb., *Chl. antiquata* Rov., *Chl. bifida* Münst., *Chl. chadumica* Korob. in litt., *Chl. subdiscors* Arch. var. *ucrainica* Korob. in litt., *Chl. stettinensis* Koen., *Chl. ex gr. complanatus* Sow., *Pseudamussium corneum* Sow., *P. cosmanni* Koen., *Ostrea* sp., *Thracia arcuata* Koen., *Pholadomya alata* Koen., *Cuspidaria ninae* Korob., *Saxicava bicristata* Sand., *Panope heberti* Bosq., *Corbula cuspidata* Sow., *C. conglobata* Brug., *Turritella planispira* Nyst, *Natica nysti* Orb., *N. achatensis* Recluz., *Calyptraea striatella* Nyst, *Ficus crassistria* Koen., *Murex trialatus* Koen., *Pleurotoma selysii* Koen., *Scaphander dilatatus* Phil., *Dentalium novaki* Koen., *D. tschingulense* Sel. in litt., *Terebratulula grandis* Koen., *Orbitulipora cf. petiolus* Lonsd., *Schizaster* sp., *Coeloma vigil* M. Edw., *Balanus* sp.

На основании приведенного списка устанавливается общность моллюсков с тем комплексом фауны, который встречен и в рудном пласте. Следовательно, марганцевый пласт и эти глины, как неоднократно отмечалось в литературе, составляют единый возрастной горизонт (Носовский, 1956б; Грязнов и Селин, 1959; Ярцева, 1959; Селин, 1960в).

Об этом же свидетельствует микрофауна спироплектамминовой зоны, обнаруженная в этих надрудных глинах по скважинам г. Большой Токмак (Краева, 1956).

Спорово-пыльцевые исследования рудного пласта и покрывающих его глин, проведенные Г. П. Гапочкой и В. В. Коралловой, показали, что эти породы содержат в Больше-Токмакском районе цимлянский спорово-пыльцевой комплекс.

Общая мощность темно-серых надрудных глин в восточной части Больше-Токмакского месторождения не превышает 10 м, по направлению к западу увеличивается до 30—45 м и максимально возрастает до 70 м на площади несколько удаленного Белозерского железорудного месторождения.

Покрываются указанные выше отложения пачкой светло-серых известковистых глин, переполненных раковинами остракод *Disopontocypris oligocaenica* (Zalanyi) остракодовый пласт.

Учитывая стратиграфическое положение этих известковистых пород, залегающих над темно-серыми глинами зоны *Spiroplectamina carinata*, а также на основании остракод и моллюсков, принадлежащих раковинам *Rzehakia (Ergenica) cimlanica* (Zhizh.), они рассматриваются в качестве стратиграфических аналогов соленовского горизонта (Носовский, 1956б).

Мощность остракодового пласта изменяется в пределах 1—10 м, составляя в среднем 4—6 м. Он распространен на значительно меньшей территории, чем подстилающие его бескарбонатные глины. Северная и восточная границы площади распространения остракодового пласта, начиная от Каховского водохранилища, проходят по линии населенных пунктов: Каменское (Янчекрак), хутор Степной — с. Дмитрово — с. Сладкая Балка — с. Харьково — с. Профинтерн — с. Ново-Васильевка. К западу от с. Каменское северная граница этой площади не прослеживается, так как она, видимо, совпадает с широтным простиранием водохранилища.

В контурах Никопольского месторождения остракодовый пласт не установлен и зафиксирован на правом берегу Днепра только за пределами месторождения в скважине близ Ново-Павловки и южнее с. Большая Костромка. Эти особенности распространения остракодового пласта объясняются тем, что к северу в сторону докембрийского щита верхняя часть олигоценовой толщи размыта, включая и остракодовый пласт.

Следовательно, в пределах марганцеворудных залежей Никопольского месторождения уменьшение общей мощности олигоценовых отложений в значительной мере объясняется размытием верхней части этих отложений в неогеновое время. Поэтому надрудные яблочно-зеленые глины\*, приуроченные к полосе развития окисных фаций марганцевых руд на площади Никопольского месторождения, Ингулецких островных залежей и в северной части Больше-Токмакского месторождения, коррелируются с теми глинами, которые южнее Каховского водохранилища располагаются под остракодовым пластом.

Своеобразный внешний облик охристо-зеленых глин объясняется продолжительным выветриванием этой толщи в условиях континентального режима, что привело к образованию в глинах охристо-желтых пятен за счет окисления соединений двухвалентного железа, а также распространению среди них ярозита, являющегося следствием выветривания бескарбонатных глин, содержащих сульфиды железа (Носовский, 1956б).

\* Эти глины не имеют ничего общего с верхнеолигоценовыми кремнистыми отложениями бассейна р. Соленая, залегающими ниже марганцевых руд и тоже названными Н. А. Соколовым (1898 г.) яблочно-зелеными глинами. Во избежание возможных недоразумений надрудные глины лучше именовать охристо-зелеными.



При более детальном минералогическом изучении охристо-зеленых глин (Грязнов, 1957) установлена принадлежность светло-желтых землистых образований к минеральным соединениям сульфатов из группы алунита — ярозита, а различие в цвете охристо-зеленых и темно-серых глин объясняется различной минералогической формой железа: в охристо-зеленых глинах — нонтронита и лимонита, а среди темно-серых — нонтронита и сульфидов.

Согласно результатам исследований, проведенных Л. О. Станкевич и Н. В. Костылевой (1958), глинистые минералы рудных и надрудных отложений Никопольского месторождения по составу относятся «к гидрослюдам, образовавшимся из глауконита на поздней стадии диagenеза или при эпигенезе». В Больше-Токмакском районе зона окисления захватывает верхнюю часть олигоценовых глин на глубину до 11 м, а на площади Никопольского месторождения в кровле окисных руд залегают только охристо-зеленые глины средней мощностью 2—3 м, максимально 7—8 м. Поскольку зона выветривания к северу и югу от полосы выходов остракодового пласта захватывает различные по возрасту горизонты олигоценовых глин, возможность выделения этих отложений в качестве самостоятельной стратиграфической единицы исключается. Поэтому охристо-зеленые глины, объединенные ранее в составе никопольской свиты ввиду их разновозрастности могут рассматриваться на юге Украины только в качестве слоев, маркирующих кровлю майкопских глин.

Не рассматривая всей истории изменения взглядов на возраст охристо-зеленых глин, отметим лишь, что обнаруженные в охристо-зеленых (светло-зеленых) пластичных глинах шахты I Александровского участка ядра и отпечатки раковин, определенные как *Pecten denudatus* Reuss (Каманин и Слodgeвич, 1930) и послужившие основанием для отнесения этих глин к тарханскому горизонту, по всей вероятности, принадлежат раковинам *Pseudamussium corneum* Sow. — виду, широко распространенному в олигоценовых отложениях Южной Украины. Этот никопольский экземпляр вследствие плохой сохранности был ошибочно принят за весьма сходный тарханский вариант того же вида *Pseudamussium corneum* Sow. var. *denudatus* Reuss. На неточность видового определения этой раковины обратил внимание еще И. А. Лепикаш (1937б), кроме того, он упоминает остатки других моллюсков (*Nucula*, *Pteria*, *Calyptraea*, *Pleurotoma* и др.), по своему облику не напоминающих фауну тарханского горизонта и, как теперь выясняется, распространенных также и в надрудных олигоценовых глинах Больше-Токмакского месторождения.

Кроме охристо-зеленых глин, на самых южных участках Никопольского месторождения, в полосе развития карбонатных руд, между марганцевым пластом и охристо-зелеными глинами, прослеживается еще небольшая пачка темно-серых глинистых пород, подобных большетокмакским, но более песчаных, а иногда представляющих собой алевритовые пески с глауконитом. В прослое этих темно-серых песчаных глин из керна скв. 5544 в интервале глубин 40,75—41,25 м М. В. Ярцевой определена мелкорослая олигоценовая микрофауна плохой сохранности: *Spiroplectammina spinulosa* (Reuss), *Lagena isabella* Orb., *Nonion umbilicatum* (Mont.), *Angulogerina* sp., *Discorbis* sp., *Cibicides* sp.

В более северных частях тех же участков, где развиты окисные руды, темно-серые песчано-глинистые породы не прослеживаются, и непосредственно в кровле рудного пласта с достаточно отчетливым контактом залегают рассмотренные выше охристо-зеленые глины. Это обстоятельство указывает на повышенную подвижность среды в более мелководной полосе олигоценового моря, обуславливающую внутрифор-

мационные размыты, которым, однако, не следует придавать значения крупных стратиграфических перерывов.

Самая верхняя часть олигоценовых отложений прослеживается только на площади Больше-Токмакского месторождения, в пределах распространения пород остракодового пласта.

В Больше-Токмакском районе отложения, залегающие выше остракодового пласта, состоят из темно-серых алевролитовых глин, в верхней части сильно выветрелых и поэтому напоминающих охристо-зеленые глины Никопольского месторождения. Мощность «надостракодовых» олигоценовых пород изменяется от нескольких до 15 м, а южнее г. Большой Токмак достигает 38 м, особенно увеличиваясь в сторону Причерноморской впадины, за пределами месторождения. В этой толще часто наблюдается переслаивание глин с алевритами. По направлению к Приазовскому докембрийскому массиву вся толща надрудных глин полностью замещается алевритами, а затем светлыми песками.

Среди рассматриваемых отложений только в нескольких местах обнаружены плохо сохранившиеся пиритизированные отпечатки мелких раковин, по внешнему облику напоминающие удлинённые карбулиды из карбонатных глин остракодового пласта. В этой же части разреза, значительно западнее Больше-Токмакского месторождения, по кернам скважин в районе с. Верхние Серогозы (Херсонской области) обнаружена корбулевая фауна хорошей сохранности, включающая ряд видов, напоминающих моллюски остракодового пласта (Носовский, 1960а).

В последнем пункте среди алевритовых пород, располагающихся выше известковистых глин остракодового пласта наряду с другой конхилиофауной обнаружены многочисленные раковины, описанные Р. Л. Мерклиным (1961) под названием *Lentidium (Janschinella) garetzkii* Merkl. По данным этого исследователя, в Приаралье и Северных Ергенях указанный вид встречается в соленовском горизонте и вышележащих отложениях. Сходное явление отмечено и в Причерноморской впадине, где этот вид обнаружен в остракодовом пласте и покрывающей его мощной толще алеврито-глинистых пород.

На правом берегу Днепра, как уже отмечалось, эти отложения размыты до остракодового пласта включительно; они встречены только на междуречье Днепр—Ингулец по скважинам в окрестностях с. Большая Костромка Апостоловского района. Здесь, на глубинах около 80 м, при геокартировочных работах обнаружен пласт зеленовато-серого детритового песка, содержащего, по заключению Р. Л. Мерклина (1961), своеобразный комплекс моллюсков, представленных эндемичными видами родов *Emarginula*, *Cardium*, *Corbula*, *Lentidium*, в том числе *Lentidium (Janschinella) vinogradskii* Merkl., близкого к *L. (J.) garetzkii* Merkl. Кроме того, наряду с солоноватоводными (конгерии) и пресноводными моллюсками здесь встречены обломки раковин *Rzehakia cf. cimlanica* (Zhizh), которые с учетом всего комплекса моллюсков, по мнению Р. Л. Мерклина, позволяют рассматривать отложения из района Большая Костромка в качестве стратиграфического аналога соленовского горизонта.

В итоге рассмотренных выше материалов можно сделать вывод, что в пределах этой территории развиты отложения, которые по фауне моллюсков, фораминифер и остатков рыб относятся к среднему олигоцену.

На юго-восточном склоне Украинского щита к началу олигоцена приурочен континентальный перерыв, зафиксированный образованием углистых глин, установленных только в северной части Больше-Токмакского месторождения. В пределах этого же месторождения известны более высокие горизонты олигоцена, представленные здесь толщей

алеврито-глинистых пород, образовавшихся после отложения известковых глин остракодового пласта и выделяющихся в качестве серогозских слоев.

## Неогеновые отложения

### *Средний миоцен*

Отложения неогена развиты на южном склоне Украинского щита гораздо шире палеогена. Они залегают сплошным чехлом на докембрийе или палеогеновых отложениях и выходят на дневную поверхность по долинам многих балок и степных рек — притоков Днепра.

Наиболее древние, палеонтологически охарактеризованные отложения неогенового возраста относятся к среднему миоцену.

Северная граница распространения средиземноморских отложений, местами фиксирующая береговую линию, намечается в указанном районе довольно отчетливо. Вблизи Приазовского массива она совпадает с субширотным простираем р. Конка, затем прослеживается в районе г. Запорожье и с. Томаковка, на междуречье Базавлук—Соленая, возле с. Каменка (р. Каменка) и с. Марьевка (р. Желтенская). Далее к западу, на междуречье Базавлук—Ингулец, эта граница заходит к северу, в сторону г. Апостолово и намечается примерно по линии населенных пунктов: Марьинское—Александровка—Сергеевка—Зеленый Луг—Большая Александровка.

На площади Никопольского месторождения отложения среднего миоцена особенно широко известны в его восточной части; на Западной рудоносной площади они установлены в долине р. Соленая и южнее, до широты г. Орджоникидзе — с. Старозаводское, а ближе к днепровской долине размыты и только в нескольких местах сохранились небольшими островками.

Первые сведения об этих отложениях получены еще в конце прошлого века, благодаря главным образом исследованиям В. А. Домгера (1902) и Н. А. Соколова (1889а, 1899). Эти работы положили начало изучению рассматриваемых отложений и были расширены в последующие годы на основе материалов, полученных в процессе разведок Никопольского месторождения и благодаря новым сведениям по стратиграфии неогеновых морских отложений Понто-Каспийской области.

Кроме названных исследователей, вопросов стратиграфии и фауны средиземноморских отложений рассматриваемой территории в различное время касались Н. И. Андрусов (1917), Б. П. Жижченко (1934, 1940, 1958), И. А. Лепикаш (1936, 1937), Г. П. Михайловский (1903), Р. Л. Мерклин (1953, 1958), Г. И. Молявко (1953, 1955, 1960), М. Ф. Носовский (1952; 1953а, б; 1955; 1956а; 1957а, б; 1958; 1960б), М. В. Ярцева (1950) и др.

Вопрос о стратиграфической границе между палеогеном и неогеном на территории Никопольского марганцевого бассейна до последнего времени не мог быть решен с достаточной определенностью.

Полученные в настоящее время материалы показывают, что на территории Никопольского месторождения верхнепалеогеновые отложения подвергались сильному размыву, а наиболее древние отложения неогенового возраста представлены породами, охарактеризованными онкофоровой фауной, обнаруженной совместно с моллюсковой фауной томаковских слоев; последние сохранились только в виде изолированных островков на южном склоне Украинского щита.

В контурах рудных залежей морские отложения, эквивалентные аквитанским и бурдигальским нижнемиоценовым отложениям Западной Европы, не установлены. Между тем, отложения нижнего миоцена выделяются на этой территории в том случае, если указанный возраст принимается для широко известных в долинах рек Томаковка и Ка-

менка отложений с онкофорами (рзгакиями), которые в областях их типичного развития на территории Венгрии, Чехословакии, Австрии и Швейцарии рядом исследователей относятся к нижнему миоцену (Meznerics, 1956; Cechovic, 1954; Senes, 1956; Senes, Svagrovsky, 1957).

Исходя из общих палеогеографических данных и особенностей развития средиземноморской фауны моллюсков, для затрагиваемой части Южной Украины намечается два этапа ее геологической истории: западно-украинский (средиземноморский) и крымско-кавказский (эвксинский). Первый охватывает время образования томаковских слоев, а последний занимает верхнюю половину среднего миоцена и характеризуется накоплением осадков в условиях замкнутых или полужамкнутых бассейнов эвксинского типа, начиная с чокракского века, но особенно отчетливо выраженного в течение караганского и конкского времени.

**Томаковские слои.** В пределах рассматриваемой территории наиболее древние фаунистически охарактеризованные отложения миоценового возраста представлены томаковскими слоями.

Естественные выходы этих отложений в коренном залегании прослеживаются за контурами марганцеворудных залежей и наблюдаются в виде небольших изолированных островков, вытянутых полосой широтного простирания от р. Желтенькая на западе до г. Запорожье на востоке.

Основные их выходы на поверхность, кроме с. Томаковка, где они впервые описаны и получили свое название, известны также на южной окраине с. Каменка (р. Каменка — правый приток р. Базавлук), у северной окраины с. Марьевка (р. Желтенькая — приток р. Каменка), возле с. Бабурка Запорожской области (балка Средняя Хортица) и в окрестностях г. Запорожье (балка Капустяная и др.).

В большинстве указанных пунктов томаковские слои слагаются перекристаллизованными ракушечными известняками, плотными или рыхляково-песчанистыми в нижней части и не превышающими по мощности 2,5 м (с. Каменка).

Залегают они на докембрийских породах или коре их выветривания (каолинах), а сверху с перерывом покрываются среднесарматскими или более молодыми отложениями. Поэтому судить о возрасте томаковских слоев на основании их стратиграфического положения в разрезах упомянутых пунктов не представляется возможным.

На площади рудных залежей Никопольского месторождения в коренном залегании эти отложения не обнаружены. По буровым скважинам здесь встречены только окатанные ядра моллюсков томаковских известняков, приуроченные к основанию караганских песчано-глинистых пород Грушевско-Басанского участка, что позволяет заключить о более древнем возрасте томаковских слоев, чем караганский.

Более определенное мнение об их возрасте можно высказать на основании фауны моллюсков.

Общий список видов, определенных из различных месторождений томаковских слоев Г. П. Михайловским (1903), И. А. Лепикашем (1937б), М. Ф. Носовским (1953а, 1956а, 1957а) и М. С. Зиновьевым (1960), представляется следующим: *Ostrea (Grassostrea) gryphoides* Schloth., *O. (C.) gryphoides* Schloth. var. *gingensis* Schloth., *O. (C.) gryphoides* Schloth. var. *angustata* de Serr., *O. (C.) gryphoides* Schloth. var. *ponderosa* de Serr., *O. (C.) gryphoides* Schloth. var. *goriense* Zinov., *O. (C.) gryphoides* Schloth. var. *minor* Zinov., *Osrea digitalina* Dub., *Chlamys domgeri* Mikh., *Chl. domgeri* Mikh. var. *anomala* Mikh., *Chl. gloria maris* Dub., *Chl. malviniae* Dub., *Chl. multistriata* (Poli), *Isogomon rollei* (M. Hoern.), *Mytilus fuscus* M. Hoern., *Modiolus* aff. *letochae* M. Hoern., *Nucula nucleus* L., *Arca diluvii* Lamk., *A. lactea* L., *A. noae* L., *A. (Barbatia) barbata* L.,

*A. (Anadara) turonica* Duj., *Pectunculus* cf. *deshayesi* May., *P. pilosus* (L.), *Leda fragilis* Chemn., *Congeria* cf. *sandbergeri* Andrus, *Cardium praechinatum* Hilb., *C.* cf. *papillosum* Poli, *Chama gryphoides* L., *Ch.* cf. *toulai* David., *Meretrix gigas* (Lamk.), *M. rudis* Poli var., *Venus ukrainica* Mikh., *V. marginatus* M. Hoern., *V. cincta* Eichw., *V. gallina* L., *Tapes vetulus* (Bast.), *T. vetuloides* Mikh., *Rzehakia sociatis* (Rzeh.), *Cardita jouanneti* Bast., *Crassatella* sp., *Diplodonta trigonula* Bronn., *Ensis rollei* M. Hoern., *Pharus* cf. *legumen* (L.), *Ervilia* ex gr. *pusilla* Phil., *Corbula gibba* (Ol.), *C.* cf. *basteroti* M. Hoern., *Maetra* sp., *Lutraria primipara* Eichw., *Panope menardi* Desh., *Loripes dentatus* (Bast.), *L. dujardini* (Desh.), *Lucina* aff. *columbella* Lamk., *Tellina donacina* L., *T. pteriosa* Eichw., *T. compressa* Brocc., *Gafrarium* (*Circe*) cf. *minima* Mont., *Aporrhais alatus* Eichw., *Natica helicina* (Brocc.), *N. millepunctata* Lamk., *Turritella archimedis* Brong., *T. sokolovi* Mikh., *T.* cf. *pythagoraica* Hilb., *T.* cf. *turris* Bast., *Murex caelatus* Grat., *M.* cf. *sublavatus* M. Hoern., *Bittium scabrum* Ol., *Nassa incrassata* Müll., *N. dujardini* Desh., *N. hoernesi* Semper, *Clanculus praecruciatatus* Mikh., *Oxystelle* cf. *orientalis* Cosm. et Peyrot, *Gibbula affinis* Eichw., *Calliostoma quadristriatus* Dub., *Trochus* sp., *Pyramidella plicosa* Braun., *Mohrensternia* sp., *Calyptraea chinensis* (L.), *Acteocina* sp., *Serpula* sp., *Balanus* sp.

На основании анализа видового состава моллюсковой фауны, изученной Г. П. Михайловским (1903), но составлявшей только часть приведенного выше комплекса, Б. П. Жижченко (1934) считал возможным рассматривать томаковские слои в качестве мелководных аналогов тарханского горизонта Крымско-Кавказской области.

В дальнейшем это мнение нашло поддержку среди геологов, занимавшихся дополнительными сборами фауны из томаковских слоев (Лепикаш, 1937б; Молякко, 1960; Носовский, 1954а, 1955), а также изучавших фауну аналогичных отложений Закавказья (Зиновьев, 1960; Султанов, 1955).

После обнаружения рзгакий совместно с фауной моллюсков томаковских известняков на р. Каменка (Носовский, 1953а), а также на основании сопоставления этого комплекса фауны с однотипными фаунами западных областей УССР и Центральной Европы, М. Ф. Носовский (1957а) пришел к выводу о верхнегельветском возрасте томаковских слоев.

Следует отметить, что в вопросе о возрасте томаковских слоев у исследователей и до настоящего времени нет единого мнения.

**Чокракский горизонт.** Отложения чокракского горизонта впервые обнаружены в 1950 г. при изучении скважин, пробуренных в южной части Грушевско-Басанского участка Никопольского месторождения и к западу от него, южнее г. Запорожье (Носовский, 1952, 1957б).

Ввиду исключительно плохой сохранности чокракской фауны, большей частью переотложенной и приуроченной к песчанистым породам, эти отложения были выделены под названием верхнетомаковских слоев, в противоположность описанным выше известнякам со стеногалинной фауной сел Томаковка и Каменка, которые именовались нижнетомаковскими (Носовский, 1952).

Песчанистые отложения, заключающие чокракскую фауну, связаны постепенными переходами с вышележащими караганскими и подстилающими зелеными песками несомненно миоценового возраста.

Общая мощность этой разновозрастной песчаной толщи к югу от долины р. Конка в отдельных случаях возрастает до 17—20 м, а в направлении к востоку среднемиоценовые отложения полностью замещаются песками, имеющими мощность 27—30 м. Поэтому в случае отсутствия органических остатков выделить в этих разрезах чокракскую

пачку пород не всегда возможно. Трудность их выделения объясняется еще и тем, что здесь в большинстве случаев чокракские отложения размыты во время караганской трансгрессии и, как следствие этого, в песках встречаются только ядра или отпечатки чокракских моллюсков в окатанных включениях известняков.

В коренном залегании известняки с чокракской фауной обнаружены только на левобережье Днепра по разрезам скважин, пройденных по балке Сухая, в окрестностях с. Сухоивановка Запорожской области и несколько южнее, возле с. Каменское, по балке Янчекрак.

Эти известняки сильно перекристаллизованы; мощностью 0,3—1 м, содержат следующие раковины моллюсков: *Arca turonica* Duj., *A. diluvii* Lamk., *Cardium hilberii* Andrus., *C. subhispidum* Hilb., *Loripes dujardeni* (Desh.), *L. dentatus* Bast., *Dosinia* sp., *Diplodonta rotundata* Mont., *Tapes* cf. *erroneus* Zhizh., *Ervilia praepodolica* Andrus., *Tellina* cf. *fuchsii* Toul., *Potamides biseriatus* Friedb., *Terebralia bidentata* Defr. и др.

Комплекс перечисленных выше и других моллюсков обнаружен также в перетолженном виде среди голубовато-зеленых песчанистых глин на Грушевско-Басанском участке, по скважинам железнодорожной ст. Бурчак и возле хутора Показной, в 8 км северо-западнее г. Большой Токмак, причем во всех перечисленных пунктах эти глины покрываются караганскими глинами со *Spaniodontella pulchella* Bailly.

В сходных геологических условиях ядра этих моллюсков встречаются по нескольким скважинам в с. Малая Белозерка, а также близ с. Верхний Рогачек, Запорожской области.

К западу от г. Никополь, на западной рудоносной площади М. В. Ярцевой (1950) обнаружена микрофауна среди голубовато-зеленых песчанистых глин с. Крутенское, по возрасту отнесенных к верхам чокрака — низам карагана.

Крайний западный пункт, где встречены отложения с чокракской фауной, находится на р. Ингулец, близ с. Давыдов Брод, но он расположен уже за пределами рудных площадей Южно-Украинского бассейна (Басс и др., 1959).

**Караганский горизонт.** Отложения этого возраста были установлены в 1930 г. на Марьевском участке Никопольского месторождения (Каманин и Слодкович, 1930). Как показали дальнейшие исследования, в пределах Южно-Украинского марганцевого бассейна проходит северная граница распространения караганских отложений Причерноморья.

Они образуют здесь два залива, первый из которых находится в восточной части Никопольского месторождения, а второй располагается к западу от рек Базавлук и Каменка, в направлении к г. Апостолово.

На левобережье Днепра караганские отложения занимают почти всю восточную часть Причерноморской впадины.

По имеющимся фаунистическим данным, к востоку от Днепра северная граница отложений карагана намечается возле с. Васильевка Запорожской области и восточнее с. Коробчино, а затем резко поворачивает к югу, в сторону Приазовья, и проходит несколько западнее г. Большой Токмак.

Выходы караганских отложений наблюдаются в немногих естественных обнажениях восточнее г. Никополь, по долине р. Томаковка.

Южнее р. Томаковка они находятся под мощным покровом более молодых отложений неогенового и четвертичного возрастов.

На Никопольском месторождении и в других местах южного склона Украинского кристаллического щита отложения этого горизонта залегают трансгрессивно на разновозрастных породах, подвергшихся сильным размывам.

Караганские отложения относительно полно представлены в южной части Грушевско-Басанского участка, где они имеют мощность до 9 м; их мощность в других районах 1,2—7 м.

По литологическому составу караган подразделяется на две части: нижнюю — песчанистую и верхнюю — глинистую. Кроме того, увеличение песчаности отложений происходит к северу, в направлении к береговой линии.

Местами в карагане появляются прослой темных, почти черных глин — одной из фациальных разновидностей прибрежно-морских отложений этого возраста. Они не превышают по мощности 0,5—1 м и встречаются не только в восточной части Никопольского месторождения, но и на левобережье Днепра, в Больше-Токмакском районе.

Наибольшую площадь занимают известковистые глины голубовато-зеленого цвета, содержащие прослой мономорфной фауны моллюсков *Spaniodontella pulchella* Baily, *S. pulchella* var. *opistodon* Andrus., *S. pulchella* var. *umbonata* Andrus., *S. gentilis* (Eichw.), *Mohrensternia grandis* Andrus. Вместе с тем здесь встречаются прослой переполненные раковинами гидробий и *Potamides* ex gr. *mitralis* Eichw., а также единичные раковины *Ervilia* cf. *trigonula* Sok. и *Nassa* sp. Среди остракод обнаружены *Mediocytherideis inflata* (Sch.n.).

В минералогическом отношении эти глины характеризуются незначительным содержанием в тяжелой фракции таких устойчивых минералов, как циркон, рутил, турмалин, и отличаются необычайно большим количеством пирита (иногда 85—95% тяжелой фракции).

Обогащение пород сульфидами железа, по-видимому, является следствием позднего диагенеза донных илов в условиях восстановительной среды, о чем свидетельствуют находки в глинах бентальной фауны.

Фауна спаниодонтелл наряду с сопровождающими их другими моллюсками и остракодами не противоречит общепринятому мнению о значительном опреснении вод караганского моря на этой территории.

**Конкский горизонт.** Отложения конкского горизонта как самостоятельной стратиграфической единицы впервые установлены на территории, расположенной в контурах Южно-Украинского марганцевого бассейна.

Они описаны Н. А. Соколовым (1889а, 1899) по балке Скотоватая, открывающейся в долину р. Конка близ с. Веселянка, и в дальнейшем были прослежены в миоценовых разрезах всей южной полосы СССР, от Аральского моря до Днепра.

Особенности распространения этих отложений к югу от долины р. Конка выяснены только недавно в процессе разведки Больше-Токмакского месторождения.

На большей части этого месторождения они слагаются зелеными песчаными глинами, обычно известковистыми и не превышающими по мощности 4—5 м. Кроме фауны моллюсков, обычной для веселянского разреза, среди них обнаружены также фораминиферы *Elphidium kuda-koense* Bogd., *Borelis melo* (Ficht. et Moll.), *Rotalia* ex gr. *stelligera* Phis., *Miliolina lucida* (Karr.).

Подразделение конкского горизонта на три части по особенностям фаунистического состава слагающих его пород здесь не везде прослеживается с такой четкостью, как в некоторых других районах.

Отложения, включающие стеногалинную фауну моллюсков, свойственную средней части конкского горизонта (сартаганские слои), восточнее с. Любимовка Михайловского района, не обнаружены; они развиты только юго-западнее этого пункта. Более широкую площадь занимают слои, охарактеризованные фолладами. Кроме обнажения по балке Перерва, они вскрыты скважинами восточнее с. Каменское Ва-

сильевского района, в с. Любимовка Михайловского района Запорожской области и во многих других местах к юго-западу от указанных пунктов (Молявко, 1953, 1960; Носовский, 1960б).

Таким образом, контуры распространения фоладовых слоев и отложений, содержащих веселянскую фауну, на этой территории примерно совпадают.

На правобережье Днепра отложения конкского горизонта установлены вблизи восточной границы Грушевско-Басанской рудной залежи в районе сел Беленькое и Струковка (Носовский, 1953б).

Здесь они во многих случаях располагаются на коре выветривания докембрийских пород, а в южной части Грушевско-Басанского участка без видимого перерыва залегают на карагане.

Возле с. Струковка, под нижнесарматскими черными глинами наблюдается следующий разрез отложений конкского горизонта.

Глины светло-зеленые, с остатками раковин <i>Ervilia trigonula</i> Sok., <i>Cardium andrussovi</i> Sok., <i>C. scyloiticum</i> Sok.	1 м
Глины зеленые, с тонкими прослойками мергелей, заключающих фауну <i>Congerina sandbergeri</i> Andrus., <i>Corbula gibba</i> Ol., <i>Potamides biseriatus</i> Friedb., <i>P. nodosoplicatus</i> Högn., <i>Cerithium gubkini</i> Ossip.	3,5 „
Глины ярко-зеленые, переполненные раковинами <i>Bornea pseudaustrjurtensis</i> Bog., <i>B. sinzovi</i> Ossip. и единичными <i>Terebralia bidentata</i> (Defr.) Grat., <i>Potamides</i> cf. <i>bicostatus</i> Eichw.	3 „
Вторичные каолины	

Сходные по литологическому составу и палеонтологическим особенностям отложения этого возраста прослеживаются в некоторых других скважинах южной части Грушевско-Басанского участка. На остальной территории Восточной рудной залежи они фаунистически не доказаны, так как, видимо, размывы сарматской трансгрессией.

Кроме восточной части месторождения, конкские отложения установлены и на территории Западной рудоносной площади, в долине р. Соленая (Носовский, 1958).

На р. Соленая они обнаружены одной из скважин, пройденной на ее правом берегу, северо-восточнее с. Ольго-Ивановка. Здесь, в интервале глубин 15,8—17,5 м, залегают зеленые плотные пески, содержащие раковины *Venus* cf. *konkensis* Sok., *Loripes niveus* (Eichw.), *Corbulla gibba* Ol., *Cardium andrussovi* Sok., *C. cf. scyloiticum* Sok., *Ervilia* sp.

Эти же песчано-глинистые породы, но обычно лишенные фауны, прослеживаются севернее р. Соленая, примерно до с. Ново-Софиевка.

На левом берегу р. Соленая отложения конкского горизонта обнаружены в разрезах Богдановского и Шевченковского карьеров.

В марганцеворудном карьере, возле хутора Шевченко, мелкозернистые зеленые пески мощностью 0,5—1,5 м включают следующие раковины моллюсков: *Arca turonica* Du j., *Venus* cf. *konkensis* Sok., *Loripes niveus* (Eichw.), *Corbula* sp., *Miltha incrassata* (Dub.), *Tapes vitalianus* Orb., *Ervilia* ex gr. *pusilla* Phil., *Cardium praeplicatum* Hilb., *C. cf. andrussovi* Sok., *Rissoa acuticosta* Sacco., *Natica millepunctata* Lamk., *Potamides* sp., и фораминиферы *Nodobaculariella didkowskii* Bogd., *Sigmoilina* aff. *haidingeri* (Orb.), *Sigmoilina* sp., *Articulina* sp.

Значительно южнее этих пунктов, в районе, расположенном западнее р. Базавлук, отложения конкского горизонта вскрыты скважинами юго-восточнее с. Высокополье на глубинах 75—80 м. Они представлены известково-песчаными глинами мощностью 1—4 м и, кроме раковин *Venus konkensis* Sok., *Ervilia trigonula* Sok., внизу содержат прослой мергелистой глины, обогащенной остатками раковин *Bornea kubanica* Zhizh. и *Potamides* cf. *bicostatus* Eichw.



Приведенные фаунистические данные свидетельствуют о том, что западнее г. Никополь отложения конкского горизонта также имели широкое распространение. Они охватывали Западную рудоносную площадь Никопольского месторождения и частично междуречье Базавлук—Ингулец, но сохранились здесь не на всей площади и содержат фауну весьма плохой сохранности.

Среднемиоценовые отложения Никопольского марганцевого бассейна сопоставляются с тортонским и гельветским ярусами западных областей УССР.

### Верхний миоцен

**Сарматский ярус.** Отложения сарматского яруса описываемой территории представлены тремя подъярусами (горизонтами): нижним (волынским), средним (бессарабским) и верхним (херсонским). Литологический состав сарматского яруса пестрый; здесь развиты терригенные (пески, галечники и глины) и карбонатные (известняки и мергели) осадки. Наиболее широким распространением пользуются терригенные осадки, а в возрастном отношении среднесарматские отложения, северная граница которых выходит за пределы Никопольского марганцевого рудного бассейна.

Расчленение сарматского яруса ввиду однообразия литологического состава всех трех горизонтов представляет значительное затруднение, когда отсутствует фауна моллюсков и фораминифер.

**Нижний сармат.** Отложения нижнего сармата известны на обоих берегах и сложены глинами и песками с прослоями известняка.

Северная граница распространения осадков нижнего сармата, по данным И. А. Лепикаша (1937 а, б) и др., проходит по извилистой линии: Кривой Рог — Каменка — Константиновка, южнее этой линии отложения нижнего сармата имеют повсеместное распространение и отсутствуют только в местах более высокого залегания кристаллической поверхности и в долинах рек.

Выходы отложений нижнего сармата наблюдаются в долине Днепра и его притоков (Томаковка, Базавлук, Соленая, Каменка и Ингулец, севернее с. Широкое).

Литологический состав этих образований в восточной части района представлен песками, глинами и известняками. Восточнее р. Томаковка в основном распространены пески с прослоями глины. Пески серого или серо-зеленого цвета с прослоями темно-серого, мелкозернистого кнису, нередко переходят в крупнозернистые с кварцевой галькой. В песках нередко наблюдаются скопления раковин моллюсков, образующие ракушечные прослойки и состоящие из обломков и целых раковин *Ervilia dissita* Eichw., *Mastra eichwaldi* Lask., *Cardium ruthenicum* Lask., *Abra reflexa* Eichw., *Solen subfragilis* M. Högn. и др.

В долине р. Томаковка и западнее ее пески замещаются глинами. Последние тонкослоистые с прослойками тонкого серого песка и ракушечника. Глина обычно темно-серая, черная или серо-зеленая, иногда с растительными остатками. Данные изучения спор и пыльцы из углестых и темных глин сел Чкалово и Покровка дали такой состав растительности: сосна, ель, пихта, дуб, бук, береза, лещина, ильм, падуб, чинари, маревые, кочедыжниковые, сальвиния. Преобладает пыльца семейства сосновых, а пыльца покрытосемянных представлена небольшим количеством видов\*.

Мощность глин 6—8 м, из них около половины принадлежит среднему сармату. Установить границу между нижним и средним сарматом не всегда возможно. В западной части района (Александровский участок) нижнесарматские глины снова замещаются песками, переслаивающимися глинами, а иногда и косослоистыми ракушечными извест-

\* Определение спор и пыльцы проведено Р. Н. Ротман.

няками с нижнесарматской фауной моллюсков. Мощность известняков иногда до 2 м. По данным И. А. Леликаша, известняки протягиваются параллельно Никопольской террасе, имеют ширину до 5—7 км и увеличиваются в мощности до 5—7 м. Нижние горизонты известняков содержат нижнесарматскую фауну моллюсков, а верхние — среднесарматскую.

Пески в верхней части мелкозернистые, а в нижней нередко крупнозернистые, с галькой и валунами кристаллических пород (р. Соленая, балка Малая Каменка).

А. К. Алексеев (1928) приводит данные о находке в песках нижнего сармата обломков дерева и костей позвоночных *Rhinoceros tetradactylus*, обнаруженных в окрестности с. Широкое. С. Г. Вишняков обломки дерева обнаружил также в песках в районе Коминтерновского рудника.

Мощность нижнесарматских отложений в восточной части описываемой территории достигает 13 м, а в западной — 8 м. В южной части водораздела (южнее выходов докембрия на поверхность) осадки нижнего сармата вскрыты многими скважинами в Высокопольском, Ново-Воронцовском и Широковском районах.

В южной части Широковского района скважины, пробуренные б. Украинским геологическим управлением, вскрыли ниже осадков среднего сармата слоистую глину серого или темно-серого цвета с прослойками ракушечника и известняка. Мощность последних 0,15—0,3 м, а глин — до 3 м. Ниже залегают углистые глины с остатками древесины и отпечатками листьев плохой сохранности.

Образование углистых глин происходило, по-видимому, на протяжении среднего миоцена и в начале позднего миоцена.

На левобережье Днепра отложения нижнего сармата обнажаются в долинах рек Днепр и Конка. Южнее они вскрыты скважинами. Северная и восточная границы распространения морских отложений нижнего сармата проходят по линии г. Запорожье — г. Орехово — с. Астраханка.

Осадки нижнего сармата в этом районе сложены также глинами и песками с прослоями ракушечного известняка. В окрестности с. Веселянка ниже осадков среднего сармата залегает толща песков с прослоем косослоистого ракушечного известняка до 2 м, состоящего из обломков и целых створок раковин: *Ervilia dissita* Eichw., *Donax lucidus* Eichw., *Tapes vitilianus* Orb., *Cardium ruthenicum* Lask., *Abra reflexa* Eichw., *Maetra eichwaldi* Lask. и др. Нижележащие пески с прослойками глины и мергеля (до 5—10 см мощности), а также косослоистые и с раковинами моллюсков до 4 м мощности залегают на размытой поверхности глин и песков с конкской фауной моллюсков.

Песчаными породами с раковинами моллюсков сложен нижний сармат и в окрестностях г. Запорожье, являющийся самым северным пунктом распространения последних.

Южнее г. Запорожье выходы на поверхность отложений нижнего сармата наблюдаются в окрестностях сел Кушугумовка, Балабино, Канкриновка и др. Интересный разрез наблюдается в окрестности с. Балабино. Здесь ниже отложений среднего сармата, сложенных песками, известняками и глинами, залегают:

Песок мелкозернистый, серо-желтый, с прослоями ракушечника с <i>Ervilia dissita</i> Fichw., <i>Maetra eichwaldi</i> Lask., <i>Tapes vitalianus</i> Orb., <i>Solen subfragilis</i> M. Högn. и др. . . . .	2 м
Глина серая с зеленоватым оттенком и ржаво-охристыми пятнами . . . . .	0,4 „
Глина углистая, черного цвета, с большим количеством растительных остатков . . . . .	0,6 „
Глина серо-зеленая, плотная, а ниже темно-серая, с прослойками ракушечника детритуса, состоящего в основном из обломков кардинид и мактр. В глине много кристаллов гипса . . . . .	1 „
Песок мелкозернистый, слабглинистый.	

Неподалеку от автострады Москва — Симферополь в овраге наблюдается увеличение мощности песков, а также и изменение гранулометрического состава в сторону укрупнения кварцевых зерен. Здесь появляются галька и валуны кристаллических пород, обломки кремне-глинистых пород и глинистые катуны. Верхняя толща песков, по-видимому, принадлежит к среднему сармату, а нижняя — к нижнему сармату.

Южнее долины р. Конка отложения нижнего сармата, по данным скважин, сложены в основном слабopесчаными глинами с прослоями тонкого песка (с. Большая Белозерка, с. Михайловка, с. Васильевка и др.) и мелкозернистыми песками с прослойками ракушечного детритуса. Песчаные осадки нижнего сармата вскрыты скважинами в окрестностях с. Магдалиновка и в бассейнах рек Куркулак и Чингула, а также в окрестности г. Мелитополь. На остальной площади развиты темные слоистые глины с тонкими прослойками тонкозернистого песка.

Средний сармат. Отложения среднего сармата развиты шире нижнесарматских; перекрывая последние, они достигают на севере г. Верхнеднепровск и с. Веселые Терны (р. Ингулец). Севернее этих пунктов распространены пески, обычно не содержащие морской фауны. Верхняя часть которых может быть условно отнесена к сарматскому ярусу, как это было отмечено выше.

Отсутствуют среднесарматские отложения в речных долинах и на участках высокого залегания кристаллических пород, расположенных в районе водоразделов Саксагань — Мокрая Сура и Мокрая Сура — Днепр, где, по данным скважин, описанных Е. М. Матвиенко, лессовидные суглинки и бурые глины залегают на докембрийских породах. Средний сармат в Никопольском марганцевом районе сложен глинами, мергелями, известняками. Наиболее широко распространены глины, окрашенные в зеленовато-серый, серый или черный цвет. Черные и темно-серые глины обычно залегают в нижней толще среднесарматских отложений, нередко переходящих в такие же глины нижнесарматского возраста, а зеленовато-серые залегают в верхней и средней частях среднего сармата. По данным И. А. Лепикаша, в темных глинах содержится 5,33—8,96% гумуса. Глинистые породы среднего сармата преобладают в восточной части Никопольского района, мергели и известняки на этой площади играют лишь подчиненную роль и залегают среди глин линзовидными прослоями, достигающими иногда 3—5 м мощности. Для характеристики этих отложений приводим сводный разрез по обнажениям и скважинам, пробуренным на о. Городище. Здесь ниже верхне-сарматских глин с прослоями мергеля залегают:

Глина черная или темно-серая	до 2—3 м
Глина серовато-зеленоватая с редкими отпечатками среднесарматских моллюсков	1—2 „
Известняк ракушечный, состоящий из обломков, реже целых раковин: <i>Mastra fabreana</i> Orb., <i>M. naviculata</i> Baily, <i>M. cf. pallasii</i> Baily, <i>Modiolus naviculoides</i> Koles., <i>Donax cf. hörnesi</i> Sinz., <i>Cardium fittoni</i> Orb., <i>C. vasoevischi</i> Koles и др.	3 „
Известняк оолитовый, серый, рыхлый с ядрами и отпечатками <i>Buccinidae</i> , <i>Limnaea</i> , <i>Planorbis</i> , <i>Valvata</i>	0,5—0,75 „
Глина зеленоватая или темно-серая, с прослойками ракушечного детритуса	до 2 „
Глина темно-серая, с прослойками ракушечника, среди которого преобладают <i>Ervilia dissita</i> Eichw., <i>Tapes gregarius</i> (Partsch) Goldf., <i>Cardium cf. vindobonense</i> (Partsch) Lask.	

Другие скважины на этом участке не встретили известняков, что подтверждает линзовидное залегание последних. Необходимо отметить, что в глинах среднего сармата наряду с морскими раковинами моллюсков встречается много и пресноводных, последние нередко образуют прослой и приурочены обычно к средней части среднего сармата. К западу от долины р. Томаковка глины с пресноводной фауной моллюсков

замещаются известняками, в которых, как видно из приведенного разреза, встречены такие же моллюски раковин, как и в глинах.

Западнее долины р. Базавлук известняки залегают в основании среднесарматских глин. Верхняя часть этих известняков содержит среднесарматскую фауну моллюсков, а нижняя — нижнесарматскую. Здесь известняки также залегают линзовидными прослоями, выклиниваются они к западу и замещаются глинами с прослоями мергеля. Мощность известняков 2—2,5 м, а в глинах и мергелях — до 2,2 м.

Залегают средний сармат на породах различного возраста, от среднемиоценовых и палеогеновых до докембрийских включительно. Мощность среднесарматских отложений на территории Никопольского марганцевого района (водораздел рек Базавлук — Днепр) 10—20 м, а на участках высокого залегания кристаллических пород уменьшается до нескольких метров.

На левобережье Днепра средний сармат также широко распространен, отсутствуя только в речных долинах и участках высокого залегания кристаллических пород. На водоразделе Конка — Мокрая Московка отложения среднего сармата сложены песками и глинами, обнажаются в балках и оврагах и вскрыты скважинами. В восточной части этого района преобладают пески, в которых очень редко встречается фауна моллюсков, что затрудняет проведение границы между отдельными горизонтами. В западной части, в районе, прилегающем к долине Днепра, сарматские отложения обнажаются на левом берегу Днепра, Карачекрака, Янчекрака и балках, описанных еще Н. А. Соколовым (1899).

Данные изучения разрезов речных долин и балок показали, что в западной половине к югу от г. Запорожье пески постепенно замещаются глинами и известняками. Последние обычно ракушечные, состоящие из целых и обломков *Mastra fabreana* O g b., *Cardium fittoni* O g b., *Tapes gregarius* (P a r t s c h) G o l d f. и др. В глинах, наоборот, встречаются тонкостенные моллюски, среди которых много *Cardium suessi* V a g b., *C. cf. barboti* R. H o e r n, *C. subfittoni* A n d r u s.

На водоразделе Янчекрак — Карачекрак средний сармат сложен известняками, мергелями и глинами. Известняки обычно залегают в верхней толще среднего сармата, достигая нередко 4—5 м мощности, часто с прослоями глины и мергеля мощностью до 1,5—3 м. Глины обычно темно-серые или черные, книзу постепенно переходящие в такие же глины нижнего сармата.

В окрестности с. Васильевка (р. Карачекрак) обнажаются известняки, светло-серые, ракушечные, с *Mastra fabreana* O g b., *Cardium fittoni* O g b., *Tapes gregarius* (P a r t s c h), *Trochidae*, *Planorbis*, *Limnaea*.

В толще известняков встречаются прослойки зеленовато-серой глины с обломками моллюсков.

Ниже известняка залегают серая с зеленоватым оттенком глина с обломками и целыми раковинами моллюсков такого же видового состава, что и в известняках. В толще глин встречен прослой мелкозернистого песка. Мощность известняка 10,5 м, а глин — около 9 м.

Восточнее и юго-восточнее с. Васильевка известняки замещаются мергелями, глинами и песками, а в восточной части, как уже отмечалось, развиты пески. В с. Пришиб в толще этих песков обнаружены окременные стволы деревьев. Широкое распространение песков наблюдается в южных частях Верхне-Рогачинского, Больше-Белозерского и Михайловского районов. В толще песков встречаются прослой песчаника и известняка, в которых содержится фауна моллюсков среднего сармата.

Верхний сармат. На водоразделе Ингулец — Днепр отложения верхнего сармата имеют повсеместное распространение, отсутствуя

только в речных долинах вследствие размыва их в антропогенное время.

Сложен верхний сармат на этой территории глинами, мергелями и известняками, иногда с прослойками мелкозернистого кварцевого песка. Большим распространением пользуются глины серо-зеленоватые реже темно-серые и черные. Из палеонтологических остатков в глинах и мергелях встречены мактры: *Maetra caspia* Eichw., *M. naviculata* Bailey, *M. crassicolis* Sinz., *M. bulgarica* Toula.

Как далеко в этом районе распространяются отложения верхнего сармата, сказать трудно. Известно, что в бассейне р. Мокрая Сура на среднесарматских глинах залегают такие же глины с песком, но не содержащие окаменелостей. Возможно, что воды сарматского бассейна в позднесарматское время проникали в пониженные части водораздела Базавлук — Днепр.

В Криворожском районе, по данным А. В. Фааса (1904), верхнесарматские отложения сложены известняками, глинами, мергелями и песками, которые либо переслаиваются, либо замещаются одни другими. Известняки ракушечные, оолитовые или глинистые, светло-серые, с мактрами. Глины обычно серо-зеленоватые, книзу нередко переходят в кварцевые пески. У с. Александровка в песках, залегающих ниже известняков с мактрами, А. К. Алексеев (1928) обнаружил остатки оленя, жирафы и трехпалой лошади. Остатки динотерия обнаружены и в окрестностях Кривого Рога (Борисяк и Беляева, 1948). Восточнее р. Бузулук отложения верхнего сармата, по данным И. А. Лепикаша (1937 а, б) имеют мощность 8—14 м и представлены в основном серо-зелеными неслоистыми глинами с прослоями белых и светло-серых мергелей и мергелистых известняков с мактрами (*Maetra caspia* Eichw., *M. bulgarica* Toula).

Глины и мергели — осадки мелководного бассейна; об этом свидетельствует наличие известняковой гальки и глинистых катунов в глинах и мергелях. Известняковый галечник и конгломерат встречены также и на границе осадков верхнего и среднего сармата, что указывает на перерыв в осадконакоплении между двумя горизонтами.

На левобережье Днепра, в районе, прилегающем к долине Днепра (Запорожский район), отложения верхнего сармата сложены песками, глинами и известняками. Известняки залегают либо в виде прослоев, либо покрывают и подстилают песчано-глинистую толщу.

Восточнее с. Подгорное известняки постепенно заменяются мергелями и глинами. В с. Широкое скважина вскрыла переслаивание известняков с мергелями и глинами. Мощность прослоев глины и мергелей 0,8—3 м, а известняка — до 1,5 м. В глине и мергеле, кроме верхнесарматских мактр, встречены и геликсы.

Крайним восточным пунктом, где осадки верхнего сармата сложены глинами и мергелистыми известняками с верхнесарматской фауной моллюсков, является с. Магдалиновка.

Севернее долины р. Карачекрак глины и известняки замещаются песками; последние вскрыты скважинами в долине р. Янчекрак и в балке Сухая.

В Васильевском, Верхне-Рогачинском, Больше-Белозерском и Михайловском районах отложения верхнего сармата сложены в основном известняками и глинами и реже песками. Известняки светло-серые или серые, ракушечные и оолитовые, залегают в виде прослоев среди серо-зеленых глин и мергелей.

Мощность прослоев известняка 0,5—2,8 м, мергелей и глин — 0,2—8,1 м.

Песчаные породы верхнего сармата распространены только южнее сел Верхний Рогачек, Большая Белозерка и Михайловка, меньше среднесарматских, и образовались они, по-видимому, за счет перемыва

последних. Возможно, что на отдельных участках пески и не покрывались водами сарматского бассейна.

**Мэотический ярус.** На водоразделе Ингулец — Днепр мэотические отложения имеют ограниченное распространение только в северо-восточной его части (Никопольский марганцевый район), а более широкое — в бассейне р. Ингулец.

Крайний северный пункт, где фаунистически охарактеризованы мэотические отложения, с. Дар-Радевичи, в окрестностях которого еще А. В. Фаасом (1902) они были описаны впервые.

В овраге, расположенном между селами Дар-Радевичи и Широкое, ниже понтических отложений залегает серо-зеленая глина с прослоями известняка, в котором обнаружена в основном пресноводная фауна моллюсков (*Unio*, *Viviparus*) и только в нижнем прослое морская: *Abra tellinoides* Sinz., *Ervilia minuta* Sinz., *Dosinia* cf. *exoleta* L., *Cardium mithridatis* Andrus., *Cerithium* cf. *disjunctum* Sinz.

В бассейне р. Бузулук и далее к востоку мэотические отложения, по-видимому, размыты и сохранились только в виде известняковых валунов, залегающих ниже понтического яруса в юго-западной части Никопольского района. В балках Березнеговатая и Широкая И. А. Лепикаш (1937) обнаружил валуны и гальку известняков с *Abra* cf. *tellinoides* Sinz., *Cardium* ex gr. *mythridatis* Andrus., *Congerina novorossica* Andrus., *Micromelania*, *Hydrobia* и др.

Известняковые валуны и галька залегают на границе понта и верхнего сармата.

В восточной части Никопольского района между понтом и верхним сарматом залегает песчано-глинистая толща мощностью до 5 м, названная И. А. Лепикашем топиловскими слоями, представленными светлосерыми, зеленоватыми и желто-зелеными песками и глинами. Взаимоотношения глин и песков различные. В одних пунктах преобладают глинистые породы, в других — песчаные.

На контакте топиловских слоев с верхним сарматом залегают прослойки галечника, состоящего из кристаллических пород. Из палеонтологических остатков в глинистых песках найдены остатки черепахи (*Emis*), плоточные зубы карповых и др.

На левобережье Днепра мэотические отложения известны только в районе с. Большая Лепетиха, севернее и восточнее фаунистически мэотические отложения не доказаны.

## Плиоцен

**Понтический ярус.** Понтические отложения на водоразделе Ингулец — Днепр развиты на всей территории, за исключением участков позднейшего размыва их в позднем плиоцене и в четвертичном периоде.

В восточной части описываемой территории осадки понтического яруса сложены известняками и глинами. В восточном районе (Западнее Днепра) и в западном (реки Базавлук, Ингулец) преобладают известняки, а в среднем — глины.

В бассейне р. Томаковка понтические отложения представлены двумя разновидностями известняков: ракушечными и оолитовыми; последние мощностью 2 м. На отдельных участках Никопольского района (Коминтерно-Марьевский участок), по данным И. А. Лепикаша (1937 б) и др., ракушечный известняк замещается зеленоватыми и коричневыми глинами.

Ракушечный известняк подвергся значительной перекристаллизации, бурый или желто-бурый и состоит из плохо сохранившихся ядер и отпечатков *Prosodacna* ex gr. *littoralis* Eichw., *Prosodacna* sp., реже *Dreissensidae*. Мощность ракушечного известняка 3—5 м.

Оолитовый известняк окрашен в более светлые тона; в нижней части его толщи имеется примесь кварцевого песка. Из палеонтологических остатков в этом известняке встречаются только отпечатки и ядра *Congeria novorossica* Sinz.

Между ракушечным и оолитовым известняками нередко встречаются галечники и валуны кристаллических пород.

Известняки понта в долине р. Томаковка прослеживаются несколько севернее с. Томаковка, а на водоразделе Томаковка — Днепр понтические отложения достигают района с. Лукашевка. Необходимо отметить, что в северной части описываемого района известняки постепенно замещаются песчано-глинистыми породами и даже кварцевыми мелкими песками, а в окрестности с. Шарাপовка ракушечный известняк переслаивается с серо-зелеными глинами и крупным кварцевым песком. Между глинами и известняками также обнаружен галечник и даже валуны железистого кварца (Лепикаш, 1936). Залегают понтические отложения на верхнем сармате или топиловском горизонте, а на отдельных участках — на среднем сармате.

Выше ракушечного известняка (новороссийский подъярус) залегают песчано-глинистые отложения, в которых обнаружена пресноводная фауна моллюсков (*Viviparus*, *Planorbis* и др.). Эти отложения названы косовскими слоями (Леирикаш, 1936). Наличие в основном пресноводной фауны моллюсков указывает на континентальный тип образований, и, скорее всего, образование их происходило в среднеплиоценовое или позднеплиоценовое время.

Понтические отложения Криворожского района освещены в работах А. В. Фааса (1904) и А. К. Алексеева (1928). По данным этих исследователей, понтический ярус сложен известняками и песчано-глинистыми образованиями; последние размыты в северной части Криворожского района. Крайние северные пункты распространения понтических известняков — Пичугинские карьеры, севернее их развита песчанистая толща (район с. Ново-Павловка), которая А. В. Фаасом синхронизируется с понтическими известняками, но следует отметить, что отнести всю толщу песков к понту нет оснований: нижняя часть их, по-видимому, сарматского возраста.

Севернее с. Александров-Дар понтические отложения, по А. К. Алексееву (1928), представлены также песчаными образованиями, а ниже они замещаются известняками и глинами, в которых, кроме типичной понтической фауны моллюсков, встречена и пресноводная. Южнее с. Широкое, в долине р. Ингулец, понтические известняки желтого и желто-бурого цветов обнажаются во многих пунктах.

Хорошее обнажение понтических образований наблюдалось нами в окрестности с. Малая Александровка. В карьере, где разрабатываются понтические известняки, обнажаются:

Известняк желтый и желто-бурый, косослоистый, перекристаллизованный, кавернозный, с ядрами и отпечатками <i>Monodacna</i> cf. <i>pseudocatillus</i> Barb., <i>Didacna</i> sp., <i>Viviparus achatinoides</i> Dech.	3,5 м
Известняк мергелистый, местами оолитовый, желто-охристый, с прослоями до 0,5 м серо-зеленоватой глины. В глине тонкостенные отпечатки <i>Monodacna</i> , <i>Didacna</i> , <i>Viviparus</i> . В основании известняк содержит известняковую гальку	1,5—2 „
Мергель серо-зеленоватый с прослоями ракушечного известняка, в котором обнаружены плохой сохранности конгерии	0,5 „
Глина темно-зеленая, книзу более светлая. В глине изредка встречаются кости рыб и <i>Ostracoda</i>	2 „
Мергель серый, переслаивается с оолитовым известняком, с <i>Maclra caspia</i> Eichw.	

Такие же известняки вскрыты скважинами в селах Александровка, Новая Шестерня, Костромка, Осокоревка, Новая Кубань и др. Мощность известняков 4—8 м. На отдельных участках водораздела извест-

няки замещаются глинами в нижней части понтического яруса (села Дудчино, Гавриловка) или в верхней (с. Ново-Петровка). Мощность глин 2—5,4 м.

На левобережье Днепра, в Запорожском и с ним смежных районах, отложения понтического яруса фаунистически доказаны только в западной части водораздела Мокрая Московка — Конка, а в восточной распространены пески, возраст которых установить трудно, так как в них не обнаружены остатки фауны моллюсков.

Наличие понтических образований в этом районе отмечено еще в работах С. О. Конькевича (1881) и Н. А. Соколова (1889). В балке Понятко (р. Мокрая Московка) обнажаются желто-бурые перекристаллизованные известняки с ядрами *Monodacna*, *Dreissensia* плохой сохранности мощностью до 2 м; ниже залегают мелкозернистые пески и зеленоватые глины с кварцевой галькой, по-видимому, понтического возраста.

В окрестностях г. Запорожье ниже красно-бурых глин вскрыта серо-зеленая глина и мелкозернистые кварцевые пески, возраст которых, очевидно, также нижнеплиоценовый, так как в окрестностях с. Ново-Александровка вскрыты прослойки мергеля и известняка с понтической фауной моллюсков.

В долине рек Конка, Янчекрак и Карачекрак имеются выходы понтического яруса, сложенного известняками, глинами и песками. Крайний восточный пункт выходов понтических отложений на левом берегу р. Конка наблюдается у с. Хитровка. Здесь, по данным Н. А. Соколова (1888), под толщей красно-бурых глин залегают зеленоватая глина и оолитовый известняк с ядрами и отпечатками *Dreissensia rostriformis* Desh., *D. simplex* Wagb. и мелкими кардидами. Такие же известняки наблюдаются в обнажениях левого склона долины Днепра и речных долинах Янчекрака и Карачекрака.

Понтические известняки мощностью до 10 м наблюдаются в окрестности с. Камышеваха. Сложен здесь понтический ярус ракушечными и оолитовыми известняками, обычно косослоистыми. Залегают понтические образования на мергелях и известняках среднего сармата.

Характерной особенностью отложений понта на данной территории является то, что здесь на многих участках отсутствуют оолитовые известняки, залегающие обычно непосредственно ниже ракушечных. Нередко и оолитовые известняки замещаются глинами и песками.

В долине р. Янчекрак, в ее приустьевой части, ниже красно-бурых залегают толща серо-зеленых глин, переходящих книзу в мелкозернистые пески и песчаники. Ниже их залегают известняки с *Monodacna pseudocatillus* Wagb., *Dreissensia rostriformis* Desh., *Viviparus cf. achatinoides* Desh. и глина, желто-зеленоватая, переходящая в белый мелкозернистый песок. Мощность песков, залегающих под известняками, 3 м, известняка — 1,5 м, глин и песка — 1,5 м; последние, возможно, верхнесарматского возраста.

В долине р. Карачекрак (с. Широкое) под толщей красно-бурых залегают зелено-серая глина мощностью до 3 м, а ниже — оолитовый известняк с *Dreissensia rostriformis* Desh., *Prosodacna littoralis* Eichw., *Hydrobia*, *Neritina* мощностью до 3 м. Севернее и восточнее с. Широкое известняки понта замещаются глинами и песками. Известняками и песками с прослоями глины сложены понтические отложения в бассейне р. Молочная, но в районе г. Мелитополь они размыты. Размыты понтические отложения и в районе Рогаченской и Белозерской балок.

**Красно-бурые глины.** В Никопольском марганцевом районе, по данным И. А. Лепикаша, красно-бурые глины залегают на косовских слоях, но залегают они и на более древних образованиях, где отсутствуют понтические отложения. Название свое эти глины получили от



их окраски, хотя нередко цвет их бывает не только красно-бурый, а даже и красный, бурый, коричневый или желто-бурый. Окраска глин изменяется не только в горизонтальном, но и в вертикальном направлении. Механический состав красно-бурых глин водораздела Ингулец — Днепр различен. Характерной их чертой является увеличение фракции 0,01—0,005 (59,99—94,18%).

Рассмотрим условия залегания красно-бурых глин и их мощности на описываемой территории. В пределах распространения понтических отложений, которые, по данным Н. А. Соколова, не распространяются выше 120-й горизонтали, красно-бурые глины залегают непосредственно на понтических известняках либо с постепенным переходом, либо с резкой границей между ними. Как уже отмечалось выше, резкая граница между понтом и красно-бурыми глинами отмечена на правом берегу Днепра И. И. Левинским (1914) в окрестности сел Дудчино, Осокоревка, Качкаревка и др. Поверхность известняка здесь сглажена и покрыта черным блестящим лаком (пустынный защитный лак), образовавшимся в пустынных условиях в послепонтическое время. Об аридности климатических условий в это время приводит данные И. Н. Карлов (1951 г.), обнаруживший в окрестности с. Дарьевка на поверхности известняка понтического яруса, кроме пустынного лака и загара, крупные пирамидальные лакированные трехгранники и желобы выдувания.

Б. В. Пясковский (1933) рассматривает черную кору на известняке понта как реликт глубокого почвенного образования.

На других участках водораздела исследователями Н. А. Соколовым, Ф. Е. Лапчик, авторами данного тома и др. отмечен постепенный переход серо-зеленых гипсоносных глин в красно-бурые; первые тесно связаны с понтическим известняком. Эта толща зеленоватых гипсоносных глин распространена в основном на правом берегу р. Ингулец (р. Висунь). Ф. Е. Лапчик отметила, что на отдельных участках (с. Березнеговатое и др.) в нижней толще этих глин встречаются прослой мергеля, в которых обнаружены ядра конгерий, кардиид и палюдин плохой сохранности, что дает основание отнести эти глины к понтическому ярусу.

За пределами распространения понтических отложений красно-бурые глины залегают на гипсоносных глинах, но более древнего возраста. Так, в пос. Баглейский, около станции Баглей (выше среднесарматского известняка), залегают серо-зеленоватая глина с гипсом мощностью до 6 м, а выше их — толща красно-бурых глин мощностью до 18—20 м.

В селах Ново-Александровка, Акимовка Верхнеднепровского района, по данным Е. М. Матвиенко, непосредственно на песках (очевидно, сарматского возраста) залегают толща зеленовато-серых глин мощностью до 25 м. В северной части водораздела Ингулец — Днепр отметки кровли красно-бурых глин до 110 м (с. Акимовка Верхнеднепровского района), 101 м (станция Баглей), а в окрестности сел Томаковка и Красное Лошкаревского района — 118—160 м. Красно-бурые глины здесь залегают непосредственно на каолинах.

В южной части водораздела красно-бурые глины залегают на понтических отложениях мощностью 1,5—2,5 м при отметке кровли +50 м (с. Ново-Петровка), 40 м (с. Новая Кубань).

Отсутствие серо-зеленых гипсоносных глин на отдельных участках водораздела, где распространены понтические известняки, следует объяснить последующим послепонтическим размывом. Красно-бурые глины, залегающие на выветренных понтических известняках, образовались здесь позже.

О частичном размыве одесского горизонта в послепонтическое время свидетельствуют данные скважины с. Новая Кубань, где известняки понта имеют неровную поверхность с черной коркой до 1—5 мм на

контакте с красно-бурыми глинами. Мощность ракушечного известняка здесь почти в 2 раза меньше, чем в смежных районах.

Установить более точную границу распространения красно-бурых глин, залегающих на понтических известняках и зеленоватых гипсоносных глинах, не представляется возможным в связи с небольшим фактическим материалом, особенно в южной части водораздела.

Имеющиеся в нашем распоряжении данные дают возможность отметить, что граница распространения красно-бурых глин, залегающих на понтических известняках и резко ограничивающихся от них, проходит южнее линии Шестерня — Новая Воронцовка.

Красно-бурые глины, залегающие ближе к речным долинам, становятся песчанистыми, а иногда замещаются бурыми глинистыми песками.

Изучение спор и пыльцы красно-бурых глин, произведенное Е. Т. Ломаевой, дало следующие результаты: лебедовые (*Chenopodiaceae*) преобладают, злаковых (*Graminaceae*) и полыни (*Artemisia*) мало, а зонтичных, мотыльковых, гвоздичных, сложноцветных, вьюнковых встречены только единичные зерна пыльцы. Из древесных пород встречена пыльца дуба, ели, граба, сосны, лещины и др.

Приведенные данные о растительных остатках, обнаруженных в толще красно-бурых глин, проливают свет на физико-географическую обстановку времени формирования этих глин. Большое количество травяной растительности, лебедовых, полыни и злаковых говорит о сухих степных условиях того времени. Древесная растительность (смешанные леса) произрастала только в долинах рек, а возможно, пыльца древесной растительности частично была занесена и из лесостепной и лесной области.

**Плиоценовые аллювиальные отложения.** Песчаные аллювиальные плиоценовые отложения, залегающие на понтических известняках, отметил еще Н. И. Барбот де Марни (1869), возраст которых он считал балтским.

Н. А. Соколов (1889) пески эти отнес к верхнеплиоценовым, хотя палеонтологических остатков в них не было встречено. Подробная характеристика этих песков дана Ю. Б. Бассом; по его данным, они косослончатые, мелкозернистые или среднезернистые, с галькой кристаллических пород, мощностью до 7 м. Залегают они или на понтических, или верхнесарматских известняках и прикрыты маломощной (до 2—4 м) толщей серо-зеленоватых и красно-бурых глин.

В районе Кривого Рога в надпонтической толще песков обнаружены остатки позвоночных, принадлежащие, по И. И. Гаррту (1954), к *Rhinoceros antiquitatis* (Blum.). Правильность определения остатков носорога вызывает сомнение. Отнесение Осетровым песчаной толщи, залегающей выше известняков понта, к новороссийскому горизонту также не может быть принято, так как они залегают не только на понтических, а и на верхнесарматских отложениях. Кроме того, эти пески распространены только вдоль долины р. Ингулец. Возраст песков, по-видимому, верхне- или среднеплиоценовый.

В Никопольском марганцевом районе аллювиальные отложения плиоценового возраста установлены И. Л. Лепикашем (19376) в балке Буряковая и названы им V надпойменной террасой (Буряковской). Аллювиальные отложения этого возраста обнаружены также в с. Верхнетарасовка, у с. Александровка, у с. Шараповка, в с. Шолохово (р. Базавлук), в долине р. Соленая и др.

В обнажениях балки Буряковая плиоценовый аллювий представлен песчанистыми глинами с прослоями песка с гравием, хорошо выраженной диагональной слоистостью. В песках и песчанистых глинах встречена фауна моллюсков: *Viviparus pseudoachatinoidea* Pawl., *V. fasciatus* Müll., *V. cf. subconcinus* Sinz., *Lithoglyphus neumayri* Brus., *Bythinia spoliata* S a b b a, *B. kujalnicensis* M a n g. и др.

Аллювиальная толща залегает на размытой поверхности среднесарматских отложений, а прикрыта красно-бурыми глинами с постепенным переходом в нижележащие песчанистые глины серо-зеленоватого цвета. И. А. Лепикаш аллювиальную толщу балки Буряковая синхронизирует с кюальницкими отложениями окрестностей Одессы. Аллювиальные пески плиоценового возраста известны также и в долине р. Токмачек (окрестности г. Большой Токмак). Здесь в гравелистых песках обнаружены остатки южного слона. Плиоценовые аллювиальные пески вскрыты рядом скважин на левобережье Днепра: в с. Екатериновка Больше-Лепетихского района, с. Далекое, станции Пришиб, с. Тимошевка Михайловского района, с. Царицын-Кут Васильевского района и др. Залегают эти пески либо на сарматских, либо на размытой поверхности понтических отложений. В окрестности сел Царицын-Кут и Каменское в аллювиальных песках встречены остатки рыб и трубчатых костей позвоночных. Данные определения остатков позвоночных В. А. Топачевским позволили ему сопоставить эти отложения с кучурганскими.

Мощность аллювиальных песков 4—16 м.

### Четвертичные отложения

Четвертичные отложения в Никопольском марганцевом бассейне распространены почти повсеместно, за исключением некоторых небольших участков склонов речных долин и балок, где на поверхность выходят дочетвертичные породы (рис. 10). Однако, несмотря на такое распространение, изучены они еще недостаточно полно, и по ряду вопросов (генезис, стратиграфия, нижняя граница и др.) у исследователей еще нет единого мнения. Систематическим изучением четвертичных отложений начали заниматься сравнительно недавно.

Первые сведения о четвертичных отложениях района Никопольского месторождения встречаем в «Путевых записках» Василия Зуева (1787) и на геологической карте Клиндера (1868). Позже четвертичные отложения этого района изучали Н. А. Соколов (1886, 1903), Л. Г. Каманин (1928), Ф. П. Саваренский (1929 а), Р. Р. Выржиковский и М. В. Фремд (1932), И. А. Лепикаш (1935), П. К. Заморий (1954), Г. И. Молявко (1952), М. Ф. Веклич (1958).

Значительная часть территории в настоящее время охвачена комплексной геологической съемкой и геологоразведочными работами, проведенными большим коллективом геологов б. МГиОН СССР (Ю. Б. Басс, Я. Т. Белоус, Е. Д. Гуторова, А. Г. Виноградский, В. М. Кабризон, Ф. М. Кукушка, Н. Ф. Поддубный, Г. Д. Скрыбин, Е. С. Шевченко, С. Е. Яблоновский и др.).

В последнее время накопился большой фактический материал по четвертичным отложениям, дополняющий опубликованные ранее сведения.

Формирование четвертичных отложений тесно связано с историей развития рельефа данной территории, и поэтому генезис, возраст, состав и свойства этих отложений неодинаковы на различных геоморфологических элементах. Четвертичные отложения в районе Никопольского бассейна представлены только континентальными образованиями. Залегают они на красно-бурых глинах (в пределах водораздельной равнины) и на палеогеновых и докембрийских породах — в речных долинах.

Высота поверхности ложа в пределах современных водораздельных пространств в основном 60 м, местами 70 м и более (водораздел Томаковка — Днепр). Самые низкие участки приурочены к долине Днепра.

Мощность четвертичного покрова неравномерная. Минимальные мощности, а местами и полное отсутствие четвертичного покрова, наблюдаются на очень незначительных по площади участках речных долин,



Рис. 10. Схематическая геологическая карта четвертичных отложений с геоморфологическими элементами района Никопольского марганцевого бассейна

1—элювиальные и золово-делювиальные лёссовые породы ( $Q_{1-3}^{(1)col-d}$ ) на слабо наклонной водораздельной равнине с высотами 80—140 м, мало затронутой эрозией; 2—делювиальные лёссы ( $Q_{1-3}^d$ ) склонов речных долин и балок; 3—аллювиально-делювиальные и пролювиальные песчано-суглинистые отложения, местами с обломками известняка и кристаллических пород в днищах балок; 4—аллювиальные пески с прослоями и линзами супеси и глины и покрывающие их лёссы ( $Q_1^{al} + Q_2^{1al}$ ) в пределах Никопольской террасы; 5—аллювиальные и золовые отложения на вторых террасах: а) — переветренные с поверхности аллювиальные пески, образующие дюны и кучугуры на песчаных террасах ( $Q_2^{3eol}$ ), б) — аллювиальные супеси и лёссы, образующие более пониженные участки террасы ( $Q_2^{3a1}$ ); 6—аллювиальные отложения первых террас (пойм) — ( $Q_3^{al}$ ); 7 — выходы кристаллических пород; 8 — структурные террасы (на поверхности понтических известняков); 9 — уступы террас, выраженные в рельефе; 10 — оползни; 11 — овраги; 12 — южная граница Украинского кристаллического щита

где выходят кристаллические породы, или на структурных террасах, где местами обнажаются понтические известняки. На остальной территории, как правило, мощности меньше 10 м приурочены к водораздельным участкам, а на их склонах к речным долинам увеличиваются до 20—30 м. Максимальные мощности (40—50 м) обнаружены на Никопольской террасе.

Четвертичный покров сложен в основном песчано-глинистыми породами, среди которых значительная роль принадлежит лёссам.

Четвертичные отложения разделяются на следующие генетические типы: аллювиальный, аллювиально-делювиальный, золовый, элювиальный, элювиально-делювиальный, делювиальный и пролювиальный. Первые три распространены в речных долинах и балках, остальные — в пределах междуречных равнин и их склонов.

Наибольшее площадное распространение имеют лёссовые породы, о генезисе которых у исследователей до настоящего времени нет единого мнения. Наиболее вероятно, что лёссы — образования полигенетические.

Лёссовые породы покрывают междуречья и древние террасы, причем почти нивелируют террасовые уступы. Залегают эти породы на красно-бурых суглинках и глинах (в пределах водораздельной равнины — «плато») и древнеаллювиальной песчано-глинистой толще (на Никопольской террасе). Мощность лёссовых пород не на всех участках одинакова. Максимальная мощность лёссов (более 30 м) прослеживается на Никопольской террасе, особенно у тылового ее края; на водораздельной равнине — 10—15 м.

Лёссовые породы в данном районе представляют собой пылеватые суглинки, в основном средние и легкие, палево-желтые и буровато-желтые, переходящие книзу в тяжелые, красновато-бурые, реже бурые.

Аллювиальные четвертичные отложения приурочены к речным долинам. В нижней части толщи аллювиальных отложений преобладают пески, в которых в виде прослоев и линз встречаются супеси, суглинки и глины. Аллювиальные отложения разновозрастны. Наибольшее площадное распространение этих отложений отмечается на Никопольской террасе, сложенной с поверхности лёссами.

Золовые отложения образовались за счет перевевания в позднечетвертичную эпоху аллювиальных песков вторых террас. Пески эти мелкозернистые, преимущественно желтые и желто-серые, иногда слоистые. На поверхности террасы, где отсутствует растительный покров, они собраны в дюны и кучугуры.

Четвертичные отложения Никопольского марганцевого бассейна относятся к трем отделам: нижнему (постплиоцен), среднему (плейстоцен) и верхнему (голоцен). По этой схеме начало четвертичного периода соответствует отмиранию эпиконтинентального бассейна куяльницкого века и отложению преобладающей части континентальной толщи красно-бурых глин.

### *Нижний отдел*

К нижнему отделу антропогена относятся красновато-бурые, местами бурые суглинки и аллювиальная, в основном песчаная толща Никопольской террасы.

Красновато-бурые и бурые суглинки залегают в основании лёссовой толщи на красно-бурых глинах. Переход красно-бурых суглинков в подстилающие их породы постепенный. Эти суглинки плотные, пылеватые, в нижней части слоя содержат включения гипса и известковые стяжения; местами в них встречаются линзы желто-бурого и палево-желтого суглинка. Мощность красно-бурых суглинков 3—4,5 м, местами до 8,5 м (Новоселовский участок).

По данным гранулометрических анализов образцов из Александровского и Николаевского месторождений кирпичных суглинков, произведенных пипеточным методом Крымской научно-исследовательской лабораторией строительных материалов, в этих суглинках содержится крупнопылеватая фракция (0,05—0,01) в количестве 45—48%, причем мелкопылевой (0,01—0,005) около 10—11%; предколлоидной и коллоидной — 18—27%; фракции мелко- и тонкозернистого песка всего 1,86—2,54%, а крупнозернистого — 0,5—1,3%.

Большинство образцов этих красновато-бурых пород относится к пылеватым суглинкам, часть — к пылеватым глинам и меньше всего — к супесям.

Гранулометрический состав подстилающих их красно-бурых глин также характеризуется большим содержанием пылевой фракции.

Химический состав красно-бурых суглинков из этих же участков следующий:  $\text{SiO}_2$  59,52—64,94%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  10,36—10,76%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  3,36—3,59%;  $\text{CaO}$  5,9—9,91%;  $\text{MgO}$  1,69—2,14%;  $\text{SO}_3$  0,32—2,72%; п. п. п. 7,23—9,11%.

По условиям залегания и составу следует, что красно-бурые суглинки являются элювием, в некоторых местах делювием красно-бурых глин.

Толща раннечетвертичных аллювиальных отложений залегает в основании Никопольской террасы Днепра на палеогеновых яблочно-зеленых глинах или зеленовато-серых мелкозернистых песках. Древнеаллювиальная толща имеет невыдержанный литологический состав: в одних местах она представлена слоистыми зеленоватыми суглинками и супесями; в других — в суглинках появляются прослойки песков; в третьих — аллювий сложен слоистыми, местами глинистыми песками, книзу крупно- и грубозернистыми с обломками сарматской фауны. В аллювиальной толще Никопольской террасы И. А. Лепикашем (1937 б) собрана фауна: *Planorbis planorbis* L., *P. corneus* L., *Bithynia tentaculata* L., *B. leachi* Shep., *Monacha rubiginosa* A. Schmidt, *Paraspira spirorbis* L., *Spiralina vortex* L., *Limnaea stagnalis* L., *Viviparus* sp., *Equus equus*, *Cervus* aff. *megaceros*, *Cervus* sp., *Bos* sp., *Ursus spelaeus*, *Bison priscus*, *Elephas* sp., *Bison* sp. и др.

В основании этой толщи — грубопесчано-галечниковый слой. Местами над песками лежат аллювиальные глины.

В балке Чернышовка, у с. Красногригорьевка, раннечетвертичный аллювий Никопольской террасы залегает под ископаемой почвой, представленной темно-бурым суглинком мощностью 0,5 м.

В районе с. Покровское на берегу обрыве Никопольской террасы на глубине около 20 м И. А. Лепикашем встречены обломки костей ископаемых млекопитающих и малакофауна: *Coretus corneus* L., *Planorbis planorbis* L., *Bithynia tentaculata* L., *B. leachi* Shep., *Paraspira spirorbis* L. и др.

В карьере Марьевского участка в аллювиальных отложениях была встречена фауна млекопитающих (описанная А. И. Шевченко в 1959 г.): *Elephas primigenius trogontherii*, *Equus caballus*, *Sub* sp., *Megaceros* sp., *Bison priscus* cf. *longicornis* и др. Этот фаунистический комплекс позволяет отнести формирование аллювия к миндель-рисскому времени ( $Q_1$  —  $Q_2^1$ ).

Мощность песчано-глинистой толщи древнеаллювиальных отложений 4—16 м.

Верхняя часть аллювия Никопольской террасы на всех участках сложена лёссовыми породами с ископаемыми почвами. Ее мощность 5—27 м, в среднем 14,5 м. Лёссовые породы Никопольской террасы характеризуются большим содержанием пылевой фракции — 37,2—74,1%; значительно меньшим содержанием песчаной фракции — 10,1—48,5% и глинистой — 6,28—33,6%.

Древнеаллювиальные отложения на левобережье Днепра встречены также в обнажениях у с. Западные Каиры, на правом берегу рек Молочная и Арабка и в отдельных скважинах, пробуренных на междуречье Днепр — Молочная, причем залегают они ниже уровня моря. Эти отложения представлены средне- и крупнозернистыми глинистыми песками с галькой кристаллических пород и известняков. В них встречена *Viviparus diluviana* var. *gracilis* и остатки позвоночных: *Castor* sp., *Camellus* sp., *Equus stenonis* (Заморий и Молявко, 1952).

### Средний отдел

К среднему отделу относятся элювиальные и элювиально-делювиальные лёссовые породы, распространенные на междуречных пространствах, аллювиально-делювиальные лёссы Никопольской террасы и аллювиальные пески террас полесского возраста.

Лёссовые породы представлены палево-желтыми и светло-бурыми разностями суглинков, реже глин. Палево-желтые лёссы обычно залегают под желто-бурыми и светло-бурыми на глубине 2,5—6,5 м; иногда переслаиваются с желто-бурыми, реже красновато-бурыми суглинками. По гранулометрическому составу палево-желтые лёссы относятся к пылеватым суглинкам и только несколько образцов — к пылеватым супесям. Содержание пылеватой фракции (0,05—0,005) 67—79%. Желто-бурые, светло-бурые и серовато-бурые лёссовые породы по гранулометрическому составу отличаются от палево-желтых, так как значительное их количество относится к пылеватым глинам. Пылеватой фракции в них содержится 58—68%, причем количество крупнопылеватой до 50%. Лёссовые породы желто-бурого и светло-бурого цвета, обогащены окислами железа и алюминия, а также содержат значительно меньшее количество карбонатов кальция.

М. Ф. Веклич (1958) считает эти породы коричневыми и красно-бурыми ископаемыми почвами, расчленяющими палево-желтый делювиальный лёсс. По его данным, для этих почв характерно: 1) коричневая или красно-бурая окраска, 2) большая мощность (в среднем 2 м), 3) значительное содержание глинистых частиц, 4) невысокая карбонатность, 5) обогащенность  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$ , комковатая или глыбовая структура илювиального горизонта, преобладание в глинистой фракции минералов группы гидрослюд, 6) слабая выраженность гумусового горизонта, 7) наличие многочисленных древних кротовин и клиновидных трещин в карбонатном илювии и материнской породе.

Аллювиальные отложения среднечетвертичного возраста слагают II террасу, участки которой прослеживаются на правом берегу от с. Нижняя Хортица до с. Бельенкое, южнее с. Ильинка, в районе г. Никополь, у сел Покровское и Грушевка, а также на левом берегу в районе сел Водяное, Ивановское. Эти отложения залегают преимущественно на неогеновых глинах и лишь изредка непосредственно на кристаллических породах.

Южнее с. Нижняя Хортица они представлены в верхней части палево-желтыми лёссами, желтым мелкозернистым глинистым песком, к низу переходящими в серо-зеленый очень глинистый песок с железистыми разводами и мергелистыми прослоями. Ниже залегают пески с галькой кристаллических пород.

В районе с. Беленкое в разрезе террасы под палевым супесчаным лёссом мощностью около 3,5 м обнажаются серо-желтые кварцевые пески, к низу переходящие в более крупнозернистые, слоистые. Местами в песках встречаются прослои или линзы зеленовато-серой супеси с фауной: *Vivipara fasciata* Müll., *Vivipara* sp., *Lithoglyphus naticoides* C. Pfeiff., *Pisidium* cf. *clessini* Neum., *Valvata piscinalis* Müll., *Fruiticola hispida* L., *Succinea pfeifferi* Ross., *Succinea oblonga* Drap.,

*Bithynia leachi troscheli* P a a s c h., *B. tentaculata* L., *B. tentaculata codia* B o u r g., *Radix ovata* D r a p., *Galba truncatula* M ü l l., *Radix pereger* M ü l l., *Bythynia leachi* S c h e p., *Vulpes lagopus meridionalis*, *Elephas trogonterii (primigenius)* и др. (Лепикаш, 1937 б). На отдельных участках толща аллювиальных отложений прикрыта делювиальным лёссом с ископаемыми почвами.

Террасовый аллювий в районе с. Грушевка представлен снизу вверх слоистыми песками и толщей песчанистого лёсса с прослойками и линзами светло-серого и мелкого песка. У с. Максимовка под 5—6-метровой толщей лёссов залегают аллювиальные суглинки: буровато-желтые, сероватые, зеленоватые, с обломками известняка и крупнозернистого песка; ниже идут мелкозернистые светло-серые пески, подстилающиеся буровато-желтыми суглинками.

Аналогичное строение аллювиальной толщи наблюдается и на левобережье.

На участке балка Чертомлык — г. Никополь и у с. Сулицкое под лёссовой толщей залегают желтые супеси, серовато-желтый глинистый песок с белыми известковыми пятнами, желтый и серый очень глинистый песок. Общая мощность аллювиальной песчаной толщи около 12 м. Аллювий в нижней его части представлен галечником и обломками известняка, залегающими на палеогеновом зеленом мелкозернистом песке с примесью гравия.

В среднечетвертичном делювиальном суглинке, залегающем на склонах балки Крутенья у с. Новая Николаевка на глубине около 7 м, И. А. Лепикашем в 1935 г. были встречены кости *Bos* sp.

### Верхний отдел

К позднечетвертичным образованиям относятся: балочный и пойменный аллювий, часть делювия, развитого на склонах балок, и элювиальных образований на структурных террасах, современный почвенный покров, эоловые пески, образующие дюны и кучугуры на песчаных террасах, оползневые и техногенные образования.

Балочный аллювий представлен легким суглинком (светло-желтым с бурными пятнами, серо-зеленым и серо-синим), переходящим книзу в песок с ржаво-бурными пятнами, и содержит обломки кристаллических и известковых пород. В верхней части балочного аллювия (балка Березнеговатая) в серо-зеленых с охристыми пятнами, слоистых, легких суглинках встречается фауна пресноводных и наземных моллюсков, изредка — обломки костей млекопитающих. В нижней части толщи залегают слоистые галечники с тонкими песчаными прослоями. Ниже по балке появляются серые песчаные породы.

Аллювий пойм представлен преимущественно мелкозернистыми слоистыми песками, иногда глинистыми, желтого, темно-серого или светло-серого цвета с многочисленными ржаво-бурными пятнами, с прослоями суглинков, супеси, глины. Залегают эти отложения на кристаллических породах или отложениях палеогенового возраста. Мощность их 10—15 м. В настоящее время в связи с затоплением больших площадей пойменный аллювий долины Днепра находится на дне Каховского водохранилища.

Эоловые пески наблюдаются в долине Днепра на террасах правого (Лыся гора) и левого берегов (севернее сел Водяное, Ивановское). Наибольшее скопление дюнных песков в районе Лысой горы, где они достигают высоты 44 м над уровнем Днепра. Дюнные пески желтые, мелкозернистые, чередуются с серовато-желтыми, слабо гумусированными и с буровато-серыми прослоями. Местами они расчленяются почвенными горизонтами. Мощность аллювиальных песков, подстилающих эоловые, достигает 22 м. Эоловые пески навеены также и на тер-



расу, сложенную лессовидной супесью и зеленоватыми суглинками с фауной *Planorbis planorbis*, *Succinea oblonga* и др., переслаивающимся со среднезернистыми горизонтально-слоистыми зеленоватыми и желто-охристыми песками.

На левом берегу песчаные кучугуры достигают отметки 23—42 м (у с. Ивановское), в то время как отметки поверхности террасы у с. Знаменское всего 18—20 м. Пески эти обычно мелкозернистые.

Современная почва в Никопольском марганцевом бассейне сформирована в основном на лессовых породах и относится к типу черноземов. На склонах балок эта почва иногда залегает непосредственно на третичных отложениях, в частности понтических известняках (на структурных террасах). Мощность современной почвы 0,6—0,8 м. Отсутствует она лишь в местах выходов на поверхность кристаллических пород.

Позднечетвертичные делювиальные лессовидные суглинки буровато-палевого цвета и содержат прослой известково-мергелистых обломков и гальки. В районе с. Новая Николаевка в этих отложениях И. А. Лепикаш обнаружил обломки костей млекопитающих (*Equus caballus*, *Bos taurus* и др.) и кремневый отщеп неолитического типа.

Оползневые отложения имеют большое распространение на правом берегу Днепра, особенно между балками Пушнина и Червоная, где оползневые явления наблюдаются на полосе шириной 10—200 м. Оползневые отложения представлены лёссами, понтическими известняками и мезотическими песками, сползающими по сарматским глинам. На левобережье р. Соленая они сложены отвалами горных выработок.

Техногенные отложения в районе Никопольского марганцевого бассейна с каждым годом имеют все большее и большее распространение. Ими сложены насыпи плотин, отвалы горных выработок, терриконы и др.

## ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Специальных работ, посвященных описанию геоморфологии всего Никопольского марганцевого района, до сих пор опубликовано не было. Наиболее полная характеристика геоморфологии Никопольского марганцевого района дана И. А. Лепикашем.

И. А. Лепикаш (1935) в долине Днепра выделяет 8 террасовых уровней\* (включая современную пойму) и отмечает, что в современном рельефе в результате эрозии не всегда можно проследить эти уровни. Поэтому он предлагает говорить не о террасах в морфологическом понимании, а об эрозионно-аккумулятивных уровнях. VIII и VII террасы он относит к плиоцену. Более низкие — к четвертичному периоду. Кроме того, И. А. Лепикаш выделяет район нерасчлененных террас, расположенный между о. Хортица и с. Беленькое на правом берегу Днепра. Наибольшая ширина их достигает 8—10 км. Расчленить и определить возраст аллювия А. И. Лепикашу не удалось из-за отсутствия естественных обнажений.

В. Г. Бондарчук, М. Ф. Веклич, А. П. Ромоданова, И. Л. Соколовский (1959) на геоморфологической карте УССР и МолдССР северную часть территории Никопольского марганцевого бассейна относят к лесовой расчлененной равнине, а южную — к лесовой слабо расчлененной равнине. В долине Днепра здесь выделяются: 1) террасовые равнины раннечетвертичной и начала среднечетвертичной эпох ( $Q_1—Q_2^1$ ) и 2) террасовые равнины полесского века ( $Q_2^3$ ).

П. Ф. Калинина (1959) при геоморфологическом районировании Днепропетровской области северную часть территории Никопольского марганцевого бассейна относит к району холмистой равнины, особенности рельефа которого обусловлены структурой щита, неотектоникой и эрозионно-аккумулятивными процессами.

При проведении геолого-съемочных работ с 1938 по 1954 г. в долине Днепра выделялось различное количество террас. Так, С. Г. Вишняковым — 4 террасы, И. Ф. Поддубным — 5 террас; причем отмечается, что V надпойменная терраса сливается со склонами плато.

Этот район расположен на южной окраине Украинского кристаллического щита и северной части Причерноморской впадины. В целом эта территория — аккумулятивная равнина, расчлененная долиной Днепра и его притоками. Наиболее крупные правые притоки: р. Базавлук с притоками — реками Соленая, Базавлучок, Каменка, Томаковка, левые — реки Белозерка и Конская. Территория бассейна расчленена также многочисленными балками.

В пределах аккумулятивной равнины выделяются: а) участки водораздельной равнины и ее склоны и б) речные долины (см. рис. 10).

\* В работе 1937 г. А. И. Лепикаш выделяет только 6 надпойменных террас, из которых две верхние относит к верхнему плиоцену.

**Водораздельная равнина\***. Поверхность водораздельной равнины имеет уклон с севера на юг. Долиной Днепра она разделяется на две части: правобережную и левобережную, отличающиеся гипсометрией, степенью расчлененности и геологическим строением дочетвертичных пород. На правобережье Днепра расчленение равнины сильнее. Здесь междуречные и межбалочные пространства имеют форму удлинённых валлообразных возвышенностей с мягкими очертаниями и слабо заметным уклоном в сторону долины и балок. Расчлененность равнины балками и оврагами придает поверхности холмистый и слабоволнистый характер. Водораздельные пространства, слабо затронутые эрозией, в южной части левобережья представляют почти горизонтальные участки степной равнины.

На левобережье Днепра геологическое строение дочетвертичных отложений несколько отличается. Здесь под красно-бурыми глинами залегают понтические известняки и глины общей мощностью до 14 м (за исключением отдельных участков размыва), подстилающиеся сарматскими отложениями; ниже залегают отложения палеогена, мела и докембрия.

**Речные долины.** Долина Днепра ниже Запорожья прорезает в основном толщу осадочных пород и имеет незначительный продольный уклон. В связи с последней глубинная эрозия здесь в последднековое время совершенно прекратилась, а значительная боковая эрозия обусловила громадное расширение долины, в настоящее время заполненное водами Каховского водохранилища. Склоны долины не на всех ее участках одинаковы, но в большинстве переход от водораздельной равнины к речной постепенный. В местах подмыва высокой (никопольской) террасы наблюдается крутой обрыв, иногда достигающий 30 м.

Максимальный врез долины 30—35 м. Дно долины имеет неровную поверхность с отметками плюс 10 — минус 20 м и ниже. Последующее поднятие базиса эрозии вызвало выполнение долины осадками.

В долине Днепра в пределах Никопольского марганцевого бассейна выражены в рельефе только три аккумулятивные террасы: пойма и две надпойменные. Выделенная ранее (впервые И. А. Лепикашем) наиболее древняя (верхнеплиоценовая) терраса в рельефе совершенно не выражена. Аллювиальные верхнеплиоценовые отложения встречены на территории Максимово-Тимошевского участка вдоль балки Бураковая, в долине р. Базавлук и на левобережье Днепра, южнее сел Большая Знаменка, Балка.

На геоморфологической карте И. Ф. Поддубного 1959 г. эта терраса выделяется как «V надпойменная терраса, слившаяся со склоном плато». Поверхность этой «террасы» действительно представляет склон водораздельной равнины с отметками 60—37 м. Однако по геологическим профилям прослеживается врез до среднесарматских отложений. Подошва плиоценового аллювия залегает на отметках плюс 27 — плюс 32 м. Мощность аллювия 5—7 м. Покрываются эти отложения красно-бурыми глинами (3—4 м), а затем лёссом мощностью до 5 м. Красно-бурые глины здесь песчаные, возможно переотложенные. В аллювиальной толще И. А. Лепикашем (1937б) обнаружена многочисленная фауна, свидетельствующая о верхнеплиоценовом возрасте этих отложений.

Из аккумулятивных террас четвертичного возраста наиболее древняя III (Никопольская, или IV надпойменная, по Лепикашу и И. Ф. Поддубному, и III — надпойменная, по С. Г. Вишнякову) четко выражена в рельефе и по сравнению с другими террасами имеет наибольшее площадное распространение. Она прослеживается от балки Грушевка,

\* Термин «водораздельная равнина» применяется нами вместо употребляемого ранее термина «плато» в связи с тем, что в орографическом смысле плато здесь выделено быть не может, так как отметки поверхности не превышают 140 м; обычно же плато принято выделять при отметках 200 м и более.

севернее сел Марьевка и Красногригорьевка и далее на запад к долине р. Базавлук, через среднюю часть балки Свинаревская.

Поверхность террасы слабо волнистая, расчленена сравнительно небольшим количеством балок, которые по сравнению с балками водораздельной равнины имеют меньшую ветвистость и короткие склоны (балки Сухой Чертомлык, Малая Каменка и др.). Над уровнем реки терраса возвышается на отдельных участках на 30—40 м и более. Уступ этой террасы к пойме обычно хорошо выражен. Между селами Покровское, Копиловское наблюдаются обрывы до 30 м. Ширина террасы у г. Никополь — 10 км. Вблизи балки Грушевская поверхность террасы слегка наклонена к реке и образует как бы продолжение склона водораздельной равнины. Возможно, что останец у с. Грушевка, поднимающийся на 30 м над уровнем Днепра, также следует отнести к участку Никопольской террасы.

На наличие эрозионных останцов обтекания в порожистой части долины Днепра указывает М. Д. Коненков (1958). Он отмечает, что образование таких останцов происходило в эпоху формирования древних аллювиальных террас.

Строение Никопольской террасы в настоящее время можно проследить в стенках Марьевского карьера и по многочисленным скважинам, пробуренным на других участках марганцевого бассейна. Здесь врез достиг отложений харьковской свиты, а местами и кристаллических пород. Абсолютные отметки ложа аллювия этой террасы 4—8, реже до 20 м (правый берег р. Томаковка, Николаевский участок). Аллювиальные отложения представлены песками и супесями мощностью 2—15 м; покрываются они желто-бурыми суглинками, переходящими кверху в лёсс, с ископаемыми почвами.

II терраса по сравнению с III (Никопольской) развита незначительно. На правобережье она прослеживается в виде отдельных участков: от с. Нижняя Хортица до с. Беленькое, у с. Верхняя Тарасовка, южнее р. Ильинка, в районе г. Никополь, у сел Покровское и Грушевка; на левобережье — в районе сел Водяное, Ивановское. Над уровнем воды она поднимается на 5—10 м, и только отдельные песчаные всхолмления на ее поверхности до 40 м и более. Подошва аллювиальных отложений имеет отметки 0—10 м. В толще аллювия этой террасы И. А. Лепикаш обнаружил обильную фауну речных моллюсков.

I терраса (пойма) в долине Днепра в настоящее время затоплена водами Каховского водохранилища. Отдельные ее участки, защищенные дамбой, наблюдаются в районе Марьевского участка. До затопления пойма занимала громадные пространства. Ширина ее местами доходила до 16—20 км. Отметки поверхности поймы в восточной части марганцевого бассейна 8—12 м, а западной минус 5—6 м, при отметках подошвы пойменного аллювия минус 20 м. Аллювий залегает на кристаллических породах, местами на их коре выветривания или на уцелевших от размыва отложениях палеогена. До затопления пойма представляла собой низменную равнину с многочисленными протоками, рукавами, большим количеством озер и заболоченных участков на ее поверхности. Сложена пойма преимущественно мелко- и среднезернистыми песками, супесями, суглинками и глинами. Фациальный ее состав не выдержан и изменяется иногда на небольших расстояниях.

В долину Днепра справа впадают реки Базавлук с притоками Соленая, Чертомлык, Томаковка и Грушевка. Из них наиболее крупные — реки Базавлук и Томаковка. В их долины открываются многочисленные балки. Правобережные притоки Днепра прорезают водораздельную равнину и Никопольскую террасу, причем густота расчленения последней значительно меньше.

Долина р. Базавлук в верхнем течении проложена в кристаллических породах, обнажающихся в виде скал то с одной, то с другой сто-

роны долины. В 4 км севернее с. Шолохово в долине наблюдается озеровидное расширение длиной до 2,5 км, а затем река течет в узкой, глубокой, местами каньонообразной долине. Ниже с. Шолохово характер долины резко меняется: появляется пойма шириной до 3—4 км, и русло сильно меандрирует. В нижней своей части долина р. Базавлук пересекает Никопольскую террасу Днепра. На левом эродированном склоне долины между с. Шолохово и балкой Вакулин Брод И. А. Лепикашем была выделена (по геологическому строению) наиболее древняя (Бураковая) верхнеплиоценовая терраса. В рельефе эта терраса совершенно не выражена. Ее отложения были также встречены и выше в других балках. За пределами описываемой террасы встречен обрывок аккумулятивной (III надпойменная, по Лепикашу) террасы на левом склоне озеровидного расширения. Высота этой террасы здесь 10—12 м над уровнем реки. В долине р. Базавлук структурные террасы встречены выше с. Шолохово, где они сложены кристаллическими породами и имеют различные уровни.

Долина р. Соленая выше с. Терновка проходит в кристаллических, а ниже указанного села — в осадочных породах. Характер долины на этих участках соответственно различный. Второй участок долины характеризуется широкой поймой (1,5—2 км), меандрирующим по ней руслом и пологими склонами. Только в устьевой части р. Соленая снова появляются кристаллические породы, образующие на левобережье структурную террасу. Из аккумулятивных террас здесь на обоих берегах р. Соленая (в нижнем ее течении) встречается верхнеплиоценовая терраса между балками Каменоватая и Глинистая.

Долина р. Томаковка хорошо разработана и образует несколько озеровидных расширений (у сел Томаковка, Анастасьевка и выше с. Николаевка), чередующихся с участками выходов кристаллических пород. В расширенных участках ширина долины 2—2,5 км и наблюдается пойма, возвышающаяся на 2—3 м над меандрирующим руслом. Кроме поймы, в районе с. Томаковка выражены в рельефе I надпойменная терраса, сложенная суглинками, а также структурные террасы, образованные по поверхности понтических известняков.

Долины рек Чертомлык и Грушевка представляют собой крупные балки, протягивающиеся на десятки километров. Дно их имеет пересыхающие летом водотоки, но очень полноводные в период таяния снегов. В связи с заполнением чаши Каховского водохранилища значительная часть балки Чертомлык в настоящее время наполнена водой.

**Овражно-балочная сеть.** Овражно-балочная сеть на правобережье Днепра в пределах Никопольско-марганцевого бассейна густая, но развивается неравномерно по всей площади, причем водораздельная равнина расчленена сильнее, чем район древних террас.

В зависимости от геологического строения и литологического состава пород балки имеют различный характер склонов. Так, в районе выходов на дневную поверхность или близкого к ней залегания кристаллических пород (балка Каменоватая и другие балки, открывающиеся в долину р. Базавлук) балки заметно суживаются; такие участки чередуются с озеровидными расширениями. В дне таких участков балки местами появляются выходы кристаллических пород. На их склонах почти нет оврагов. Верховья этих балок обычно углублены в рыхлые породы и имеют уже другой характер. У балок, заложенных в рыхлых осадочных породах, характер склонов также не однообразен; при врезании в толщу лёссовых пород и красно-бурых глин они имеют пологовыпуклые склоны; когда эти же балки прорезают третичные породы (известняки и мергели), на их склонах появляются карнизы, денудационные террасы, а нижняя часть обычно становится обрывистой (балки Березнеговатая, Осокоревка и др.).

В развитии балок часто наблюдается двухфазность. Иногда в балках прослеживаются террасы, сложенные балочным аллювием. В пределах Никопольской террасы балки уже и склоны их круче, что обусловлено литологическим составом пород, слагающих террасу, молодостью самих балок. В пределах молодых террас балки отсутствуют, а поверхность иногда расчленяется оврагами.

В целом же в районе Никопольского марганцевого бассейна развитие оврагов довольно значительно, особенно на правобережье Днепра. В толще лёссов овраги очень глубокие и имеют вертикальные стенки.

Оползни имеют широкое развитие на правобережье Днепра в районе с. Верхняя Тарасовка и др., а также на левом берегу р. Соленая, где оползневые массы в 1960 г. перекрыли участок русла реки. Здесь под нагрузкой отвалов из карьера выдавливаются и смещаются черные илистые аллювиальные отложения левого берега р. Соленая, а вслед за ними перемещается и отвальная порода.

**Антропогенные формы рельефа** (карьеры, горные выработки, отвалы, насыпные плотины и т. п.) на территории Никопольского марганцевого бассейна очень многочисленны и существенно влияют на активизацию некоторых геологических явлений, а также на изменение поверхности правого берега Днепра. Деятельностью человека, особенно за последние годы, создан новый культурный геоморфологический ландшафт, причем наибольшее значение имеют горнопромышленный, ирригационный и сельскохозяйственный.

---

## ГЛАВА IV

### ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

#### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Гидрогеологические условия бассейна обусловлены природными и искусственными факторами. К числу первых относятся орографические и геоморфологические особенности района, геолого-литологическое строение осадочного комплекса и эрозионные формы рельефа кристаллического массива. К искусственным факторам следует отнести подпор подземных вод Каховским водохранилищем и дренирующее влияние водоотлива из шахт и карьеров.

Как указано выше, поверхность кристаллического ложа характеризуется общим наклоном к югу, на фоне которого вырисовывается несколько депрессий. Эти депрессии сnivelированы до отметок, близких к нулевым, и омываются с востока и юга большой излучиной Днепра, а с севера и запада реками Томаковка, Соленая и Базавлук. Наличие этих депрессий способствовало образованию на рудоносных площадях замкнутых и полужамкнутых бассейнов напорных вод застойного и полужастойного характера, приуроченных к верхней трещиноватой зоне докембрийского массива. Эти воды играют основную роль в питании вышележащих рыхлых образований бучакских слоев и олигоцена, к которому приурочен рудный пласт.

Геологическое строение и гидрогеологические условия бассейна усложнены также тем, что на значительной рудоносной площади коренные породы, залегающие над рудным пластом, замещены аллювиальными рыхлыми отложениями.

По бассейну (включая Больше-Токмакское месторождение) в стратиграфической последовательности выделяются следующие водоносные горизонты:

1. Воды выветрелой и трещиноватой зоны кристаллического массива.
2. Водоносный горизонт верхнемеловых отложений;
3. Воды в песках палеоцена — эоцена;
4. Водоносный горизонт олигоцена (подрудный горизонт);
5. Воды в породах среднего миоцена.
6. Нижнесарматский водоносный горизонт (надрудный);
7. Воды в известняках и мергельных прослоях верхнего и среднего сармата;
8. Воды в известняках и песках понтического и мэотического ярусов;
9. Древнечетвертичный водоносный горизонт;
10. Воды лёссовых образований;
11. Воды в современном аллювии рек и балок.

Перечисленные горизонты в большинстве своем не имеют в бассейне повсеместного распространения.

Наиболее водообильными из них являются: надрудные, особенно древнеаллювиальный и нижнесарматский и подрудный — олигоценый. Эти горизонты имеют наибольшее площадное распространение, непосредственно связаны разработками рудной залежи и характеризуются изменчивостью состава и фильтрационных показателей водосодержащей породы. Относительной водообильностью обладают также понтические известняки в восточной части и сарматские известняки в западной части бассейна. Остальные горизонты весьма ограничены в своем распространении, маловодны и маломощны.

**Водоносность докембрийских пород.** В докембрийских породах воды приурочены к выветрелой и верхней трещиноватой зоне, где они циркулируют по трещинам в направлении общего уклона поверхности кристаллического массива. В пределах бассейна водные потоки на своем пути отклоняются в стороны депрессий, где, концентрируясь, приобретают напор и, благодаря этому, подпитывают вышележащие рыхлые образования палеогена, а местами — неогена. В краевых частях бассейна, где депрессии сменяются поднятиями, кристаллические породы очень слабо обводнены, а местами совершенно безводны.

Водообильность горизонта трещинных вод установлена по результатам опытных откачек из нескольких скважин. Данные откачек показали, что дебит отдельных скважин 0,16—1,6 м<sup>3</sup>/час. В районе Чертомлыкской аномалии дебиты скв. 7 и 22005 более высокие — 5—7 м<sup>3</sup>/час при понижении уровня на 3—4 м. Трещинные воды обладают пестрой минерализацией — 0,7—4 г/л. Их жесткость обычно меньше жесткости вод вышележащих третичных отложений.

**Водоносный горизонт верхнемеловых отложений.** Верхнемеловой водоносный горизонт распространен только в районе Верхне-Токмакского марганцеворудного месторождения. Воды напорные и используются во многих населенных пунктах, в том числе в г. Большой Токмак, в целях водоснабжения.

Будучи отделенными от рудного пласта выдержанным слоем водупорных глин, воды верхнемеловых отложений не окажут существенного влияния на условия эксплуатации марганцевых руд.

Водами этого горизонта можно будет обеспечить горнорудные предприятия Верхне-Токмакского месторождения для удовлетворения хозяйственно-питьевых нужд.

**Воды в песках палеоцена—эоцена.** В палеоценовых—эоценовых отложениях водоносны в основном бучакские пески, приуроченные к наиболее глубоким частям депрессий кристаллического массива. Пески залегают в виде длинных узких и извилистых полос, что указывает на их аллювиальное происхождение.

Подземные воды приурочены к указанным песчаным полосам, имеющих мощность 6—8 м. Воды напорные, высота напора 20—25 м. Питание горизонта осуществляется снизу за счет подпитывания напорными водами кристаллического массива. Водообильность его определена по 3 скважинам, из которых проведены опытные откачки воды в Западной и Восточной депрессиях. Удельный дебит скважин 0,05—1,2 м<sup>3</sup>/час при высоте столба воды до 30 м и величине напора до 25 м. Коэффициент фильтрации бучакских песков 0,2—6 м/сутки.

Воды бучакских песков очень жесткие и слабоминерализованные.

**Водоносный горизонт олигоцена (подрудный горизонт).** Водоносный горизонт приурочен главным образом к подрудным пескам, частично к рудному пласту и песчаным линзам толщи надрудных глин. Основная масса воды заключена в подрудных мелкозернистых песках мощностью 6—8 м. Местами подрудные пески олигоцена залегают непосредственно на крупнозернистых песках бучакских слоев, в этом слу-



чае общая мощность водоносных подрудных песков 15—20 м. Подрудные пески не имеют повсеместного распространения в бассейне: местами они замещены песчаными глинами (Чкаловский участок), местами же рудный пласт залегает непосредственно на каолинах или кристаллических породах (Чертомлыкско-Алексеевский участок). Вне границ бассейна пески залегают на небольших площадях линзами, не имея широкого распространения (рис. 11).

Рудный пласт содержит воду преимущественно в нижней своей части; верхние, более глинистые пачки, обычно безводны.

Питание горизонта осуществляется за счет напорных вод кристаллического массива и вод древнеаллювиальных образований, которые на участках древнего размыва непосредственно контактируют с рудным



Рис. 11. Карта распространения водоносного горизонта олигоцена в районе Никопольского марганцеворудного бассейна

1 — пески; 2 — предполагаемая граница песков; 3 — контур рудной залежи

пластом, подрудными песками или кристаллическими породами. Олигоценый горизонт дренируется реками Соленая, Базавлук и Томаковка, а в прибрежной полосе подпирается водами Каховского водохранилища.

Подрудный горизонт опробован в бассейне опытными откачками из 7 скважин. Удельный дебит скважин 0,02—1,1 м<sup>3</sup>/час при общем столбе воды 11—28 м и высоте напора до 25 м. Резко меняется по скважинам и коэффициент фильтрации — 0,03—6,7 м/сутки.

Воды олигоцена в пределах бассейна жесткие, слабо минерализованные и поэтому совершенно непригодны для хозяйственных и питьевых нужд.

**Воды в песках среднего миоцена.** Эти воды имеют ограниченное распространение в бассейне, встречаются только на Грушевско-Басанском участке и Больше-Токмакском месторождении, что связано с фаціальными изменениями и частыми переходами песков в песчаные и плотные глины.

Мощность водоносных песков 0,5—10 м. Горизонт напорный, водообильность слабая. Дебиты скважин не превышают 0,7—1 м<sup>3</sup>/час при понижении уровня на 11—18 м. Качество воды удовлетворительное.

**Нижнесарматский (надрудный) водоносный горизонт.** Горизонт имеет почти повсеместное распространение в пределах бассейна и на большом протяжении непосредственно контактирует с древнеаллювиальными водоносными песками.

На Больше-Токмакском месторождении воды сармата местами связаны с водами нижележащих песков 2-го средиземноморского яруса. Воды приурочены к мелко- и разнородным пескам, местами глинистым.

Горизонт напорный. Высота напора 5—20 м. Вблизи рек Соленая, Базавлук, Грушевка и Томаковка напор резко снижается; местами воды горизонта полностью сдrenированы. Последнее наблюдается также вблизи действующих шахт и карьеров.

Нижнесарматский горизонт опробован в различных частях бассейна опытными откачками из 15 скважин. Удельный дебит скважин 0,2—2 м<sup>3</sup>/час при общем столбе воды 3—20 м и высоте напора до 12 м. Коэффициент фильтрации 1,2—12,3 м/сутки. Горизонт изолирован от рудного пласта слоем водоупорных глин, мощность которых крайне непостоянна. В местах, где слой глин в кровле рудного пласта не превышает 2—3 м, в горных выработках случаются прорывы воды, несущие песок и разжиженную глину. Такие прорывы неоднократно имели место на некоторых шахтах Александровского, Коминтерн-Марьевского и Максимова-Тимошеевского участков.

Питание горизонта осуществляется за счет миграции вод из выше лежащих пород и путем инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод по балкам и речным террасам, где нижнесарматские пески залегают близко к поверхности. На юге горизонт повсеместно дренируется древней долиной Днепра, а в западной части бассейна — реками Соленая и Базавлук.

Отсутствие большой области питания и высокое содержание мелких фракций в водоносных песках обуславливают небольшую водообильность нижнесарматского горизонта.

По химическому составу воды эти слабо минерализованы, но очень жесткие и поэтому непригодны для хозяйственных и питьевых нужд.

**Воды известняков и мергельных прослоев верхнего и среднего сармата.** Воды эти приурочены главным образом к трещиноватым и очень рыхлым известнякам-ракушечникам, прослеживающимся только в западной части бассейна. В местах отсутствия известняков, а в некоторых случаях над ними, воды часто встречаются в общей толще мергелистых глин и мергелей и особенно в черных сланцеватых глинах, насыщенных прослойками битой ракушки.

Наличие водоносных зон в общей толще неогеновых глин является главной причиной образования оползневых смещений земляных масс в рабочих бортах карьеров.

Вода преимущественно жесткая и сильно минерализованная. В пониженных формах современного рельефа, где известняки залегают близко к дневной поверхности, вода в них менее жесткая и часто используется для питьевых нужд.

Водообильность известняков проверена опытными откачками воды из 5 скважин. Удельный дебит скважин 0,3—1,6 м<sup>3</sup>/час, при общем столбе воды в скважинах 3—6 м. В значительных пределах меняются коэффициенты фильтрации (0,25—9,3 м/сутки).

Как показала практика строительства горных предприятий в западной части бассейна, приток из известняков в шахтные стволы и карьеры незначителен.

**Воды в известняках и песках понтического и мэотического ярусов.** Ракушечные и оолитовые известняки понта прослеживаются только в восточной части бассейна. Воды в них циркулируют по трещинам в пределах только нижней половины слоя, образуя небольшой столб воды в 2—3 м. Горизонт не имеет повсеместного распространения и приурочен к депрессиям нижнего водоупора.

В местах, где известняки подстилаются песками мэотиса, водоносны только пески в нижней части слоя. Безводны понтические изве-

стняки вблизи склонов долин и балок, где они частично или целиком сдrenированы.

При проходке шахтных стволов воды понта и мзотиса довольно быстро дренируются, не создавая особых затруднений в работе.

**Воды аллювия древних террас.** Широкое распространение в бассейне имеют воды древнеаллювиальных четвертичных образований Днепра. Аллювиальные отложения распространены в южной половине Западной рудоносной площади и в южной части Коминтерн-Марьевского участка.

Водосодержащими являются неоднородные мелко- и крупнозернистые пески с прослоями супесей и глин. Мощность водоносного слоя обычно 5—8 м, но местами 13—15 м. Глубина залегания кровли песчаного слоя 10—30 м от поверхности. Отметки зеркала аллювиальных вод плюс 5—плюс 16 м. Воды в основном безнапорные.

Питание горизонта осуществляется за счет дренирования вод сарматского горизонта из коренного массива, путем инфильтрации атмосферных вод и за счет подпора грунтовых вод Каховским водохранилищем. В периферийной части бассейна воды древнего аллювия имеют подпертый уровень, постепенно снижающийся в сторону коренного массива. Водоносные древнеаллювиальные пески залегают либо непосредственно в кровле рудного пласта, либо отделены от последнего слоем олигоценых глин мощностью 2—3 м, редко 4—5 м.

Учитывая эти особенности, безусловно более выгодно вести разработки рудного пласта на площади развития древних террас карьерным способом.

Древнеаллювиальный горизонт опробован опытными откачками из 21 скважины. Удельный дебит скважин 0,2—19,5 м, в среднем 2—3 м<sup>3</sup>/час. Различие в дебитах скважин связано с изменчивостью granulометрического состава водоносных песков и мощности слоя по площади. Коэффициент фильтрации 0,7—55,3 м/сутки. В пределах одного относительно небольшого карьерного или шахтного поля показатели фильтрационных свойств мало изменяются.

Воды древнего аллювия довольно жесткие, однако многие колхозы пользуются водами. До недавнего времени этими водами централизованно снабжался также рудник им. Орджоникидзе в западной части бассейна.

**Воды лёссовых образований.** Эти воды приурочены к четвертичным лессовидным суглинкам и песчаным разностям слоя красно-бурых глин, над которыми они чаще всего скапливаются. Встречаются они преимущественно линзами в виде верховодки в разных местах и на различной глубине от поверхности. Верховодка распространена в большей мере на плато, на глубине до 20 м. В пределах склонов верховодка сдrenирована. Воды преимущественно минерализованные, жесткость их достигает 28,5—36 мг·экв и плотный остаток 35—55 г/л.

**Воды современного аллювия.** Воды аллювиальных отложений рек и особенно аллювиально-делювиальных отложений балок на территории бассейна широко развиты, и многие населенные пункты используют их для хозяйственных и питьевых нужд. Залегают они на глубине 2—3 м. Водосодержащая порода — пески разного состава, супеси и суглинки, иногда перемешанные с обломками твердых и кристаллических пород. Литологический состав аллювия неоднороден. Качество вод удовлетворительное.

На условия эксплуатации рудной залежи аллювиальные воды оказывают незначительное влияние, что подтвердилось, в частности, строительством крупного карьера непосредственно в Грушевской балке.

Анализы подрудных вод западной части бассейна показывают, что их минерализация 812—5188 мг/л. Меньшая минерализация характерна

для рудоносных участков, расположенных на площади древнего размыва Днепра. Общая жесткость 8,5—30,8 мг·экв; концентрация водородных ионов рН 6,9—7,8.

Анализы подрудных вод восточной части бассейна показывают, что их минерализация 1146—3470 мг/л. Меньшая минерализация характерна для вод Коминтерн-Марьевского и Максимово-Тимошевского участков, где гидравлически они связаны с более пресными надрудными водами древнего аллювия. Общая жесткость 8,6—24,1 мг·экв; рН 6,8—8,3, чаще вода имеет слабощелочную реакцию.

По химическому составу подрудные воды обеих частей бассейна в пределах коренного массива относятся преимущественно к сульфатно-натриево-магниевого типу, а в области древнего размыва — к гидрокарбонатно-хлоридно-натриево-кальциевому.

В табл. 10 приводятся данные наиболее типичных анализов химического состава подрудных вод.

**Состав вод надрудного нижнесарматского горизонта.** Анализы вод западной части показывают минерализацию 1632—6700 мг/л, общую жесткость —14,5—55 мг·экв и рН—6,9—7,7. По восточной части бассейна минерализация 1730—5500 мг/л, общая жесткость—18—41,4 мг·экв и рН—7—7,8.

В табл. 10 приводятся показатели наиболее типичных анализов химического состава надрудных нижнесарматских вод.

Как видно из этих данных, в западной части бассейна нижнесарматские воды имеют несколько более высокую минерализацию. Однако в целом по бассейну воды по химическому составу идентичны и относятся преимущественно к сульфатно-хлоридно-натриево-магниевого типу.

**Состав вод надрудного древнечетвертичного аллювиального горизонта.** Минерализация вод западной части, где древнеаллювиальные воды распространены на обширной площади, 160—2250 мг/л, общая жесткость —5,8—22 мг·экв и рН—7,2—7,8.

Воды восточной части бассейна имеют минерализацию 455—2006 мг/л, причем меньшая минерализация характерна для вод прибрежных участков вдоль Каховского водохранилища. Общая жесткость 4,7—22,0 мг·экв и рН—7,5—8,3. По химическому составу древнеаллювиальные воды относятся преимущественно к сульфатно-гидрокарбонатно-магниевого или сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевому типу.

Приведенные данные химического состава показывают, что все воды бассейна довольно минерализованы, очень жесткие и слабощелочные. Древнеаллювиальные воды отличаются меньшей минерализацией и местами пригодны для хозяйственно-питьевых нужд. Некоторые колхозы используют воды, несмотря на их повышенную жесткость.

## ИНЖЕНЕРНО ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Надрудная толща на территории бассейна отличается довольно пестрым литологическим составом пород и значительной мощностью, достигающей 100 м и более. К положительным особенностям инженерно-геологических факторов следует отнести почти повсеместную выдержанность разреза и последовательность наложения различных литологических типов пород в обеих частях бассейна. К этому необходимо также добавить наличие на территории бассейна развитой гидрографической сети, интенсивно дренирующей подземные воды на значительной части рудоносной площади, что особенно характерно для западной части.

К отрицательным особенностям следует отнести наличие ряда поэтажно залегающих друг над другом водоносных горизонтов, хотя в большинстве своем слабообильных и маломощных, но достаточных

## Химический состав

№ сква- жин	Наименование участка	Форма выражения анализа	Сухой остаток	Содержание					
				Na+K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>

## Подрудный водо

## Западная часть

260 II пони- жение	Северо-Западный (Шевченковское карьерное поле)	<i>Мг/л</i>	4051	892,6	166,3	182,5	841,1	1592,5	317,2
		<i>Мг·эquiv</i>		38,83	82,98	14,99	23,72	33,12	5,2
		% <i>Мг·эquiv</i>		62,49	13,36	24,15	38,21	53,42	8,37
2514	Северо-Западный	<i>Мг/л</i>	3750	643,7	253,7	218,3	847,9	1357,1	436,1
		<i>Мг·эquiv</i>		28	12,66	17,95	23,9	28,23	7,15
		% <i>Мг·эquiv</i>		48,6	20,62	30,78	40,3	47,78	11,92
84	Чкаловский	<i>Мг/л</i>	2134	490,4	143,7	98,3	443,8	863,1	372,1
		<i>Мг·эquiv</i>		21,33	7,17	8,08	12,51	17,95	6,1
		% <i>Мг·эquiv</i>		58,3	19,6	22,1	34,2	49,1	16,7
160	Покровский	<i>Мг/л</i>	1040	170,8	109,7	57,6	213,7	255,1	384,3
		<i>Мг·эquiv</i>		7,43	5,44	4,73	6,02	5,3	6,3
		% <i>Мг·эquiv</i>		42,21	31,09	26,7	34	31	35
229 III пони- жение	Сулицкий	<i>Мг/л</i>	830	138	105,5	44,8	158,5	214,8	366
		<i>Мг·эquiv</i>		6	5,86	3,68	4,47	4,47	6
		% <i>Мг·эquiv</i>		40,17	31,21	24,62	29,92	29,92	40,16

## Восточная часть

87	Грушевско- Басанский	<i>Мг/л</i>	2439	310	176	152,1	544,3	296,3	231,8
		<i>Мг·эquiv</i>		13,48	8,78	12,5	15,35	6,16	3,8
		% <i>Мг·эquiv</i>		36,82	26,06	37,12	45,52	43,2	11,28
1065	Коминтерн- Марьевский	<i>Мг/л</i>	1234	225,9	93,5	60,7	1117,6	345,6	444,4
		<i>Мг·эquiv</i>		9,83	4,66	4,99	5,01	7,19	7,29
		% <i>Мг·эquiv</i>		50,4	24	25,6	25,6	37,4	37
Шахта 25	Максимово- Тимошевский	<i>Мг/л</i>	1584	207,1	153,9	88,7	294,9	431,2	403,1
		<i>Мг·эquiv</i>		9,01	7,68	7,29	8,32	8,97	6,61
		% <i>Мг·эquiv</i>		37,6	32	30,4	34,7	37,7	27,6
13	То же	<i>Мг/л</i>	2600	664,2	122	128,7	644	984	268,4
		<i>Мг·эquiv</i>		28,89	6,08	10,57	18	20,46	4,6
		% <i>Мг·эquiv</i>		61,48	14,08	24,44	42,56	47,26	10,18

## Нижнесарматский над

## Западная часть

2463	Северо-Западный	<i>Мг/л</i>	3700	670,8	203,8	199,9	671,6	1318,5	570,1
		<i>Мг·эquiv</i>		29,18	10,17	16,43	18,94	27,42	9,35
		% <i>Мг·эquiv</i>		52,32	18,24	29,44	33,98	49,24	16,78
97	Чкаловский	<i>Мг/л</i>	1466	138,8	251,7	70,3	198,8	630,1	341,6
		<i>Мг·эquiv</i>		6,04	12,56	5,78	5,61	13,1	5,6
		% <i>Мг·эquiv</i>		24,6	51,7	23,7	23	54	23
267/7	Северо-Западный (Шевченковский)	<i>Мг/л</i>	4635	877,4	251,6	243,3	1092,7	1712,7	256,2
		<i>Мг·эquiv</i>		38,17	12,55	19,99	30,81	35,62	4,2
		% <i>Мг·эquiv</i>		53,96	17,75	28,29	43,59	50,47	5,94
Шахта № 17	Северо-Западный	<i>Мг/л</i>	4649	933,4	253,8	227,2	955,8	1814,6	439,2
		<i>Мг·эquiv</i>		40,6	12,66	18,68	26,95	37,74	7,2
		% <i>Мг·эquiv</i>		56,4	17,6	26	37,4	52,6	10

## подземных вод бассейна

ионы		Жесткость мг·экв			pH	Свободная CO <sub>2</sub>	Окисляемость O <sub>2</sub>	Коэффициент коррозии		Формула Курлова
Fe <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	общая	карбонатная	постоянная				K <sub>k</sub>	K <sub>k</sub> + 0,0503 Ca	

## носный горизонт

## бассейна

0,5	0,25	23,3	4,1	19,2	6,9	4,4	2,9	9,87	10,29	M <sub>4,0</sub>	$\frac{SO_{53}^4 Cl_{38}}{Na_{62} Mg_{24} Ca_{14}}$
—	—	30,1	6,3	24,4	—	—	35	10,88	11,62	M <sub>3,7</sub>	$\frac{SO_{48}^4 Cl_{40} HCO_{12}^3}{Na_{49} Mg_{31} Ca_{20}}$
0,5	0,7	15,2	10,8	4,5	7,7	—	—	1,99	2,35	M <sub>2,1</sub>	$\frac{SO_{49}^4 Cl_{34} HCO_{17}^3}{Na_{58} Mg_{22} Ca_{20}}$
0,1	0,5	10,2	5,8	4,4	7,8	26,4	2,4	-1,58	-1,31	M <sub>1,0</sub>	$\frac{HCO_{35}^3 Cl_{34} SO_{31}^4}{Na_{42} Ca_{31} Mg_{27}}$
0,3	0,4	8,9	5,2	3,7	7,8	13,2	1,6	-2,34	-2,08	M <sub>0,8</sub>	$\frac{HCO_{40}^3 Cl_{30} SO_{30}^4}{Na_{40} Ca_{35} Mg_{25}}$

## бассейна

—	—	21,3	3,9	17,9	—	—	—	8,77	9,21	M <sub>2,4</sub>	$\frac{Cl_{46} SO_{43}^4 HCO_{11}^3}{Mg_{37} Na_{37} Ca_{16}}$
—	—	9,7	4,1	5,5	—	—	—	-2,31	-2,08	M <sub>1,2</sub>	$\frac{SO_{36}^3 HCO_{37}^3 Cl_{27}}{Na_{50} Mg_{26} Ca_{24}}$
—	—	15	5,7	9,3	7,7	—	—	0,67	1,06	M <sub>1,6</sub>	$\frac{SO_{38}^4 Cl_{35} HCO_{27}^3}{Na_{38} Ca_{32} Mg_{30}}$
—	—	16,7	4,4	12,3	—	—	—	—	—	M <sub>2,6</sub>	$\frac{SO_{47}^4 Cl_{43} HCO_{10}^3}{Na_{61} Mg_{25} Ca_{14}}$

## рудный водоносный горизонт

## бассейна

—	—	26,7	5,9	20,8	—	18,3	61,9	7,14	7,65	M <sub>3,7</sub>	$\frac{SO_{49}^4 Cl_{34} HCO_{17}^3}{Na_{52} Mg_{30} Ca_{18}}$
—	0,1	18,3	14,1	4,2	7,7	—	—	0,18	0,81	M <sub>1,5</sub>	$\frac{SO_{54}^4 Cl_{23} HCO_{29}^3}{Ca_{52} Na_{25} Mg_{24}}$
0,5	1	32,5	3,3	29,2	6,9	8,8	2,9	15,92	16,55	M <sub>4,6</sub>	$\frac{SO_{50}^4 Cl_{44}}{Na_{54} Mg_{29} Ca_{17}}$
—	—	31,5	5,4	26	—	—	—	11,56	12,19	M <sub>2,7</sub>	$\frac{SO_{49}^4 Cl_{43}}{Na_{42} Mg_{33} Ca_{25}}$

№ сква- жин	Наименование участка	Форма выражения анализа	Сухой остаток	Содержание					
				Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>2</sub> <sup>-</sup>

Восточная часть

85	Грушевско- Басанский	Mг/л	2660	620,6	206	160,3	567,4	1088,8	109,8
		Mг·экв		26,99	10,28	13,18	15,99	22,65	1,8
		% Mг·экв		42,12	25,44	32,44	42,88	49,36	7,76
685а	То же	Mг/л	2784	353,9	257,9	174,3	513,2	1009,4	433,1
		Mг·экв		15,39	12,87	14,35	14,47	20,99	7,1
		% Mг·экв		36,1	30,2	33,7	33,94	49,42	16,64

Древнеаллювиальный надруд

160/7762с I пони- жение 2 г	Покровский	Mг/л	1140	219,9	80,5	57,6	137,9	403,3	366
		Mг·экв		9,56	4	4,73	3,89	8,39	6
		% Mг·экв		52,66	21,89	25,45	21,39	45,81	32,8
	Сулицкий	Mг/л	1142	162,8	69,6	89,6	89,6	498,7	305
		Mг·экв		7,08	3,47	7,36	2,53	10,37	5
		% Mг·экв		39,46	19,34	41,2	14,12	57,98	27,9
198с II пони- жение	Чертомлыкско- Алексеевский	Mг/л	224	23,6	10	18,3	13,4	13,9	225,7
		Mг·экв		1,03	0,5	1,51	0,38	0,29	3,7
		% Mг·экв		18,92	46,32	34,76	8,69	6,66	84,65
1,874 II пони- жение 326а	То же	Mг/л	418	28,8	89,4	30,1	39,8	48,9	369,1
		Mг·экв		1,25	4,46	2,47	1,12	1,02	6,05
		% Mг·экв		15,3	54,6	30,1	13,6	12,4	73,9
	Северо-Западный (Александровское карьерное поле)	Mг/л	1408	275,9	90,1	81,2	248,4	408,1	353,8
		Mг·экв		12	4,49	6,67	7,01	8,49	5,8
		% Mг·экв		51,78	19,4	28,82	30,22	44,76	25,02

Восточная часть

1151	Максимово- Тимошевский	Mг/л	1209	200,6	95,9	58,5	229,6	347,3	277,9
		Mг·экв		8,73	4,78	4,81	6,47	7,22	4,56
		% Mг·экв		47,5	26,2	26,3	26,1	30,7	43,2
5	То же	Mг/л	1168	184,5	84	87,4	217,9	556,3	63,7
		Mг·экв		8,02	4,19	7,18	6,14	11,57	1,04
		% Mг·экв		39,34	22,32	38,34	32,74	61,72	5,54
17а	Коминтерн- Марьевский	Mг/л	1110	260,2	68	46,7	354,4	391,7	24,4
		Mг·экв		11,32	3,39	3,84	9,99	8,15	0,4
		% Mг·экв		61,1	18,3	20,6	53,7	41,8	5,7
1062	То же	Mг/л	1523	252,6	138,4	69	178,1	543,2	442,1
		Mг·экв		10,99	6,9	5,67	5,02	11,29	7,25
		% Mг·экв		46,6	29,4	24	22	47,92	30,2

новое		Жесткость мг-эка			pH	Свобод- ная CO <sub>2</sub>	Окис- ляе- мость O <sub>2</sub>	Коэффициент коррозии		Формула Курлова
Fe <sup>++</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	общая	карбо- натная	по- стоян- ная				K <sub>к</sub>	K <sub>к</sub> + 0,0503 Ca	

бассейна

0,5	—	23,4	1,8	21,6	7	70,4	5,8	11,47	11,99	M <sub>2,8</sub>	$\frac{SO_{49}^4 Cl_{34} HCO_{18}^3}{Na_{36} Mg_{34} Ca_{30}}$
—	—	27,3	6,1	21,2	7,8	—	5,7	7,31	7,96	M <sub>4,6</sub>	$\frac{SO_{53}^4 Cl_{27} HCO_{10}^3}{Na_{56} Mg_{26} Ca_{18}}$

ный водоносный горизонт

0,1	0,5	8,7	5	3,7	7,8	17,8	3,2	-1,28	-1,08	M <sub>1,1</sub>	$\frac{SO_{46}^4 HCO_{33}^3 Cl_{21}}{Na_{53} Mg_{25} Ca_{22}}$
0,7	0,5	10,8	3,9	6,9	7,8	8,8	3,5	2,38	2,55	M <sub>1,1</sub>	$\frac{SO_{58}^4 HCO_{28}^3 Cl_{14}}{Mg_{41} Na_{39} Ca_{20}}$
—	0,05— 0,08	9,8	6,4	3,4	7,5	—	4	-2,21	-2,18	M <sub>0,2</sub>	$\frac{HCO_{85}^3}{Ca_{46} Mg_{35} Na_{19}}$
—	0,1	6,9	4,5	2,5	7,7	—	—	-3,6	-3,38	M <sub>0,4</sub>	$\frac{HCO_{74}^3 Cl_{14} SO_{12}^4}{Ca_{55} Mg_{30} Na_{15}}$
—	—	11,2	3,9	7,3	—	2,1	3,8	0,88	1,1	M <sub>1,4</sub>	$\frac{SO_{45}^4 Cl_{30} HCO_{25}^3}{Na_{52} Mg_{29} Ca_{19}}$

бассейна

—	—	9,7	3,9	5,4	7,7	8,9	—	0,26	0,5	M <sub>1,2</sub>	$\frac{HCO_{43}^3 SO_{31}^4 Cl_{26}}{Na_{47} Mg_{27} Ca_{26}}$
—	—	11,4	1	10,4	—	—	—	6,18	6,39	M <sub>1,1</sub>	$\frac{SO_{62}^4 Cl_{33}}{Na_{39} Mg_{38} Ca_{23}}$
1	0,5	7,2	6,8	3,9	—	32	2,9	3,47	3,64	M <sub>1,1</sub>	$\frac{Cl_{54} SO_{42}^4}{Na_{61} Mg_{21} Ca_{18}}$
—	—	12,6	6,7	5,9	7,7	—	—	-1,57	-1,22	M <sub>1,5</sub>	$\frac{SO_{48}^4 HCO_{30}^3 Cl_{22}}{Na_{47} Ca_{29} Mg_{24}}$



## Физико-механические свойства глинистых пород

Наименование участка	Значения характеристик	Естественная влажность, %	Объемный вес	Удельный вес	Пористость, %	Максимальная молекулярная влагоемкость, %	Гранулометрический состав, %			Пределы пластичности, %		Число пластичности	Угол внутреннего трения	Сцепление, кг/см <sup>2</sup>
							Диаметр фракций, мм			верхний	нижний			
							>0,05	0,05—0,005	<0,005					
<b>Суглинки</b>														
Западная рудоносная площадь:														
а) район распространения коренных пород	Наибольшее	25,1	2,14	2,74	50,2	24,8	62,88	91,94	37,1	52,3	27,4	28,9	25°40'	0,75
	Наименьшее	8,3	1,51	2,65	34,8	7	1,32	31,66	5,04	27	14,8	9,1	17°10'	0,5
	Среднее	16,4	1,8	2,68	42,8	14,8	13,78	68,94	17,28	34,6	19,5	15,1	19°48'	0,6
	Количество определений	109	107		86	104	100			114		56		
б) район древних террас Днепра	Наибольшее	32,8	2,16	2,72	48,5	19,3	57,07	86,45	44	46	24	23,9	34°00'	0,85
	Наименьшее	7,1	1,35	2,63	31,5	9,1	2,2	26,14	8,64	20,6	7,7	8	13°00'	0,095
	Среднее	15,1	1,86	2,66	38,6	15,1	11,89	66,75	21,36	32,1	17,6	15,2	14°50'	0,4
	Количество определений	167	165	163	151	125	104			173		20		
Восточная рудоносная площадь:														
а) район распространения коренных пород	Наибольшее	25,5	2,08	2,73	48	18	43,2	72,6	31,9	38,6	21	19,6	22°55'	0,5
	Наименьшее	6,6	1,41	2,67	34	10	8,2	50,6	11	25	16	7	20°22'	0,35
	Среднее	14,9	1,6	2,69	40,3	14	21,86	59,68	18,46	29,3	17,7	11,8	21°45'	0,44
	Количество определений	65		24	65	18	18			65				
б) район древних террас Днепра	Наибольшее	27,5	1,99	2,72	45	16	73,5	58,7	33,61	37,5	22,1	24	27°10'	0,9
	Наименьшее	7,5	1,47	2,66	30,1	10	14,2	7,07	14,01	27	16	8,5	18°19'	0,27
	Среднее	16,6	1,81	2,7	32,9	14	39,36	38,6	22,04	31,6	18,2	13,4	24°40'	0,64
	Количество определений	34		17	34					34		36		

Глины красно-бурые

Западная рудоносная площадь	Наибольшее	36,6	2,14	2,85	53,3	34,4	43,35	71,56	56,6	73,2	39,4	39	26°20'	2,2
	Наименьшее	15,7	1,68	2,66	32,7	14,6	2	29,05	8,64	37	18	16,3	10'	0,14
	Среднее	26,4	1,96	2,75	43,1	22	13,58	52,66	33,76	54,7	26,7	28	19 14'	1
	Количество определений	73	74	75	53	66		49			70		187	189
Восточная рудоносная площадь	Наибольшее	30,1	2,03	2,82	32	22	10	60,88	56,3	63	28	35	18 50'	1,5
	Наименьшее	19,8	1,9	2,73	28	16	4,4	39,3	32,6	39	20	18	15 29'	0,42
	Среднее	27	1,97	2,74	30	18	7,25	50,8	41,95	50,6	22	28,5	16 55'	1
	Количество определений				9			4			9		15	

для переувлажнения комплекса пород и образования подвижек земляных масс при искусственном нарушении целостности массива и придании откосам повышенных углов.

В инженерно-геологическом отношении Никопольский бассейн делится на два района: южный и северный. Южный район охватывает всю площадь в пределах развития древнего размыва Днепра, захватившего надрудную толщу пород, включая частично слой надрудных глин, а местами и рудный пласт. В этом районе рудная залежь залегает на глубине 20—40 м от поверхности и на значительной площади перекрывается водоносными древнеаллювиальными песками. В северном районе рудный пласт залегает на глубине 30—120 м от поверхности земли, повсеместно перекрыт довольно мощным слоем водонепроницаемых глин.

В стратиграфическом разрезе северного района глинистые разновидности составляют до 90% всей толщи. Глинистые породы полиминеральные и по преобладающему минералу объединяются в 3 типа глин.

1. Монтмориллонитовые — темно-зеленые глины среднесарматского подъяруса (при набухании увеличиваются в объеме в 12—14 раз).

2. Гидрослюдистые (и бейделлитовые) глины — красно-бурые, неогеновые, мергелистые и палеогеновые надрудные (при набухании увеличиваются в объеме в 7—9 раз).

3. Каолинитовые глины — черные сланцевые глины сарматского яруса, вторичные каолины и каолинитовые породы коры выветривания кристаллического массива (при набухании увеличиваются в объеме в 2—3 раза).

Наиболее устойчивыми следует считать темно-зеленые сарматские монтмориллонитовые глины, а также гидрослюдистобейделлитовые неогеновые мергелистые глины.

По показателям физико-механических свойств породы надрудного и рудовмещающего комплексов характеризуются следующим образом.

**Четвертичные отложения.** Представлены двумя горизонтами суглинков: верхним, состоящим из палево-желтых и буровато-желтых лессовидных разностей, и нижним, состоящим из бурых и красно-бурых тяжелых суглинков. В пределах зоны древнего размыва Днепра под суглинками залегает слой древнеаллювиальных песков мощностью 5—8 м.

Физико-механические

Наименование участка	Значения характеристик	Гранулометрический					
		Диаметр фрак					
		>2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	0,1—0,05

Пески четвертичные

Западная рудоносная площадь	Наибольшее	58,1	47,03	60,85	66,75	86,9	84
	Наименьшее	0,03	0,04	0,02	0,1	0,51	0,41
	Среднее	4,24	7,08	12,7	15,78	32,73	16,11
	Количество определений					276	
Восточная рудоносная площадь	Наибольшее	43,12		79	71,94	75,80	88,50
	Наименьшее	0,08		0,1	0,04	0,1	0,28
	Среднее	6,08		17	23,65	22,06	15
	Количество определений					146	

Пески мэотиче

Западная рудоносная площадь	Наибольшее	10		4,6	8,6	82,3	18,58
	Наименьшее	0,2		0,3	0,3	40,79	0,36
	Среднее	3,39		1,66	4,67	61,08	6,02
	Количество определений						13

Слой суглинков мощностью 9—22 м в западной и 8—24 м — в восточной части бассейна подстилается красно-бурыми глинами, но на склонах глубоких балок они лежат на более древних породах.

В табл. 11 приведены усредненные и предельные показатели физико-механических свойств толщи суглинков обеих частей бассейна по площади коренного массива и по зоне древнего размыва.

Из таблицы видно, что суглинки коренного массива отличаются от суглинков района древнего размыва меньшим содержанием глинистых фракций. Однако пределы пластичности, максимальная молекулярная влагоемкость, углы внутреннего трения и сцепление тех и других суглинков идентичны, что позволяет в некоторых случаях при проектировании горнорудных предприятий пользоваться усредненными показателями этих свойств по бассейну в целом.

Данные физико-механических свойств древнеаллювиальных песков, распространенных в западной и восточной частях бассейна, приведены в табл. 12. По механическому составу пески очень разнородны, чаще мелко- и среднезернистые, местами очень глинистые; угол естественного откоса 27—33°.

**Красно-бурые глины.** В пределах коренного массива эти глины имеют повсеместное распространение. Для них характерно непостоянство литологического состава, значительная загипсованность и частая трещиноватость. Мощность их 8—10 м в западной и 12—18 м в восточной части бассейна. Наличие над слоем красно-бурых глин верховодок часто обуславливает возникновение оползней в первом уступе рабочего борта карьера. Усредненные данные физико-механических свойств красно-бурых глин западной и восточной частей бассейна приведены в табл. 11.

Из таблицы видно, что естественная влажность близка к влажности на пределе пластичности, а местами несколько выше. Глины имеют

## свойства песков

состав, %			Удельный вес	Объемный вес	Пористость, %	Коэффициент фильтрации, м/сутки		Угол естественного откоса	Водоотдача, %
ций, мм						по лабораторным данным	по данным откачек		
0,05—0,01	0,01—0,005	<0,005							

## древнеаллювиальные

58	50,25	20,43	2,66	1,96	50,1	35,8	27,1	40°	31,2
0,09	0,11	0,3	2,54	1,32	24,88	0,07	8,7	28°20'	13,69
5,29	3,29	2,78	2,63	1,76	38,34	6,21	11,31	38°12'	19,81
			169	203	62	179	11	74	261
65,33	17,45	66	2,72	2,29	—	10,8	—	30°45'	21,27
0,02	0,1	0,03	2,65	1,79	—	0,03	—	24°30'	11
8,12	3,44	4,65	2,68	1,99	26	4	11	27°15'	17,2
				62	—	84	—	7	74

## ского яруса

20,59	15,1	15,98	2,7	1,83	43	8,38	—	36°	21,56
1,2	1,07	9,26	2,44	1,4	32	0,102	—	32°	9
5,98	6	11,3	2,62	1,63	38	1,68	4,84	33°	14,24
			13	9	11	6	—	11	10

тенденцию к набуханию. Как по физическому состоянию, так и по минералогическому составу, красно-бурые глины характеризуются относительно слабой устойчивостью в бортах карьеров, особенно в дождливые периоды, и при образовании над ними верховодок.

**Глины понтического яруса (босфорские глины).** Представлены темно-серыми плотными, местами трещиноватыми разновидностями. Мощность их до 5 м. Босфорские глины распространены небольшими очагами только в восточной части бассейна. По устойчивости босфорские глины в бортах карьеров могут быть приравнены к красно-бурым.

**Известняки-ракушечники понтического яруса (новороссийские слои).** Залегают в основании босфорских глин на отдельных участках в восточной части бассейна. Мощность до 5 м. В общем слое ракушечных известняков более крепкие окварцованные разновидности сменяются рыхлыми прослоями. В левом склоне балки Грушевская известняки разрабатываются небольшими карьерами как строительный материал. Вертикальные рабочие борта карьера устойчивы.

**Пески мезотического яруса.** Залегают линзами в основании известняков на межбалочных участках в восточной части бассейна. Представлены мелкозернистыми кварцевыми песками, переходящими книзу в крупнозернистые. Местами слабо водоносны. Средняя мощность слоя 3—4 м.

В табл. 12 приведены данные лабораторных анализов нескольких проб песков. По отдельным образцам более глинистых разновидностей среднее значение угла внутреннего трения 27° 45', сцепление — 0,9 кг/см<sup>2</sup>. Угол естественного откоса песка в водонасыщенном состоянии 33°.

**Мергелистые глины сарматского яруса.** Глины эти распространены повсеместно в коренном массиве и имеют окраску от светло-зеленой до светло-серой. Среди глин встречаются прослой мергелей. Часто

Наименование участка	Значения характеристик	Естественная влажность, %	Объемный вес	Удельный вес	Пористость, %	Максимальная молекулярная влагоемкость, %	
<b>Глины мергелистые</b>							
Западная рудоносная площадь	Наибольшее	63,2	2,06	2,84	60,3	58,5	
	Наименьшее	20	1,53	2,48	38,1	15,7	
	Среднее	37,1	1,87	2,66	49,6	33,8	
	Количество определений	201	186	118		147	
Восточная рудоносная площадь	Наибольшее	65,1	2,1	2,81	40,1	41	
	Наименьшее	15,5	1,52	2,54	28	22	
	Среднее	40,7	1,85	2,71	35	30	
	Количество определений	40		19	40	13	
<b>Глины черные сланцеватые</b>							
Западная рудоносная площадь	Наибольшее	53,1	2,04	2,75	58,2	44	
	Наименьшее	21,9	1,68	2,57	40,2	21	
	Среднее	42,1	1,82	2,67	52,3	32,9	
	Количество определений	31	32		21	26	
Восточная рудоносная площадь	Наибольшее	65,1	1,9	2,76	—	66,4	
	Наименьшее	38	1,59	2,64	—	38,8	
	Среднее	45,1	1,81	2,69	32,8	42,3	
	Количество определений	17		7	17		
<b>Глины средиземно</b>							
Западная рудоносная площадь	Наибольшее	55,7	2,21	2,85	58,7	44	
	Наименьшее	20,8	1,62	2,63	52	12	
	Среднее	32,8	1,87	2,68	45,4	30,7	
	Количество определений	83	93	92	66	83	
Восточная рудоносная площадь	а) Коминтерн-Марьевский	Наибольшее	41,1	1,97	—	—	34,9
		Наименьшее	21,3	1,79	—	—	12,9
		Среднее	29,7	1,83	2,73	—	24,6
		Количество определений	16				—
	б) Грушевско-Басанский	Наибольшее	53,2	1,9	—	—	38
Наименьшее		27	1,75	—	—	13,9	
Среднее		36,4	1,85	2,71	32	26,2	
Количество определений		19				48	
<b>Глины подруд</b>							
Западная рудоносная площадь	Наибольшее	55,42	2,2	2,72	60	41,91	
	Наименьшее	12,6	1,66	2,59	41	7,3	
	Среднее	36,27	1,87	2,66	50,8	23,95	
	Количество определений	35	36	31	21	47	
<b>Кас</b>							
Западная рудоносная площадь	Наибольшее	36	2,08	2,97	52,43	31,5	
	Наименьшее	11,4	1,6	2,61	37,94	18,6	
	Среднее	23,3	1,8	2,7	45,45	23,1	
	Количество определений	10				7	11

## ства глинистых пород

Гранулометрический состав, %			Пределы пластичности, %		Число пластичности	Угол внутреннего трения	Сцепление, кг/см <sup>2</sup>
Диаметр фракций, мм			верхний	нижний			
>0,05	0,05—0,005	<0,005					
<b>сарматского яруса</b>							
48,2	85,28	72,5	108,8	61,1	61	19°49'	2,02
0,93	14,94	5,2	30,6	17,1	10	16°51'	1,06
12,15	48,86	38,99	65,3	34,4	31,9	13°41'	1,56
	114			177			177
16,7	64,22	49,6	117	51	78	18°45'	1,8
5,48	20,5	27,12	32,4	17	14	—	—
11,2	48,8	40	78,4	41	37,4	15°35'	1,6
	8			40			22
<b>сарматского яруса</b>							
49,81	60,41	70	107,1	61,9	62	24°12'	2,6
0,7	9,85	17,36	41	19	17,8	9°0'	1,32
16,68	34,86	48,46	77,7	38,8	39	14°25'	17,8
	19			29			79
—	—	—	117	66	52,5	18°40'	3,85
—	—	—	44	21,8	22,2	9°55'	1,9
24,2	43	32,8	88,3	42,8	45,5	13°15'	2,9
	10			17			30
<b>морского яруса</b>							
56,89	64,53	78,7	105	47,9	61,5	21°48'	2,07
0,95	10,08	13,02	28,7	17,7	10,9	11°03'	0,22
20,35	37,86	41,79	62,7	30,8	32,5	14°57'	1,02
	62			93			28
40,11	67,38	66,72	93,5	35,2	60,9	19°55'	0,962
0,45	10,91	7,2	35	18	16	14°40'	0,267
21,68	49,77	28,55	63,1	27,7	35,4	18°25'	0,63
	18			16			4
42,84	53,2	80,16	91,8	38,7	58,7	14°45'	1,73
7,42	5,5	27,55	46,1	19,6	20,8	—	0,8
22,1	33,1	44,8	78,7	35,4	43,3	13°30'	1,5
	57			19			9
<b>ные олигоцене</b>							
58	79,84	68,8	98,04	56,38	53,35	24°52'	1,86
1,2	24,53	11	32,47	17,81	11,5	14°15'	0,7
27,34	40,68	31,98	58,6	30,48	30,61	19°56'	1,199
	26			42			96
<b>лины</b>							
55,95	57,45	35,96	55,1	36,3	27,5	25°40'	1,27
14,98	16,62	13,82	41,72	20,08	14,59	17°10'	0,28
37,84	38,21	23,95	47,54	26,31	21,39	22°15'	0,65
	9			11			35

Физико-механические

Наименование участков	Значение характеристик	Гранулометрический					
		Диаметр фрак					
		>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05

Пески надрудные

Западная рудоносная площадь	Наибольшее	71	47,75	55,4	60,87	91	54,05
	Наименьшее	0,04	0,1	0,3	0,34	0,47	0,21
	Среднее	4,01	7,81	15,16	15,2	34,29	9
	Количество определений	192					
Восточная рудоносная площадь	Наибольшее	1,02	39,86	41,13	48,80	89,67	35,10
	Наименьшее	0,1	0,16	0,06	0,12	6,38	0,09
	Среднее	0,5	6,8	7,45	16,59	49,2	8,25
	Количество определений	55					

Пески подрудные

Западная рудоносная площадь	Наибольшее	9,9	49,9	54,43	66,6	87	68,02
	Наименьшее	0,03	0,04	0,07	0,12	0,2	0,21
	Среднее	0,68	5,7	13,63	9,89	23,06	17,64
	Количество определений	176					
Восточная рудоносная площадь:							
а) Грушевско-Басанский участок	Наибольшее	—	26,3	27,1	24,9	51,72	70,89
	Наименьшее	—	0,58	0,1	0,1	0,1	3,09
	Среднее	—	2,91	3,82	5	14,9	34,42
	Количество определений	51					
б) Коминтерн-Марьевский участок	Наибольшее		43,91		92,02	39,63	
	Наименьшее		12,6		19,85	9,38	
	Среднее		11,89		54,86	10,54	
	Количество определений	12					
в) Максимова-Тимошевский участок	Наибольшее	—	44,52	33,14	12,73	70,04	
	Наименьшее		0,26	5,08	1,5	10,46	
	Среднее		21,1	16,9	6,4	35,09	
	Количество определений	9					

глины трещиноватые, местами комковатые. Мощность слоя 16—22 м в западной и 18—25 м в восточной части бассейна. Отдельные более плотные и трещиноватые разновидности насыщены водой и образуют местами несколько поэтажно залегающих друг над другом водоносных слоев.

В табл. 13 приведены усредненные показатели физико-механических свойств мергелистых глин. Естественная влажность глин во многих пунктах выше их влажности на пределе пластичности. В больших пределах меняется содержание глинистых фракций, набухаемость и пластичность. Частое изменение физического состояния глин безусловно связано с наличием в них отдельных водонасыщенных интервалов, которые образуют многоярусные контактные зоны с пониженной сопротивляемостью сдвигу. В противоположность этому мергельные прослои в общей толще мергелистых глин служат как бы скрепляющим скелетом, связывающим всю толщу мергелистых глин, снижая при этом способность этих глин к оползанию в бортах карьеров.

## свойства песков

состав, %			Удельный вес	Объемный вес	Пористость, %	Коэффициент фильтрации, м/сутки		Угол естественного откоса	Водоотдача, %
ции, мм						по лабораторным данным	по данным откачек		
0,05—0,01	0,01—0,005	<0,005							

## сарматского яруса

35,17	31,95	28,50	2,7	2,18	48,1	20,66	12,35	40°0'	33,57
0,04	0,08	0,01	2,57	1,35	32,1	0,05	0,05	24°42'	8,86
4,39	5,38	4,76	2,64	1,72	37,4	2,64	6,95	35°56'	19,58
			78	62	31	113	7	99	70
47,54	16,4	19,03	2,76	1,88	45,2	22,6	3,89	—	26,13
0,08	0,04	0,1	2,5	1,37	32	0,13	2,91	—	6,2
5,87	1,39	3,95	2,64	1,55	41	5,3	3,63	—	18,5
				22		39	3	—	37

## олигоцен

72,65	36,71	26,88	2,68	2,01	56,7	30,02	6,73	40°30'	26,9
0,21	0,04	0,41	2,48	1,6	21,88	0,05	5,4	25°50'	1,8
14,65	6,55	8,2	2,59	1,59	40,61	2,55	2,45	31°18'	18,04
			70	67	29	74	7	58	87
55,51	45,84	20,72	2,71	—	—	1,01	1,57	—	22,5
0,7	1,08	3,9	2,46	—	—	0,015	1,5	—	1,8
20,62	6,36	11,97	2,6	1,85	29	0,34	1,53	33°	13,4
			25		19	22	2	19	35
22,63		15,22	2,74	1,77	47	5,1	26,4	—	19,1
8,26		2,19	2,64	1,41	36	0,33	1,2	—	15,1
15,71		7	2,68	1,64	40,3	1,68	13,8	—	17,1
				8	6	4	2	—	2
12,05	11,53	21,84	—	—	—	—	—	—	—
2,15	0,07	9	—	—	—	—	—	—	—
5,28	3,12	12,11	—	—	—	—	—	—	—

**Глины и известняки-ракушечники сарматского яруса.** Сарматские слои представлены двумя горизонтами: темно-серыми или черными глинами и горизонтом известняка-ракушечника. Черные глины сланцеватые и трещиноватые. Трещины направлены в разные стороны и располагаются под углом 45°, что придает глинам блочную клиновидную структуру. Поверхности, образованные трещинами, выглядят зеркально отполированными. Мощность глин 4—6 м, редко до 8 м. По отношению к известняку-ракушечнику черные глины залегают в кровле или в почве. Контакт выражен четко. Черные глины в физическом смысле являются одной из самых слабых пород в бассейне ввиду их водонасыщенности и сланцеватости.

Известняк-ракушечник распространен только в западной части бассейна и преимущественно настолько рыхлый или слабо сцементированный, что приближается по своим механическим свойствам к сыпучим массам.



Усредненные показатели физико-механических свойств среднесарматских черных глин приведены в табл. 13.

Из таблицы видно значительное превышение естественной влажности над влажностью на пределе пластичности. Как показали буровые опытные работы и наблюдения в бортах карьеров, черные сарматские глины повсеместно пластичны, трещиноваты, водонасыщены и поэтому в физическом отношении являются одной из самых слабых пород в бассейне, хотя по минералогическому составу они относятся к каолинитовому типу и очень мало подвержены набуханию.

**Пески нижнесарматского подъяруса.** Пески эти кварцевые, мелко- и среднезернистые, в нижней части слоя — крупнозернистые. В восточной части бассейна имеют повсеместное распространение; в западной — местами замещены песчаными глинами. Мощность слоя 4—5 м, редко 8—10 м. Слой песков почти повсеместно водонасыщен.

В табл. 14 приведены усредненные данные физико-механических свойств песков нижнего сармата. Как видно из таблицы, содержание глинистых фракций не превышает в среднем 4—5%. Угол естественного откоса 33°. При вскрытии шахтными стволами и разрезной траншеей сарматские пески приобретают пльвунный характер. Осушение их в большинстве случаев связано с техническими трудностями ввиду низкой водоотдачи этих песков.

**Надрудные глины.** Надрудные глины в бассейне распространены почти повсеместно. В восточной депрессии верхняя часть толщи (примерно 10 м) относится к средиземноморскому ярусу и сложена зелеными песчаными или плотными глинами, местами с прослоями мелкозернистых песков. Ниже их залегает слой глин олигоцена мощностью 3—5 м, представленных более плотными разновидностями. В западной части бассейна весь слой надрудных глин относится к олигоцену и представлен зеленовато-серыми песчаными слоистыми разновидностями, переходящими книзу в яблочно-зеленые пластичные глины.

В табл. 13 приведены усредненные показатели физико-механических свойств общей нерасчлененной толщи надрудных глин.

Из таблицы видно, что естественная влажность надрудных глин повсеместно выше их влажности на пределе пластичности. Следует при этом учесть, что в кровле надрудных трещиноватых или комковатых глин залегают водоносные нижнесарматские пески, от которых глины при вскрытии их горными выработками быстро увлажняются до мягкопластичной, а местами текучепластичной консистенции, безусловно способствующей появлению в контактах ослабленной зоны с низкими показателями сопротивляемости сдвигу. При вскрытии таких глин шахтными выработками на значительной глубине от дневной поверхности горное давление на крепь выработок достигает более 2 кг/см<sup>2</sup>, что часто приводит к неустойчивости кровли, а местами и полному обвалу выработки. Это явление характерно для шахт, расположенных на водораздельной площади Грушевско-Басанского месторождения, где рудный пласт залегает на глубине порядка более 100 м от поверхности, а также для некоторых шахт западной части бассейна. Важнейшим мероприятием для снижения горного давления на крепь выработок является устройство опережающего дренажа с целью осушения песков нижнего сармата, лежащих непосредственно в кровле надрудных глин.

**Подрудные глины.** Распространены на многих участках и характеризуются неоднородным составом.

Как в разрезе, так и по площади распространения, подрудные глины изменяются и представлены песчаными, плотными или пластичными разновидностями. Очень часто они незаметно переходят в глинистые пески. Однако повсеместно подрудные глины насыщены водой

и при вскрытии их выпирают в стенках выработки или в бортах карьера, нарушая тем самым устойчивость вышележащих пород в массиве.

В табл. 13 приведены усредненные показатели физико-механических свойств подрудных глин в пределах западной части бассейна.

Из таблицы видно, что угол внутреннего трения подрудных глин в отдельных случаях несколько выше, чем у некоторых глин надрудной толщи ( $19^{\circ} 56'$ ), хотя естественная влажность подрудных глин высокая. Очень резко меняются по площади распространения этих глин значения их максимальной молекулярной влагоемкости, содержания глинистых фракций, показатели пластичности и прочих свойств, что указывает на различную устойчивость этих глин в основании внутренних отвалов на отдельных участках.

**Подрудные пески.** Залегают на больших площадях, перемежаясь местами с песчаными глинами. К ним приурочен один из наиболее выдержанных водоносных горизонтов бассейна.

В табл. 14 приведены усредненные показатели физико-механических свойств подрудных песков.

Из таблицы видно, что по гранулометрическому составу пески неоднородны, резко изменяются водоотдача и углы естественного откоса. Местами подрудные пески олигоцене непосредственно контактируют с нижележащими более крупными песками бучакского яруса. В этом случае водообильность и напор горизонта повышаются, что ухудшает условия работы в шахтном забое.

**Каолины.** Залегают под рудным пластом на небольших участках в виде белых и пестроцветных разновидностей. Мощность слоя до 30 м. В местах поднятий кристаллического фундамента каолины отсутствуют. По сравнению с глинами общего комплекса пород каолины являются надежным основанием внутренних отвалов.

Подрудные отложения имеют важное значение с точки зрения обеспечения устойчивости основания бортов карьера и внутренних отвалов. Опыт ведения открытых работ в бассейне показывает, что при эксплуатации глубоких карьеров наблюдается нарушение устойчивости пород в основании бортов в виде деформации дна карьера, пучения и выпора пород. Последнее неизбежно сопровождается нарушением устойчивости самих бортов и внутренних отвалов, что приводит к развитию оползневых явлений и обрушению откосов. Деформация нижних слоев или основания отвалов влечет за собой смещение вышележащих отсыпанных пород, которые заваливают рудный уступ.

В условиях Никопольских карьеров самыми слабыми породами оснований откосов карьерных бортов и внутренних отвалов оказываются подрудные зеленовато-серые глины, обладающие в диапазоне сжимающих нагрузок  $0,5-2 \text{ кг/см}^2$  средними показателями сдвига—  $f-10^{\circ} 40'$  и  $C-0,9 \text{ кг/см}^2$  при среднем объемном весе  $2 \text{ кг/см}^3$ . Расчеты ИГД АН УССР показали, что для достижения устойчивого основания откоса высотой 70 м угол его не должен превышать  $27^{\circ} 30'$ . По условиям прочности основания и устойчивости откоса результирующий угол наклона к горизонту рабочего борта высотой 80 м не должен превышать  $20^{\circ}$ . При этом зависимость величины заложения устойчивого откоса от его высоты имеет криволинейный характер. С уменьшением высоты, начиная с некоторого предела, крутизна устойчивого откоса резко возрастает, и поэтому откосы уступов держатся устойчиво при более крутых углах, чем результирующий угол наклона всего борта в целом.

Углы устойчивого откоса уступа, вычисленные ИГД АН УССР по способу многослойного откоса на основе приведенных выше показателей различных свойств пород, находятся в следующих пределах (табл. 15).

Таблица 15

Наименование уступа	Высота уступа, м	Предельные углы откоса, град	
		по глинам	по пескам
Верхний и средний	20	55—60	35
Нижний	40	45—55	35

Исследования и расчеты, проведенные в 1960 г. ВНИМИ на основе наших данных о различных свойствах пород, а также на основе дополнительно проведенных им лабораторных испытаний пород, дали возможность рекомендовать следующую крутизну откосов при различной высоте уступа (табл. 16).

Таблица 16

Наименование борта	Высота уступа, м			Углы откоса, град		
Шевченковский и Богдановский карьеры (западная часть бассейна)						
Рабочий	35	60	75	47	29	20
Нерабочий				37	21	18
Грушевский карьер (восточная часть бассейна)						
Рабочий	38	65		27	20	
Нерабочий				24	18	

Сравнивая расчетные значения углов откосов рабочих бортов, рекомендуемые ВНИМИ, со значениями углов, рекомендуемыми ИГД АН УССР, нетрудно видеть, что для Шевченковского и Богдановского карьеров при высоте уступов 35—60 м ВНИМИ допускает более высокую крутизну откосов. Однако при большей высоте уступа угол откоса по рекомендации ВНИМИ и ИГД АН УССР не должен превышать 20°.

Рекомендуемые ВНИМИ углы откоса рабочего борта Грушевского карьера значительно ниже по своей величине. Здесь при высоте уступа 38 м крутизна не должна превышать 27°. Последнее объясняется тем, что Грушевский карьер находится в более сложных гидрогеологических условиях по сравнению с карьерами западной части бассейна, где основные водоносные горизонты в значительной мере сдренированы реками и балками.

Натурными маркшейдерскими замерами бортов действующих карьеров установлены следующие величины высоты уступов и углов их откосов (табл. 17, 18).

Более высокая крутизна откосов наблюдается на Богдановском карьере, где весь надрудный комплекс пород полностью сдренирован долиной р. Соленая. Наименьшая крутизна откосов характерна для

Таблица 17

Наименование уступа	Высота уступа, м	
	Угол откоса, град	
	Предельные значения	Средние значения
Багдановский карьер		
Верхний, до опознания	15—25 <u>35—53</u>	22 <u>43</u>
Верхний, после оползания	17—32 <u>15—19</u>	27 <u>17</u>
Средний	11—13 <u>50—63</u>	11 <u>60</u>
Нижний	10—12 <u>47—69</u>	11 <u>60</u>

Таблица 18

Наименование уступа	Высота уступа, м	Угол откоса
Шевченковский карьер		
1-й уступ	16,7	32°36'
2-й уступ	14,5	31°08'
Юго-восточный борт	31,6	28°37'
Марьевский карьер		
1-й уступ	13,3	36°25'
2-й уступ	7,2	18°03'
Западный борт	21	19°16'
Восточный борт	24,5	16°30'

Марьевского карьера, эксплуатация которого ведется в более сложных гидрогеологических условиях без применения опережающего дренажа.

Сравнивая данные натурных замеров с расчетными данными ИГД АН УССР и ВНИМИ, можно видеть, что последние имеют более высокие значения, т. е. рекомендуемая расчетная крутизна откоса при определенной высоте уступа в ряде случаев более высокая по сравнению с наблюдаемой. Это объясняется тем, что расчетные значения даны при условии, когда эксплуатационные работы ведутся после осушения массива, примыкающего к бортам карьеров, при полном перехвате всех атмосферных вод в районе карьерного поля и при полном соблюдении всех горнотехнических условий эксплуатации карьера. Практически же все эти условия в силу множества причин выполняются далеко не в полной мере, что в ряде мест и приводит к нарушению устойчивости бортов и образованию оползневых смещений различных уступов при их меньшей крутизне по сравнению с расчетной.

Исходя из изложенного и учитывая незаконченность исследований, ведущихся в этом направлении на карьерных полях бассейна, необходимо пока при проектировании открытых разработок учитывать следующие обстоятельства:

1. Массивы, примыкающие к бортам карьеров, должны быть предварительно осушены;

2. Инfiltrация поверхностных вод в массивы, примыкающие к бортам карьеров, безусловно исключается;

3. Предельные высоты уступов по инженерно-геологическим условиям желательно пока ограничить 20 м;

4. Предельная крутизна уступных откосов высотой до 20 м в глинистых породах может быть допущена до 45°;

5. Крутизна уступных откосов в песках и рыхлых ракушечниках не должна превышать 35—40°;

6. Предельная крутизна откосов высотой 40 м в глинистых породах не должна превышать 30°.

Инженерно-геологические исследования на месторождении продолжают многими организациями, в том числе трестом Днепрогеология, ВНИМИ, ИГД АН УССР и УкрНИИПроект. Накапливаются материалы наблюдений за состоянием рабочих бортов и откосов внутренних отвалов в различные времена года с учетом высоты уступов и крутизны их откосов. Все это позволит в ближайшее время выработать более надежные расчетные параметры уступов и откосов, применимые к конкретным природным условиям того или иного рудоносного участка, проектируемого под открытые разработки.

---

## ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

**Меловой период.** Приведенный фактический материал позволяет судить о палеогеографической обстановке Никопольского марганцеворудного бассейна только с позднемелового времени.

Надо полагать, что на протяжении палеозоя и мезозоя описываемый район являлся преимущественно сушей и лишь в самых пониженных участках мог покрываться очень кратковременно мелководным морем.

В раннемеловую эпоху почти вся территория Никопольского марганцевого бассейна была сушей. Судя по наличию морских прибрежных осадков апт-альбского возраста, на левобережье Днепра в районе Белозерской аномалии (Баранова, Геворкьян и др., 1960), Молочанского грабена и Конкско-Ялинской впадины можно предположить существование мелового моря. На суше происходило терригенное осадконакопление, что подтверждается наличием углистых песков и глин с комплексами спор и пыльцы растений, типичных для меловой эпохи. Бокситсодержащая и каолиновая кора выветривания мелового возраста, развитая вдоль южного склона щита (Басс, 1960), свидетельствует о широко распространенных процессах глубокого химического выветривания, возможных только в условиях влажного и теплого климата.

В начале позднемеловой эпохи обстановка на территории описываемого района мало изменяется, хотя сеноманская трансгрессия охватывает почти весь юг Украины. Наличие пород позднемелового возраста только на левобережье Днепра свидетельствует, что в позднемеловую эпоху все расширяющиеся морские трансгрессии, вплоть до максимальной в кампанском веке, далеко на правобережье не заходили. По-видимому, на щите и в границах собственно Никопольского бассейна верхнемеловые мелководные отложения имели небольшую мощность и были полностью смыты в условиях континентального режима конца меловой и раннепалеогеновой эпох. Только в наиболее погруженных частях описываемого района (Молочанский грабен и др.) сохранились верхнемеловые отложения.

**Палеогеновый период.** Первая половина периода, вплоть до позднего эоцена, характеризуется господством исключительно континентальных условий, продолжавшихся с конца позднемеловой эпохи. Морской бассейн раннего палеогена располагался далеко к северу и югу от описываемой территории.

Характер рельефа южного склона щита в палеогене был очень сложный вследствие значительной его расчлененности и наличия участков различных гипсометрических уровней. Древние тектонические разломы осложнялись эрозионной деятельностью; происходило формирование глубоких впадин и депрессий. Эти впадины и являлись затем

главными аккумулятивными площадями сначала континентальных, а позже и морских эоценовых и олигоценовых отложений. Можно предположить, что на описываемой площади некоторые депрессии, особенно субмеридионального направления, были древними речными долинами, базисом эрозии которых был Причерноморский бассейн.

Богатый и разнообразный состав растительности свидетельствует о субтропическом климате в раннем палеогене; большие пространства суши, по-видимому, были покрыты лесами, в более пониженных участках широким развитием пользовались торфяники, из которых в дальнейшем образовались во многих участках на правом берегу Днестра залежи бурого угля. О теплом климате могут свидетельствовать бокситоносные глины, известные в нижней части толщи палеогена на южном склоне щита, и мощная толща карбонатных морских пород на юге Украины.

В середине эоцена вследствие расширения Причерноморского морского бассейна к северу морские воды вторгаются далеко на щит по Ингулецкой и Базавлукской депрессиям, образуя здесь узкие заливы. Наличие морских пород раннего эоцена в районе Белозерской аномалии также свидетельствует об образовании залива и в этом направлении.

Вдоль этих заливов вследствие колебаний береговой линии могли образовываться лагуны и озера, постепенно заиливающиеся; наиболее интенсивное развитие болот и озер, надо полагать, было в конце среднего эоцена. В это время в связи с поднятием базиса эрозии в поймах медленно текущих рек образовывались болота и озера; во многих из них затем происходили процессы углеобразования.

В позднем эоцене вследствие очень широкой морской трансгрессии на Украине почти вся описываемая территория покрывается морскими водами. Происходит соединение морских бассейнов Украины через щит. Остаются в виде небольших островов на правом берегу Апостоловское, Базавлукское, Томаковско-Запорожское поднятия, на левом берегу — Запорожско-Славгородское, Каменское поднятия и Приазовский массив.

Литологический состав морских осадков верхнего эоцена в Никопольском бассейне очень разнообразный, что свидетельствует об изменении глубин в целом здесь очень мелководного бассейна. На островах местами происходило континентальное осадконакопление.

К концу эоцена наступает некоторое похолодание, судя по изменению характера фауны и литологического состава пород на всей территории Украины. Карбонатные породы с богатой фауной моллюсков, нуммулитов и мелких фораминифер сменяются бескарбонатными породами с редкими наиболее устойчивыми моллюсками; известковистые фораминиферы замещаются аглютинированными. В конце позднего эоцена наблюдается регрессия моря, в первую очередь, со щита; на этих участках в оставшихся мелководных водоемах происходило накопление континентальных песков и глин, местами уцелевших от последующих размывов.

В олигоценовое время снова отмечается интенсивная трансгрессия, вследствие которой почти весь щит в среднениднепровской части покрывается морем. На описываемой территории в виде островков остаются те же поднятия, что были и в раннем эоцене. Трансгрессия эта на щите по сравнению с верхнеэоценовой была менее длительной; неоднократные отступления моря на юг стали причиной накопления в границах Никопольского бассейна только мелководных отложений, а в начале олигоцена благоприятствовали образованию марганецсодержащих осадков. В конце олигоцена море совсем сократилось и осталось лишь на юге, в Причерноморье. Этому времени на щите соответствуют континентальные образования полтавской серии, а в более

погруженной части склона — на левобережье Днепра описываемой территории — верхи майкопской свиты.

Начавшееся некоторое похолодание в конце позднего эоцена продолжалось в олигоцене. Карбонатные породы с богатой теплолюбивой фауной сменяются однообразной песчано-глинистой толщей олигоцена с бедной фауной моллюсков. Несколько изменяется состав растительности в сторону преобладания широколиственных древесных пород.

**Ранний и средний миоцен.** На протяжении раннего миоцена происходит дальнейшее постепенное сокращение морского бассейна, начавшееся еще в конце олигоцена и сопровождавшееся незначительными колебаниями береговой линии.

В томаковское время морской бассейн, очевидно, располагался в пределах восточного Причерноморья, а на севере доходил до Никопольского и Запорожского районов, где сохранились островки пород с томаковской фауной моллюсков (села Каменка, Томаковка, Большая Хортица Запорожской области).

Западнее Никопольского марганцевого бассейна располагалась суша, о чем свидетельствует отсутствие морских осадков древнее сарматских и наличие отложений с растительными остатками миоцен-олигоценного возраста.

На севере последующий бассейн чокракского времени достигал Запорожского и Никопольского районов, на востоке береговая линия проходила вдоль долины р. Молочная, а на западе — несколько восточнее р. Южный Буг.

В караганское время после кратковременного континентального перерыва южные области УССР снова затапливаются морскими водами, но уже более опресненными.

Доказательством опреснения караганского бассейна может служить наличие пресноводных моллюсков, обнаруженных совместно с спаниодонтемами в Каменка-Днепровском и других районах.

Перемещение береговой линии караганского бассейна фиксируется отложениями галечников и конгломератов (Никопольский район, о. Бирючий), крупнозернистого песка с галькой кристаллических пород и геликсами, песчаных глин с растительными остатками (села Широкое, Ясная Поляна, Кохане, Калиновка).

В конце караганского времени происходит небольшая регрессия, но она захватывает, очевидно, только территорию Никопольского марганцевого бассейна. Доказательствами передвижения береговой линии Караганского моря на юг может служить наличие остатков корневых растений в верхней толще караганских глин (с. Малая Белозерка), а также крупнозернистых песков с галькой кристаллических пород, обнаруженных в основании конкских отложений (с. Показное, г. Мелитополь и др.).

Палеогеографическая обстановка картвельского (фоладового) времени на юге УССР вначале мало отличалась от караганского. В конкское время происходит прорыв средиземноморских вод, в связи с чем биохимические условия бассейна резко изменяются. С водами нормальной солености проникает и стеногалинная фауна, которая вытесняет фолад, заселявших бассейн в картвельское время.

На дне конкского бассейна, как и караганского, в границах юга УССР отлагались в основном мелководные осадки, представленные песками, глинами и ракушечниками незначительной мощности.

Реки, стекавшие с Украинского кристаллического щита, не превышали размеры современных, а некоторые из них, очевидно, не имели даже и постоянного стока, что и обусловило накопление глин с неокатанными кварцевыми зернами в прибрежной части и остатками костей носорога (с. Широкое).



Растительность, покрывавшая приморскую сушу, слагалась в основном из представителей, свойственных умеренным широтам, хотя встречаются также и представители теплолюбивой флоры (с. Александровка Широковского района).

**Поздний миоцен.** Сарматское море в раннесарматское время на территории УССР занимало большую площадь, чем предыдущее — конкское. Три крупных залива этого моря своими водами омывали кристаллический щит и Донецкий Кряж, достигая Запорожья, Никопольского района, Кривого Рога, Николаева.

В первую половину раннего сармата бассейн был мелководным и на его дне отлагались ракушечники (Никопольский район, Присивашье), состоящие из окатанных целых и обломков раковин и даже мелкой известняковой гальки. На песчаном дне жили мшанки и черви, образуя рифовые известняки небольшой мощности (Мелитопольский район).

Во вторую половину раннего сармата происходит опускание морского дна, и на нем накапливается тонкий материал (глины и тонкий песок). На остальной площади восточного побережья залива отлагались ракушечники и пески. Вдоль северной извилистой береговой линии сарматского бассейна располагались острова (в районе Никополя, сел Каменка — Днепровка и др.).

По данным изучения растительных остатков (села Чкалово, Покровское, Орехово) установлено, что растительность состояла из хвойных (сосна, ель), миртовых, каштана, граба, березы, дуба, дзельквы и др. Лесные массивы занимали в основном приречные районы.

В среднем сармате морские воды затапливали значительную площадь Никопольского марганцевого бассейна, за исключением участков высокого залегания докембрийских пород в Криворожском районе и верховьях бассейна р. Базавлук.

Береговая линия среднесарматского бассейна была также извилистой, и она располагалась за пределами описываемой территории. Северные берега бассейна в пределах Днепропетровской области в основном были низкие и имели широкие песчаные пляжи, а в районах, где кристаллические породы значительно возвышались над уровнем моря, — высокие и крутые. На этих участках в прибрежной полосе накапливались крупнозернистые пески, галька и валуны (Криворожский, Запорожский и другие районы).

Море было мелководным, и на его дне накапливались пески, глины и ракушечники. В пределах Запорожского, Больше-Токмакского и Днепропетровского района были развиты песчаные отмели и архипелаг островов. Один из крупных островов, расположенный в Сивельниковском районе, соединялся песчаной косой с Приазовским кристаллическим массивом через район Большого Токмака. Эта коса образовалась во вторую половину среднего сармата и, очевидно, являлась преградой для проникновения морских вод в Конкско-Ялыньскую депрессию и тем самым способствовала образованию в этих депрессиях гипсоносных глин. Прилегающая с севера суша представляла собой лесостепь, что подтверждается наличием таких животных, как жирафы, безрогие носороги, мастодонты и гиппарионы, остатки которых обнаружены в отложениях среднего сармата. Древесная растительность рассматриваемой суши (Желто-Каменка, Запорожье) была сосредоточена в основном вдоль речных долин. О наличии рек можно судить на основании многочисленных находок пресноводной и наземной фауны моллюсков и позвоночных, обнаруженных во многих пунктах Никопольского, Томаковского, Васильевского и других районов.

Климат среднесарматского времени сохранил черты предыдущей эпохи, был теплее современного, но несколько суше, особенно в конце среднесарматского времени.

В начале позднего сармата (каховское время) вследствие регрессии сарматского моря Никопольский марганцевый бассейн и прилегающие к нему районы становятся степью с преобладанием известковистых почв. Только в районе долины р. Молочная и полосе шириной до 60 км от Мелитополя до Каховки и Херсона были распространены пески, местами подвергавшиеся эоловой переработке (дюны).

Степная равнина, прилегающая к северному побережью бассейна, имела на отдельных участках и свои особенности. Отдельные районы, где развиты карбонатные породы, очевидно, представляли собой слабо-закарстованную равнину. Поверхностный сток в этих районах был небольшой. О наличии гидрографической сети, возможно, с непостоянным стоком в границах долины Днепра свидетельствуют остатки речных черепаш, найденных в районе Каховки, и трещины усыхания (с. Большая Знаменка). Гибель гиппарионовой фауны в районе Каховка — Борислав, очевидно, произошла в результате затопления прилегающей суши нагонными водами, которые в условиях низменной равнины могли проникнуть в глубь суши на десятки километров.

Последующая трансгрессия моря в позднем сармате достигла границ Запорожья, Кривого Рога, Вознесенска.

На всей территории юга СССР бассейн был неглубокий, в нем отлагались песчано-глинистые и карбонатные осадки.

Прилегающая с севера суша в основном сохраняла такие же черты, как и в предыдущее — среднесарматское время.

В конце позднего сармата морской бассейн снова сокращается и снова территория Никопольского марганцевого бассейна становится сушей.

В последующее мэотическое время морской бассейн не достигает таких размеров, как в предыдущий — сарматский век. Максимальное продвижение морских вод к северу было на площади между реками Южный Буг и Молочная (Криворожский, Никопольский районы).

Во время трансгрессии мэотического моря на отдельных участках происходил частичный размыв морских верхнесарматских и континентальных миоценовых отложений; об этом свидетельствуют галечники и конгломераты нередко с наземной фауной моллюсков и позвоночных, залегающие в основании мэотических отложений.

Вдоль западного побережья мэотического моря располагалась низменность, прорезываемая многочисленными рукавами рек, вдоль которых располагались лесные массивы, представленные умеренно листопадной флорой.

Фауна позвоночных мэотического века представлена в основном растительноядными животными (гиппарионная фауна), обнаруженными во многих пунктах юга СССР. Эти находки указывают на то, что степные пространства перемежались с приречными лесами. В конце мэотического века произошло сокращение моря до пределов современного Черноморского бассейна.

**Плиоцен.** В начале плиоцена произошло уменьшение бассейна, очевидно, также до границ современного Черноморского бассейна. Реки направлялись вслед за отступлением береговой линии, отлагали пески и глины с пресноводной и наземной фауной моллюсков и позвоночных. Во второй половине, в раннем плиоцене (понтический век), морской бассейн расширяется к северу и затапливает снова значительную часть Никопольского марганцевого бассейна, достигая Запорожья.

На дне мелководного опресненного бассейна отлагались пески, глины и ракушечники. Многочисленная фауна позвоночных, обнаруженная в понтических отложениях, показывает, что суша, окружавшая этот бассейн, представляла собой также степные пространства.

На протяжении понтического века происходили перемещения береговой линии, о чем свидетельствует наличие в толще понтических отло-

жений галечника и даже валунов, обнаруженных в обнажениях и вскрытых скважинами.

В конце раннего плиоцена в связи с поднятием Причерноморья понтическое море уменьшилось в своих размерах. Значительное понижение уровня моря привело к размыву понтических и более древних отложений в Никопольском марганцевом бассейне и смежных с ним районах. Размыв этот происходил по речным долинам, в которых теперь обнаружены мощные толщи древнего аллювия под красно-бурыми глинами и четвертичными отложениями. На преобладающей части суши на протяжении плиоценовой эпохи происходило образование красно-бурых глин.

В киммерийский век происходит трансгрессия моря, воды его затопили только древнюю ложбину в бассейне р. Молочная и район Западного Присивашья. В мелководном киммерийском бассейне накапливаются ожелезненные пески, глины и оолиты бурого железняка. В этих осадках, за пределами описываемой территории, найдены остатки позвоночных, указывающие, что и в это время также продолжали существовать степные пространства с приречными лесами, достигавшие Никопольского марганцевого бассейна.

Киммерийский бассейн, как и понтический, был изолирован от мирового океана, а поэтому фауна моллюсков имеет типичные черты опресненного бассейна.

Куяльницкое море занимало площадь несколько большую, чем предыдущее, но не распространялось севернее широты Мелитополя. В последующее, позднеплиоценовое время морской бассейн сокращается до пределов современного Черноморского бассейна.

Большая акчагыльская трансгрессия в Прикаспии на территории юга СССР ознаменовалась проникновением акчагыльских вод, затопивших только Восточное Присивашье, в пределах Азовского бассейна.

На протяжении среднего и позднего плиоцена направление рек совпадало с современными речными долинами (Буряковая балка, Царицын-Кут, Каменское и др.). В долине Днепра, на участке Васильевка — Ушкалка, в это время, очевидно, была бифуркация пра-Днепра, часть вод которого направлялась по современному руслу Днепра, часть шла в сторону долины р. Молочная, а часть — по центральной площади водораздела Днепр — Молочная.

**Антропоген.** В конце неогена территория была уже слабо расчлененной равниной, на которой в результате преобладания процессов выветривания формировалась толща красно-бурых глин.

В раннечетвертичную эпоху в связи с большой ее продолжительностью, наличием рыхлой толщи и незначительной амплитудой эпейрогенического поднятия Днепр выработал очень широкую долину, превышающую ширину современной поймы. Интенсивное выполнение долины обуславливалось главным образом значительным повышением уровня древнеэвксинского моря, являвшегося тогда базисом эрозии Днепра.

На протяжении раннечетвертичной эпохи физико-географические условия изменялись мало, климат был теплый и довольно влажный. Преобладала степная растительность. Из млекопитающих широким распространением пользовались слоны, элясмотерии, олени, зубры, хищники и многочисленные грызуны. В конце этой эпохи появляются трогонтериевые слоны, пещерные медведи, пещерные гиены, шерстистые носороги, мамонты и др.

В связи с поднятием базиса эрозии и выработкой профиля равновесия глубинная эрозия постепенно сменяется аккумуляцией и происходит выполнение долины Днепра сравнительно мощной толщей аллювия.

В пределах водораздельной равнины происходит выветривание красно-бурых глин и формирование их коры выветривания, представ-

ленной красно-бурими и бурими суглинками. На отдельных участках на красно-бурых глинах формируются почвы. В последующее время на водоразделах происходит накопление лессовидных пород, а в речных долинах — аллювия. Наличие ископаемых почв в лессах, количество которых непостоянно и зависит от геоморфологических условий, свидетельствует о перерывах или замедлении седиментации.

К концу раннечетвертичной эпохи рельеф в значительной степени выполаживается в результате накопления осадков в понижениях.

В среднечетвертичную эпоху территория Никопольского марганцевого бассейна представляла собой относительно возвышенную равнину, до которой не доходил ледник, а водно-ледниковые потоки локализовались в эрозионных понижениях. В долине Днепра происходила аккумуляция аллювиальных отложений и формирование уступа Никопольской террасы.

В это время на водораздельной равнине и поверхности более древних террас происходит накопление лессов, в речных долинах — образование террас.

Полесский век характеризуется образованием лессов, лессовидных пород и аккумуляцией аллювия вторых террас в речных долинах.

Позднечетвертичная эпоха в общем характеризуется значительным оживлением глубинной эрозии, что связано с тектоническими процессами и увлажнением климата. В это время происходит врезывание ложа поймы, аккумуляция и переотложение ветром аллювия на поверхности пойменных и вторых террас (дюн), а также интенсивное развитие овражно-балочной сети и оползней, образование современных делювиальных отложений, балочного аллювия и конусов выноса, сложенных пролювиальными отложениями.

В результате деятельности человека значительно изменяются ландшафты и условия осадконакопления, создаются новые техногенные формы рельефа и отложения.

---

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ДРУГИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РАЙОНА НИКОПОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Железные руды.** Железные руды встречены в западной части Никопольского месторождения. Представлены тремя типами: 1) железосодержащими породами района Чертомлыкской магнитной аномалии; 2) лимонитовыми рудами; 3) охрами.

Железосодержание породы района Чертомлыкской магнитной аномалии сложены сидерит-магнетит-силикатными роговиками. Макроскопически это слоистые, плотные, крепкие породы серого и темно-серого цветов. Слоистость обусловлена чередованием рудных прослоев магнетит-сидеритового состава с сидерит-кварцевыми и кварц-силикатными прослоями.

Геологоразведочные работы на Чертомлыкском месторождении производились в 1931—1932 гг. трестом «Руда», в 1947—1950 гг. и 1957 г. Украинским геологическим управлением (ныне трест «Киевгеология»). Результаты работ освещены в отчетах И. С. Романова, В. А. Бойко.

На участке выделено пять железосодержащих пластов мощностью 0,1—4 м. Мощность покровных осадочных пород 20—40 м.

Средний химический состав роговиков:  $\text{SiO}_2$ —41,47%;  $\text{TiO}_2$ —0,23%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —18,24%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —4,29%;  $\text{FeO}$ —21,98%;  $\text{CaO}$ —2,02%;  $\text{MgO}$ —2,64%;  $\text{MnO}$ —0,30%;  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ —1,23%;  $\text{SO}_3$ —0,67%;  $\text{CO}_2$ —4,89%;  $\text{H}_2\text{O}$ —0,12%.

Ориентировочные запасы железных руд, подсчитанные до глубины 200 м, 700 млн. т.

Технологические испытания производились «Механобрчерметом» (Кривой Рог). Промышленная оценка железистых пород Чертомлыкского месторождения может быть дана после проведения ревизионного опробования, исследований вещественного состава, технологических испытаний и дополнительных геологоразведочных работ, имеющих целью оценку их как сырьевой базы для строительства горнообогатительного комбината.

Лимонитовые руды приурочены к коре выветривания амфиболитов. Широко развиты, но промышленного значения не имеют ввиду невыдержанного залегания и незначительных запасов.

Охры являются продуктом выветривания ультраосновных пород. Мощность слоя охр 3—8 м, в среднем 5 м. Содержание железа в охрах 20—40%. Количество окиси алюминия 12—16% при таком же (либо несколько меньшем) содержании кремнезема. Таким образом, охры относятся к глиноземистым разновидностям железных руд.

**Кварц.** В описываемом районе развиты кварцевые жилы. Практический интерес представляет жила в с. Шолохово и кварцевые жилы,

связанные с токовскими гранитами. Кварц указанных жил удовлетворяет требованиям на диасовое сырье.

**Строительные материалы.** Изверженные породы. Месторождения каменных строительных материалов приурочены к долинам рек и балок. Разрабатываются каменные строительные материалы карьерным способом.

Наиболее крупные карьеры, где производится механизированная разработка камня — Подстепнянский, Токовский и Ново-Павловский.

Подстепнянским и Токовским карьерами разрабатывается гранит Токовского массива, который имеет хорошие декоративные свойства, характеризуется высокой прочностью и морозоустойчивостью. Токовский гранит пригоден для бута, щебня, дорожной шашки, бордюрного камня, инженерных сооружений, облицовочных работ и скульптурных монументов.

В районе Малая Каменка наблюдаются естественные обнажения мигматитов, являющихся также хорошим строительным материалом.

Разработка мигматитов производится Ново-Павловским карьером, имеющим республиканское значение. Мигматиты находят применение в качестве бута и щебня.

Каолины первичные используются местным населением для побелки зданий, реже для производства самодельного кирпича. Сравнительно крупные разработки каолина известны у с. Усть-Каменка и в устье балки Глиняная, левого притока р. Соленая (Западная рудоносная площадь). Практическая ценность каолинов не определена.

**Карбонатные породы.** На площади Никопольского месторождения встречены известняки сарматского и понтического возрастов. Известняки нижнего и среднего сармата имеют широкое распространение в западной части бассейна. Мощность сарматских известняков 0,5—9 м. Известняки обычно прикрыты толщей осадочных отложений. Выходы сарматских известняков приурочены к долинам рек и балок (балка Штимова на северной окраине с. Шолохово, балка Попова, урочище Пекелище на левом берегу р. Соленая, балка Чертомлык у пос. Старо-Заводское). Мощность пласта известняка в указанных местах 8—9 м. Строение известняков ракушечное, кавернозное, с хорошо выраженной слоистостью. Известняки разрабатываются кустарным способом, используются для обжига на известь и в качестве строительного камня. Действующий карьер расположен по балке Чертомлык.

В восточной части Никопольского месторождения распространены известняки новороссийского подъяруса понта. Прослеживаются они по правому берегу Каховского водохранилища. Разрабатываются карьерным способом в районе сел Яковлевка, Верхне-Тарасовка, Червоно-Днепровка. Используются известняки колхозами и местным населением в качестве бута и для обжига на известь.

Трест «Никополь-Марганец» производит промышленную разработку известняков на Грушевско-Басанском участке.

Наиболее изучены месторождения известняков: Яковлевское, Бельковское и Грушевско-Басанское, описание которых приводится в отчетах Н. Ф. Ярмоленко, Ф. З. Левиной. Пласт известняка на Яковлевском месторождении представлен известковистой дресвой, ракушечной и оолитовой разновидностями. Мощность известняка 1,5—7,5 м, мощность вскрыш до 18 м. Наблюдаются также естественные выходы известняка на дневную поверхность.

Сопrotивление сжатия ракушечного известняка 19,8—69, оолитового 107—122 кг/см<sup>2</sup>. Обе разновидности известняка пригодны для строительства: ракушечники в качестве пильного камня, оолитовые — для обтески. Запасы известняков Яковлевского месторождения 128 тыс. м<sup>3</sup>. Ввиду небольших запасов месторождение имеет местное значение.

На Бельковском месторождении известняк обнажается на правом берегу Каховского водохранилища и имеет мощность 0,4—1,5 м. Представлен он преимущественно оолитовой разновидностью. Характеризуется известняк пониженным содержанием окиси кальция (до 43,8%) и повышенным содержанием кремнезема (18,3%). Сопротивление сжатию — 102 кг/см<sup>2</sup>. Известняк Бельковского месторождения может быть использован в качестве тесового строительного камня. Ориентировочные запасы известняков 20 тыс. м<sup>3</sup>.

Известняки Грушево-Басанского участка представлены двумя литологическими разновидностями: ракушечной, залегающей в нижней части пласта, и оолитовой, слагающей его верхнюю часть.

Средняя мощность известняков на Грушевой площади 3,35 м, на Басанской—3,4 м. Мощность вскрыши соответственно—19,6 м и 13 м.

Средний химический состав и физико-механические свойства известняков приведены в табл. 19 и 20 (данные Днепропетровской комплексной геологоразведочной экспедиции).

Таблица 19

Компоненты	Грушевая площадь		Басанская площадь	
	Ракушечный известняк	Оолитовый известняк	Ракушечный известняк	Оолитовый известняк
CaO	52,07	46,06	52,25	47,7
MgO	0,9	0,96	0,56	0,61
SiO <sub>2</sub>	3,63	14,9	4,35	11,2
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,04	1,84	2,29	1,86

Таблица 20

Физико-механические свойства	Известняк-ракушечник	Оолитовый известняк
Временное сопротивление сжатию в воздушно-сухом состоянии, кг/см <sup>2</sup>	21,3	54,6
Временное сопротивление сжатию в насыщенном состоянии, кг/см <sup>2</sup>	17	51
Временное сопротивление сжатию после замораживания, кг/см <sup>2</sup>	14,5	44
Удельный вес	2,67	2,69
Объемный вес	1,61	1,71
Пористость	39,2	36,2
Водопоглощение, %	20,1	—
Водопоглощение по весу	10,1	12,2
Коэффициент размокания	0,73	—
Коэффициент морозостойкости	0,6	0,69

Известняки рассматриваемого участка по морозостойкости не отвечают союзным стандартам.

Известняк-ракушечник по химическому составу пригоден для изготовления извести строительной, воздушной. Этот вывод подтвержден технологическими испытаниями. Плотные, крепкие разности известняка-ракушечника могут быть использованы путем ручной распиловки для получения стенового камня марки «4» и «25».

Известняк оолитовый ввиду повышенного содержания кремнезема и полоторных окислов не пригоден для изготовления воздушно-строительной извести. Плотные, крепкие разности оолитового известняка могут быть применены для изготовления стенового камня марки «25» и «75».

Запасы известняков Грушевско-Басанского участка утверждены ТКЗ в 1960 г. и составляют 23 853 тыс. м<sup>3</sup>.

Грушевский марганцевый карьер треста «Никополь-Марганец», проектируемый Басанский карьер расположены на площади утвержденных запасов известняков. Таким образом, известняки могут быть добыты попутно. В настоящее время разработка известняка-ракушечника производится в штольне, расположенной на южном склоне балки Грушевская.

Потребители строительной воздушной извести — подсобные предприятия треста «Никополь-Марганец», Ново-Павловский гранитный карьер, колхозы Томаковского района.

Пески строительные. Для строительных нужд применяют пески нижнесарматского, древнеаллювиального возраста и русловый песок Днепра. Разрабатываются пески многочисленными карьерами местного значения.

Разведочные работы произведены на Богдановском участке Западной рудоносной площади, где распространены пески нижнесарматского возраста и древнеаллювиальные. Лабораторными исследованиями установлено, что древнеаллювиальные пески Богдановского участка непригодны для строительных целей ввиду повышенного содержания глинистых частиц и наличия включений щебня. Среди нижнесарматских песков может быть выделена толща песков средней мощностью 3 м, пригодных в качестве сырья для кладочно-штукатурных растворов.

Нижнесарматские пески кварцевые, содержание SiO<sub>2</sub> в них обычно более 90%. Содержание слюды в песках 0,01—0,07%, сернистых и серноокислых соединений — не более 0,28%. Органических примесей не обнаружено.

По гранулометрическому составу пески неоднородные. Преобладающие фракции 0,15—0,3 и 0,3—1,2 мм. Содержание глинистых частиц 6,4%.

Горнотехнические условия эксплуатации благоприятные. Среднее соотношение мощности вскрыши и кондиционной мощности песков 1,4:1.

Запасы песков Богдановского участка в качестве сырья для кладочно-штукатурных растворов утверждены ТКЗ в 1958 г. по категориям А<sub>2</sub>+В+С<sub>1</sub> в количестве 501 тыс. м<sup>3</sup>.

Русловый песок Днепра используется для строительства гидротехнических сооружений.

Суглинки и глины кирпично-черепичные. Для производства кирпича и черепицы применяют лессовидные суглинки и красно-бурые глины, имеющие на площади Никопольского бассейна почти повсеместное распространение.

Разведанными являются следующие месторождения: Александровское, Никопольское, Марганцевское, Новоселовское, Николаевское, Грушевско-Басанское.

Суглинки Александровского месторождения (Западная рудоносная площадь) рыхлые, крупнозернистые, лессовидные. Преобладающая фракция — 0,05—0,01 мм; цвет палево-желтый и красно-бурый.

Средний химический состав суглинков, %: SiO<sub>2</sub> — 64,39; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 0,13; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 3,1; CaO — 7,21; MgO — 1,74; SO<sub>3</sub> — 0,28; п. п. о. — 3,58; п. п. п. — 8,07.

Суглинки пластичные, формовочная способность умеренная.

Лабораторными керамическими и полужаводскими испытаниями, произведенными Крымской научно-исследовательской лабораторией строительных материалов, установлена пригодность суглинков Александровского месторождения для производства кирпича марки «100» пластическим способом при механической формовке и искусственной сушке как в чистом виде, так и в шихте с 8% котельного шлака.



Запасы суглинков, утвержденные ТКЗ в 1954 г., составляют 1111 тыс. м<sup>3</sup>.

В южной части Александровского месторождения находится действующий карьер рудника им. Орджоникидзе треста «Никополь-Марганец» по разработке марганцевых руд. Целесообразно попутно с добычей марганцевых руд производить разработку суглинков.

Никопольское месторождение суглинков разрабатывается. Служит сырьевой базой для двух кирпично-черепичных заводов, расположенных в Никополе.

На Марганцевском месторождении карьерным способом разрабатываются суглинки палево-желтые и красно-бурые и глина зеленовато-серая, которые используются в качестве сырья для производства кирпича марки «75» и черепицы.

Запасы сырья — 214 тыс. м<sup>3</sup>.

На Новоселовском месторождении разведаны лессовидные и красно-бурые суглинки и лесс в количестве 1037 тыс. м<sup>3</sup>. Установлена возможность использования лессовидных суглинков для производства строительного кирпича марок «100» и «150». Лесс и красно-бурые суглинки легкоплавкие, спекающиеся, с огнеупорностью 1250°С и требуют добавки в шихту 15—20% каолина.

Суглинки Николаевского месторождения бурого, палево-желтого и красно-бурого цветов. Гранулометрический состав всех разновидностей суглинков однообразный. Все они относятся к лессовидным с преобладанием алевритовой фракции.

Средний химический состав суглинков, %: SiO<sub>2</sub> — 64,40; TiO<sub>2</sub> — 0,63; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 9,14; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 2,9; CaO — 9,13; MgO — 1,95; SO<sub>3</sub> — 0,71; п. п. п. — 9,56.

Как показали лабораторные керамические и полузаводские испытания, произведенные Крымской научно-исследовательской лабораторией строительных материалов и Киевским экспериментальным заводом, суглинки Николаевского месторождения пригодны для производства кирпича глиняного, обыкновенного, марки «100». Для производства кирпича рекомендуется смешивать все литологические разновидности суглинков с добавкой 10% шлака. Рекомендуемая температура обжига 1000°С.

Запасы суглинков Николаевского месторождения, утвержденные ТКЗ, составляют 8882 тыс. м<sup>3</sup>.

Горнотехнические условия эксплуатации благоприятные.

На Грушевско-Басанском участке выделено три разновидности суглинков, отличающиеся по цвету и гранулометрическому составу: желтовато-бурые, палевые и красно-бурые.

В качестве сырья для кирпичного производства могут быть использованы палевые суглинки. Желтовато-бурые и красно-бурые суглинки непригодны для изготовления кирпича: первые плохо поддаются формовке, а вторые имеют повышенную чувствительность к сушке.

Бентонитовые глины и глины для производства керамзита. Глины нижнего олигоцена и среднего миоцена, залегающие на Никопольском месторождении в кровле рудного пласта, исследовались Полтавским педагогическим (К. К. Гряненко, 1959 г.) и Днепропетровским инженерно-строительным институтами (Е. С. Рынская, 1959 г.) для выяснения сорбционных и отбеливающих свойств, а также Днепропетровской экспедицией УкрНИГРИ с целью определения пригодности их для производства керамзита.

Глины Никопольского месторождения заслуживают особого внимания, так как попутно извлекаются при разработке марганцевых руд карьерным способом. Таким образом, разработка глин не требует специальных затрат. В настоящее время они идут в отвал.

Надрудные глины имеют светло-зеленую или зеленовато-серую окраску. Наблюдаются включения гидроокислов железа. Удельный вес глин 2,6—2,7; объемный вес 1,8—1,9; удельный насыпной вес 0,83—0,85; число пластичности по Аттербургу 50—60.

Химический состав класса <0,001 мм отдельных образцов глин следующий, %: SiO<sub>2</sub> — 53—56,53; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 9,56—20,5; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 6,92—17,25; FeO — 0,39—0,58; MgO — 2,82—4,32; MnO — 0,05—0,18; CaO — 0,2—0,45; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,06—0,08; TiO<sub>2</sub>—0,51—1,1; щелочи—1—6,41; п. п. п.—6,97—8,91.

По минеральному составу надрудные глины К. К. Гряненко (1959) относит к группе нонтронит-бейделлитовых, Л. О. Станкевич и Н. В. Костылева (1957) — к гидрослюдам.

Сорбционная способность глин Никопольского месторождения невелика, поэтому в качестве заменителей искусственных сорбентов они не рекомендованы. Установлено, что активированные кислотой глины повышают свою адсорбционную способность до уровня природных бентонита и кила.

Отбеливающая способность никопольских глин выше параллельно исследованного побиянковского бентонита и равноценна крымскому килу.

Надрудные глины легкоплавки, хорошо вспучиваются в естественном виде. Температура плавления их 1270—1350°, температура вспучивания 1160—1200°. Интервал между температурой плавления и вспучивания 110—180°.

Гранулометрический состав глин следующий, %: глинистых частиц 33—80, пылеватых 16,88—54,22, песчаных 0,74—24,9.

В лабораторных условиях из надрудных глин Западной рудоносной площади получен керамзитовый гравий, отвечающий требованиям ТУ—01—58. Время обжига 3—6 мин. Цвет обожженных гранул бурый, поверхность шероховатая. Объемный вес керамзита 0,458—0,817, водопоглощение 6,68—13%.

Прочность керамзита при сжатии 25,7—27,9 кг/см<sup>2</sup>. Полученный керамзит выдержал 15 циклов замораживания при температуре — 16° С без видимых изменений.

Днепропетровской экспедицией УкрНИГРИ надрудные глины Никопольского месторождения рекомендованы в качестве сырья для производства керамзитового гравия марок «500» и «700» без добавок. Для окончательного решения этого вопроса необходимо произвести полузаводские испытания глин и исследовать глины кровли рудного пласта Восточной рудоносной площади.

**Бурый уголь.** Месторождения и проявления бурого угля палеоэоценового возраста отмечены в пределах Западной рудоносной площади. Залегает бурый уголь в виде невыдержанных линз мощностью от нескольких сантиметров до 2,5 м, приуроченных к присклоновым частям крупных депрессий кристаллического массива и центральным частям более мелких депрессий. Бурый уголь отличается высокой зольностью.

*Часть вторая*  
МАРГАНЦЕВЫЕ РУДЫ

## ГЛАВА VII

### УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И СТРОЕНИЕ МАРГАНЦЕВОРУДНОГО ПЛАСТА

#### УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ МАРГАНЦЕВЫХ РУД И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ ФАКТОРЫ

В размещении марганцевых месторождений в Никопольском бассейне отчетливо проявляется следующая закономерность: все известные рудные площади располагаются в сравнительно узкой дугообразной полосе, окаймляющей Украинский щит на протяжении около 250 км от р. Ингулец у Николо-Козельска до юго-западной окраины Приазовской части кристаллического массива (рис. 12). На правобережье Днепра эта полоса лежит главным образом в пределах собственно щита и лишь частично захватывает его южный склон, обращенный к Причерноморской впадине. На левобережье, наоборот, только северная часть полосы расположена на щите, а южная переходит на склон щита.

Рудоносный район сложен двумя комплексами горных пород в виде двух этажей, характерных для платформ: а) гнейсо-мигматитами, гранитами, амфиболитами и другими докембрийскими породами кристаллического фундамента с развитой на них корой выветривания; б) толщей осадочных пород палеогенового, неогенового и четвертичного возраста.

В юго-восточной части района в основании осадочной толщи имеются меловые отложения. Свиты осадочного покрова, следуя наклону поверхности кристаллического массива, очень полого погружаются в сторону Причерноморской впадины. В том же направлении увеличивается мощность осадочной толщи от единиц или десятков метров до 250 м и несколько изменяется ее литолого-фациальный состав, отражая увеличение глубины третичных морей к югу.

Все марганцевые месторождения и рудопроявления в бассейне приурочены к одному выдержанному пласту марганцевой руды, залегающему в нижней части разреза песчано-глинистых морских олигоценых отложений.

Спокойное залегание рудоносного горизонта и его простое строение свидетельствуют о том, что руды и вмещающие их кайнозойские осадочные породы формировались в условиях сравнительно медленных колебательных движений. В дальнейшем участок земной коры не подвергался сильному действию горообразовательных сил и метаморфизму. Таковы следствия указанного выше тектонического положения рудоносного района: приуроченности его к окраине Украинского щита, наличия жесткого кристаллического основания под осадочной толщей.

Современное распространение марганцеворудного пласта и вмещающих его олигоценых отложений определяется, как это нетрудно

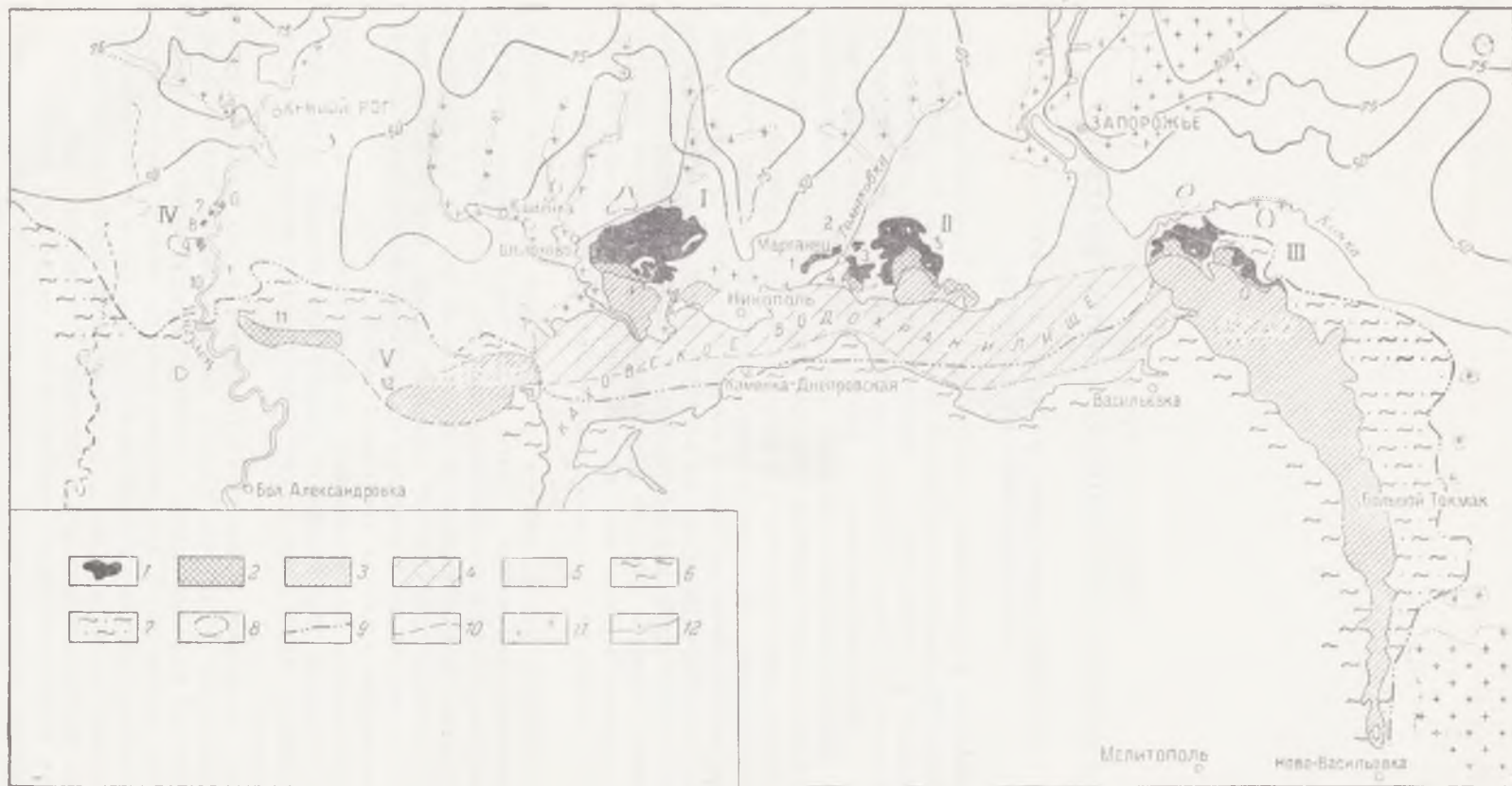


Рис. 12. Схема размещения марганцеворудных площадей в Никопольском бассейне

1 — окисные марганцевые руды; 2 — смешанные марганцевые руды; 3 — карбонатные марганцевые руды; 4 — площадь, на которой карбонатные руды полностью или частично размыты в четвертичное время; 5 — пойма Днепра, ниже Каховское водохранилище; 6 — олигоцен (глина); 7 — олигоцен (песчаные глины); 8 — «островки» олигоценных отложений; 9 — северная граница сплошного поля олигоценных отложений; 10 — предполагаемая южная граница накопления карбонатных руд; 11 — выходы кристаллических пород на поверхность и под четвертичные отложения; 12 — изогипсы поверхности докембрийских пород.

Рудоносные площади (цифры на карте): I — Западно-Никопольская; II — Восточно-Никопольская; III — Больше-Токмакская; IV — Криворожская (Ингулецкая) группа; V — Междуречье Днепр—Ингулец. Участки (цифры на карте): 1. Максимо-Тимошевский; 2. Закаменский и Новоселовский; 3. Николаевский; 4. Коминтерн-Марьевский; 5. Грушевско-Басанский; 6. С. Новоселовка; 7. Балка Зеленая; 8. Ст. Визирка; 9. Ст. Ингулец; 10. Николо-Козельский; 11. Высокопольский; 12. Ново-Воронцовский

видеть на прилагаемой карте (см. рис. 4), рельефом поверхности докембрийских пород Украинского кристаллического щита.

Сплошное поле олигоценовых отложений, наблюдаемое на северном крыле Причерноморской впадины, расчленяется к северу на ряд языкообразных выступов, вдающихся на территорию кристаллического щита по пониженным участкам рельефа поверхности докембрийских пород.

Судя по материалам геологической съемки (1955—1959 гг.), рельеф поверхности кристаллических пород и коры их выветривания на рассматриваемой территории довольно сложный. Южный край щита — неровный, изрезанный, в виде чередования впадин и выступов, именуемых также депрессиями и поднятиями. К наиболее крупным элементам древнего рельефа относятся следующие (с запада на восток): Ингулецкая депрессия с разделяющим ее Криворожским кряжем и цепочкой мелких поднятий, Больше-Костромская депрессия, Базавлукское поднятие, Базавлукская депрессия, Никопольское поднятие, Томаковская депрессия, Верхне-Тарасовское поднятие и др.

Происхождение рельефа кристаллических пород Украинского щита связывается с эрозионными и тектоническими процессами — постумными глыбовыми движениями кристаллического основания. Депрессии на южной окраине щита имеют извилистые очертания, открыты в сторону Причерноморской впадины и постепенно погружаются по направлению к выходу, т. е. несут на себе характерные черты эрозионных форм.

Длина впадин 20—30 км, ширина 10—15 км. Основная ложбина обычно принимает несколько боковых «притоков», которые усложнены разветвлениями высшего порядка. Размах рельефа около 120 м от положительных высотных отметок 40—60 м до отрицательных, близких 60 м. Эти широкие пологие ложбины сложены преимущественно корой выветривания кристаллических пород, но в некоторых местах на склонах представлены участками малоизмененных кристаллических пород в виде скал. Отдельные куполообразные выступы кристаллических пород имеются и в центральных частях ложбин.

К началу эпохи рудообразования депрессии были частично заполнены эоценовыми отложениями: а) континентальной свитой каолинистых и углистых песков, алевроитов и глин с подчиненными прослоями бурого угля; б) морскими песчано-глинистыми отложениями среднего и верхнего эоцена.

Произошло некоторое сглаживание рельефа, однако последующая олигоценовая трансгрессия, особенно на первой стадии, опять развивалась по тем же депрессиям. Вслед за отложением базального слоя олигоценовых песков и алевроитов небольшой мощности (1—3 м) началось накопление марганцеворудных осадков.

Площади распространения рудного пласта в бассейне в значительной мере находятся в зависимости от конфигурации депрессий, их размеров, глубины и рельефа дна.

Рудоносные площади Никопольского месторождения приурочены к крупным Базавлукской и Томаковской депрессиям и более мелким впадинам. Марганцеворудные залежи в долине р. Ингулец расположены в Ингулецкой депрессии вблизи Криворожского кряжа. Однако зона рудоотложения не ограничивалась заливами олигоценового моря, а захватывала также и полосу открытого моря шириной в несколько километров, как это подтверждается условиями залегания рудного пласта в междуречье Ингулец—Днепр и на площади Больше-Токмакского месторождения, а также нахождением марганцевых руд в ряде пунктов между Никопольским и Больше-Токмакским месторождениями на территории пойменной террасы Днепра, ныне затопленной водами Каховского водохранилища.

Если рассматривать рудный бассейн в целом, то залегание рудного пласта можно определить как моноклиналиное: пласт очень слабо наклонен в направлении от кристаллического щита в сторону Причерноморской впадины. Особенно ясно выражена моноклиналиная структура на Больше-Токмакской площади и в междуречье Базавлук—Ингулец (рис. 13 и 14).

Угол падения пласта незначительный. На Западной рудоносной площади, Грушевском участке, Больше-Костромкской площади и в северной части Больше-Токмакского месторождения падение пласта измеряется в среднем разностью высотных отметок около 2 м на 1 км расстояния, что соответствует углу падения около 7°.

На большей части Больше-Токмакского месторождения пласт падает на запад с погружением 2,5—6 м на 1 км расстояния, и лишь

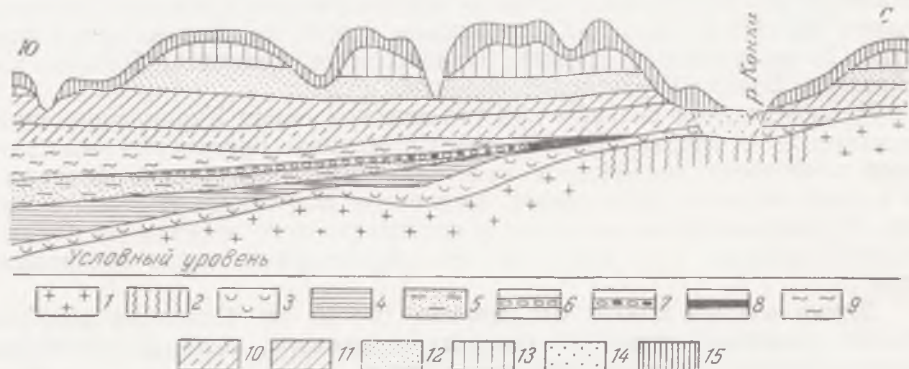


Рис. 14. Схематический меридиональный геологический разрез в северной части Больше-Токмакского месторождения

1 — граниты, гнейсы, мигматиты, докембрий; 2 — кристаллические сланцы докембрия; 3 — каолиновые породы, первичные и перестроженные на докембрии; 4 — углистые пески и глины (палеоцен—средний эоцен); 5 — глины и глинистые пески (верхний эоцен, киевская свита); 6—9 — олигоцен (майкопская серия): 6 — карбонатные марганцевые руды; 7 — смешанные (окисные и карбонатные) руды; 8 — окисные руды; 9 — надрудные яблочно-зеленые и темно-серые глины; 10 — средний миоцен — глины и пески; 11 — сарматский ярус (верхний миоцен) — глины и известняки; 12 — понтийский ярус (плиоцен) — пески, глины, известняки; 13 — красно-бурые глины (плиоцен-четвертичные); 14 — четвертичные аллювиальные отложения р. Конка; 15 — лёссы и лёссовидные четвертичные суглинки

в самой южной части Больше-Токмакской залежи падение 18—20 м на 1 км. В последнем пункте угол наклона пласта несколько превышает 1°.

В северной части бассейна, где более резко сказывается влияние рельефа кристаллического основания на условия залегания рудного пласта, последний на отдельных участках вблизи выступов докембрийских пород залегает волнообразно или блюдцеобразно. На таких небольших участках рудоносных площадей угол наклона пласта достигает иногда 5—7°.

Характер рельефа подошвы пласта на главных участках бассейна в общих чертах выражают гипсометрические схемы, представленные на рис. 112, 129, 147. Максимальные высотные отметки подошвы рудного пласта определены в северной части бассейна: на р. Ингулец, южнее Кривого Рога — 35 м; у с. Александровка, на левом берегу р. Базавлук, — 24,1 м; у с. Ольго-Ивановка, в 2 км севернее р. Соленая, — 21,8 м; близ северной границы Максимово-Тимошевского участка — 10,87 м, Новоселовского участка — 10,92 м, Коминтерн-Марьевского участка — 8,75 м и Грушевско-Басанского участка — 8 м; в долине р. Конкская, у северного контура Больше-Токмакского месторождения, — 10 м (все отметки выше уровня моря).

Минимальные высотные отметки подошвы рудного пласта наблюдаются в южной части Больше-Токмакского месторождения у запад-

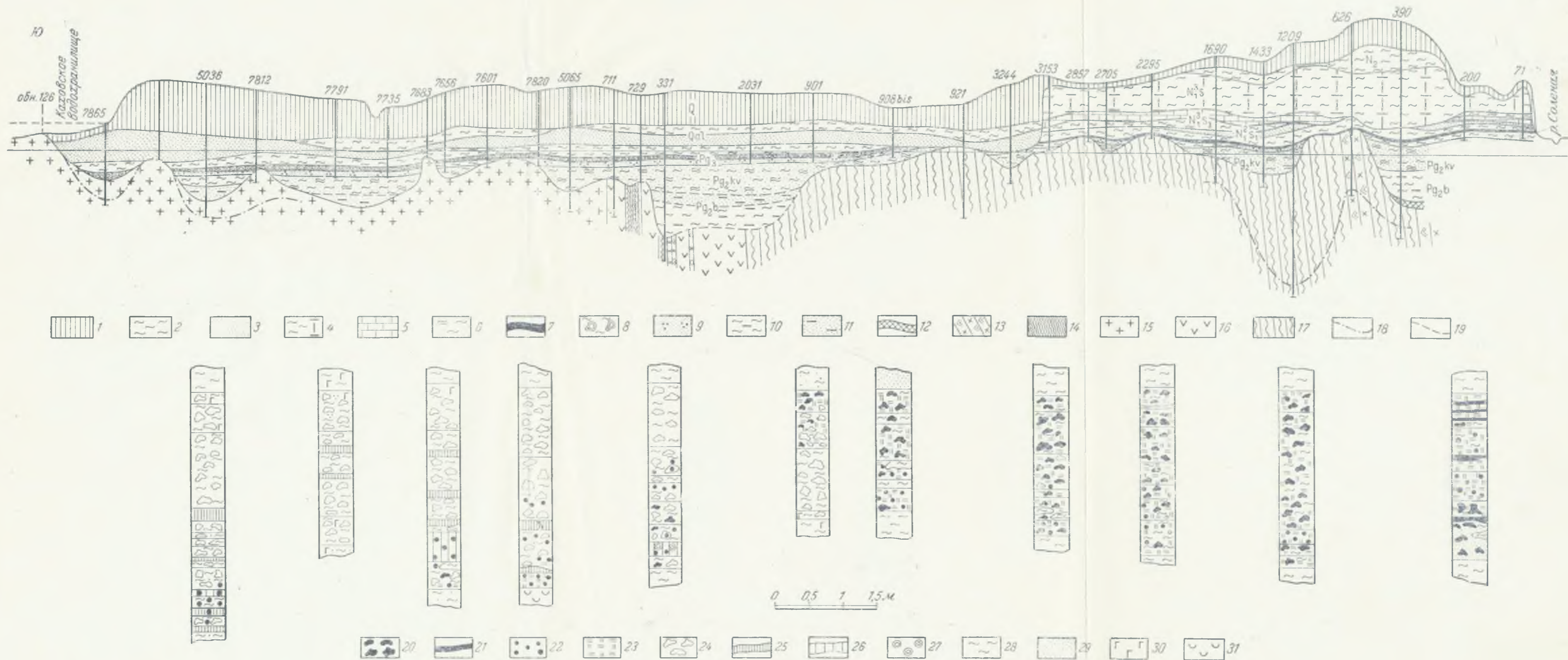


Рис. 13. Геологический разрез через Западную рудоносную площадь Никопольского бассейна и колонки рудного пласта

1 — суглинки; 2 — глины; 3 — пески; 4 — глины мергелистые; 5 — известняки; 6 — алевроиты; 7 — марганцевая руда окисная; 8 — марганцевая руда карбонатная; 9 — пески кварц-глауконитовые; 10 — глины углистые; 11 — пески углистые; 12 — уголь бурый; 13 — сланцы хлорит-талковые, хлорит-актинолит-тремолитовые (Pt); 14 — сланцы кварц-альбит-слюдяные (Pt); 15 — мигматиты (Pt); 16 — амфиболиты (A); 17 — нерасчлененные метаморфические породы эффузивно-осадочного комплекса (A); 18 — граница коры выветривания кристаллических пород; 19 — контакты страги графических горизонтов, проведенные условно. Обозначения на колонках. Окисные марганцеворудные компоненты: 20 — угловатые стяжения (куски) и желваки; 21 — линзы и прослои; 22 — концентрически-слоистые стяжения (конкреции и пизолиты); 23 — земляные компоненты. Карбонатные марганцеворудные компоненты: 24 — угловатые стяжения (куски) и желваки; 25 — прослои и линзы крепкие; 26 — прослои и линзы слабые, глинистые; 27 — концентрически-слоистые стяжения (конкреции и пизолиты). Нерудные компоненты: 28 — глина; 29 — весок; 30 — примесь зерен глауконита; 31 — каолин первичный



ного контура залежи — 60 м; на юге Больше-Костромской площади — 45,76 м; у с. Покровского, на юге Западной рудоносной площади, — 18 м; на южном контуре Грушевско-Басанского участка — 20,79 м, Коминтерн-Марьевского участка — 12,98 м и Максимо-Тимошевского участка — 4,72 м (все отметки ниже уровня моря).

Рудный пласт обычно подстилается упомянутым выше слоем олигоценового глауконитового грубозернистого глинистого песка или слоем глины. Местами руда лежит на продуктах выветривания докембрийских пород или непосредственно на кристаллических породах.

Пески в подошве рудного пласта явно преобладают на Грушевско-Басанском участке (см. рис. 131) и на Больше-Токмакском месторождении. На Западной рудоносной площади участки распространения песков чередуются с участками глин, причем в северной части площади подрудные глины имеют яблочно-зеленую окраску, содержат прослои опоковидных пород и эоценовую фауну, а в западной части площади глины преимущественно темно-серые, песчанистые, олигоценовые (см. рис. 113). На Марьевском участке, кроме песков, широко распространены серые глины, первичные каолины и кристаллические породы (см. рис. 150).

Мощность рудного пласта на большей части площади 1,5—2,5 м, на отдельных небольших участках 4—5 м, в районе ст. Чертомлык — Западная рудоносная площадь — 6 м; последнее — максимум для всего бассейна.

Характер изменения мощности пласта в пределах главных рудных площадей неодинаков, но имеются некоторые общие закономерности.

На участках моноклинального залегания рудного пласта и нормальной кровли, т. е. при отсутствии влияния последующих размывов, изменение мощности по линии падения пласта происходит весьма постепенно. Примером может служить Больше-Токмакское месторождение, где по направлению падения пласта от восточного контура к центральной части рудной полосы мощность постепенно возрастает до 2,5—3 м, а затем столь же постепенно уменьшается до 1—2 м. Западный контур промышленной залежи обусловлен не выклиниванием, а главным образом обеднением — уменьшением относительного количества рудных желваков в глине. В «хвостовой» зоне пласт местами расщепляется на несколько слоев, разделенных прослоями пустой породы. Отдельные мелкие желваки манганокальцита встречаются в нижней части олигоценовых глин за пределами месторождения, в более удаленной от кристаллического массива части Причерноморской впадины (села Коханое, Ново-Горьевка и др., на расстоянии до 10 км от контура рабочей мощности), что придает рудоносному слою характер маркирующего горизонта.

В зоне выклинивания, обращенной к кристаллическому массиву, нарастание мощности пласта от контура рудной залежи до величины рабочей мощности (0,75 м) обычно отмечается на небольшом расстоянии, определяемом расстоянием между двумя соседними скважинами (150 м).

Различаются три типа выклинивания:

Первый тип выклинивания пласта характеризуется постепенным уменьшением его мощности на расстоянии нескольких сотен или десятков метров и сохранением нормальной кровли пласта (яблочно-зеленых глин). При таком выклинивании трудно установить границу рудной залежи. Выклинивание сопровождается обеднением руды за счет повышения в ней содержания кварцевого песка. Этот тип фациального выклинивания приурочен к областям высоких абсолютных отметок рудного пласта. Указанные факты, по-видимому, свидетельствуют о том, что периферическая часть залежи формировалась в прибрежной зоне водного бассейна или вблизи отмели.

Выклинивание такого типа наблюдается в восточной части Больше-Токмакского месторождения в районе с. Щербаки — г. Большой Токмак. Подобное постепенное уменьшение мощности пласта и обеднение руды за счет примеси песка известно также в ряде пунктов Никопольского месторождения (северная и северо-западная границы Максимово-Тимошевского участка, западная граница Грушевско-Басанского участка и др.), однако в этих местах исчезают надрудные яблочно-зеленые глины, что можно расценивать как признак размыва пласта в миоценовое время.

Второй тип выклинивания рудного пласта связан с резко выраженными неровностями рельефа поверхности кристаллических пород внутри крупных депрессий, т. е. на их склонах и на дне, особенно на



Рис. 15. Прослой баланусового известняка в марганцевой руде вблизи прилегания пласта к гранитной скале

1 — окисная марганцевая руда; 2 — марганцевая руда с большим количеством глины; 3 — баланусовый известняк; 4 — глины с остатками баланусов; 5 — кристаллические породы

(рис. 15). Этот тип выклинивания наблюдается не только в периферических частях рудных площадей, но и в их центральных частях, где имеются неровности кристаллического ложа. Так, на Западной рудоносной площади при разведке обнаружено несколько десятков безрудных окон, обусловленных местными выступами докембрийских пород. Они сосредоточены преимущественно в северной части площади. В центральной части площади, вблизи ст. Чертомлык, наряду с окнами указанного происхождения имеются окна, возникшие в результате размыва рудного пласта в четвертичное время.

Влияние небольших выступов кристаллических пород, высотой в несколько метров, на условия залегания рудного пласта изучено в ряде карьеров Западной рудоносной площади, Новоселовского участка и др. Обычно над такими выступами рудный пласт несколько приподнимается, и его мощность уменьшается за счет выпадения нижних слоев из разреза пласта.

Отрицательные формы рельефа поверхности кристаллических пород, как уже указывалось, заполнялись до рудоотложения более древними песчано-глинистыми осадками. Над впадинами значительных размеров, шириной в несколько сотен и глубиной до нескольких десятков метров, рудный пласт обычно залегает блюдцеобразно. Над серединой впадины он несколько опущен, к ее краям — приподнят. От краев впадины к ее середине увеличивается мощность рудного пласта и слоев подстилающих осадочных пород. По П. М. Каниболоцкому, такое залегание объясняется не только блюдцеобразной формой поверхности подстилающих осадочных пород, но и прогибанием, обусловленным уплотнением илов в стадию диагенеза осадков. Известны обособленные уча-

тех участках, где руды лежат непосредственно на докембрийских породах (северные части рудных площадей). На таких участках, местами довольно значительно и на коротких расстояниях, изменяются мощность пласта и угол его наклона.

В местах, где кристаллические породы образуют резкие выступы, палеогеновые отложения, в том числе и рудный пласт, отсутствуют. Выклинивание рудного пласта на таких участках бывает очень резким, в виде прислонения пласта к скалистому выступу

стки с блюдцеобразным залеганием рудного пласта и местные блюдцеобразные понижения внутри крупных рудных площадей. Разница в уровне залегания почвы рудного пласта в середине блюдца и на его краях обычно не превышает нескольких метров.

К третьему типу выклинивания рудного пласта мы относим выклинивание вследствие размыва. Характерными чертами этого типа выклинивания являются: а) отсутствие олигоценых глин в кровле рудного пласта; б) уменьшение мощности пласта за счет уничтожения его верхней части; в) замещение пласта и нормальных пород кровли более молодыми отложениями.

**О размывах рудного пласта.** Современные контуры рудных участков в значительной мере обусловлены размывами рудного пласта. От олигоцена до наших дней на рассматриваемой площади периоды затопления морем неоднократно сменялись периодами континентального режима. Многочисленными фактическими материалами доказывалось существование нескольких этапов размыва рудного пласта (Носовский, 1959; Грязнов, 1960а).

**Олигоценый размыв.** К признакам внутриформационных олигоценых размывов относится, в первую очередь, резкий, неровный, волнистый контакт между рудным пластом и покрывающими его олигоцеными яблочно-зелеными глинами. В восточной части Больше-Токмакского месторождения в непосредственной кровле рудного пласта наблюдается тонкий слой глины с грубозернистым кварцевым песком. В самом низу этого слоя порода имеет характер глинистого грубозернистого песка, а выше на протяжении 20—40 см постепенно превращается в нормальную глину, причем в этом интервале песчаные частицы распределены в ней в виде тонких горизонтальных прослоек — присыпок. Песок кровли рудного пласта имеет следующий гранулометрический состав: частиц диаметром 3—5 мм — 7,2%; 2—3 мм — 20,6%; 1—2 мм — 51%; 0,5—1 мм — 11,9%; 0,25—0,5 мм — 3,68%; меньше 0,25 мм — 5,62%.

Аналогичный песчаный прослой в кровле рудного пласта прослежен в ряде скважин на Покровском участке Западной рудоносной площади Никопольского месторождения. Резкая смена глинистых осадков марганцеворудного пласта грубым песчаным материалом непосредственной кровли пласта свидетельствует о значительном увеличении подвижности среды осадкообразования после отложения рудоносного горизонта и до отложения надрудных олигоценых глин.

Отсутствие руд на сравнительно небольших выступах кристаллических пород среди рудных площадей связано, очевидно, с действием волн и течений в период рудонакопления и непосредственно после отложения рудоносных осадков. Местные частичные переемы рудоносных осадков устанавливаются по ряду признаков — неоднородность рудного пласта, неправильная слоистость в нем, наличие песчаных прослоев, переотложенных пизолитов и т. д.

Нижне- и среднемиоценовый размывы рудного пласта известны в Никопольском, Больше-Токмакском районах и в междуречье Днепр — Ингулец. Главные признаки этих размывов — в ряде пунктов близ северной границы залежей рудный пласт замещен среднемиоценовыми песками и глинами, или эти породы лежат в его кровле с резким контактом и следами переотложения рудных частиц.

Один из наиболее убедительных примеров такого рода — разрез третичных отложений в скважинах на территории с. Веселянка, в 18 км южнее Запорожья, на левом склоне долины р. Конка. Здесь на каолинизированных продуктах выветривания докембрийских кристаллических сланцев лежит пласт окисной марганцевой руды с резко меняющейся мощностью (0,1—1,4 м). Кровлей рудного пласта служат песчаные глины и пески среднего миоцена. На границе с рудой породы

кровли содержат окатанные кварцевые зерна величиной 2—4 мм. Граница резкая, неровная, волнистая. Перекрывающие руду бурые глины с гнездами и линзами ржаво-желтого кварцевого грубозернистого песка включают множество крупинок (0,5—2 мм) гидроокислов марганца. Совершенно очевидно, что перед нами следы размыва надрудных олигоценовых яблочно-зеленых глин и рудного пласта. Несколько южнее, за пределами размыва, рудный пласт имеет нормальную мощность и перекрыт олигоценовыми надрудными глинами.

Аналогичные признаки миоценовых размывов установлены на территории Никопольского месторождения. Северная граница Грушевско-Басанского участка несомненно обусловлена миоценовым размывом; за пределами рудной залежи нет палеогеновых отложений, и зеленые глинистые пески среднего миоцена лежат на докембрийских породах.

На площади Новоселовского участка марганцевая руда перекрыта песчанистыми среднемиоценовыми глинами интенсивно-зеленого цвета с окатанными ядрами моллюсков, которые, по определению М. Ф. Носовского (1959), относятся к следующим формам: *Arca turonica* Duj., *Diplodonta* sp., *Ervilia* ex gr. *pusilla* Phil., *Turritella archimedis* Grongn. и др. Эта фауна, по заключению М. Ф. Носовского, происходит из томаковских слоев (гельвет), но, учитывая, что фауна переотложена, можно допустить и караганский возраст вмещающей ее породы.

Сарматские размывы особенно сильно проявились в западной части Южно-Украинского марганцеворудного бассейна, в междуречье Днепр—Ингулец и западнее, где сарматские отложения, представленные глинами с фауной моллюсков, в ряде пунктов служат кровлей рудного пласта или лежат на эоценовых глинах. Н. А. Соколов (1893) обнаружил в балке Должик на Западной рудоносной площади переотложенную марганцевую руду под сарматскими глинами и этот факт считал указанием на то, что до отложения сарматских слоев нижнетретичные осадки, а вместе с ними и залежи марганцевой руды, подвергались сильному размыву. В дальнейшем было выяснено, что глины относятся к среднесарматскому подъярису и, таким образом, период миоценовых размывов, возможно, охватывал и нижнесарматское время.

К западу от р. Ингулец на значительной площади среднесарматские глины залегают на мергелистых глинах киевской свиты. Отдельные островные участки олигоценовых отложений с признаками марганцевых руд уцелели в районе рудника «Ингулец» южнее Кривого Рога и несколько западнее долины р. Ингулец.

Плиоценовые размывы. На признаки плиоценовых размывов рудного пласта указывает М. Ф. Носовский (1959) на основании находки тонких прослоев (2—3 см) марганцевых оолитов в аллювиальных песках наиболее древней «Бураковской» террасы Днепра на Максимово-Тимошевском участке. Подошва аллювия этой террасы в балке Бураковая лежит значительно выше рудного пласта, на высотных отметках 27—32 м. Если указанные оолиты происходят из марганцеворудного пласта, то размыв пласта мог происходить только далеко за пределами современных контуров залежей, так как в последних кровля руды имеет отметки, не превышающие 13 м над уровнем моря. Возраст аллювия Бураковской террасы разными авторами определяется от плиоценового до среднечетвертичного.

Четвертичные размывы рудного пласта широко проявились в долине Днепра и его притоков. Современная речная и овражная сеть не вскрывает рудного пласта, за исключением двух пунктов (на р. Ингулец и в балке Фомина), но в более ранние эпохи четвертичного периода базис эрозии в системе Днепра был значительно ниже, и руды размывались во многих местах.

Значительная по площади часть Никопольского месторождения располагается в полосе развития древних террас Днепра и его притоков — р. Базавлук и р. Томаковка — и в отдельных местах — на территории пойменных террас тех же рек. Площади распространения речных террас показаны на схематической геоморфологической карте района месторождения (см. рис. 10). По глубине вреза и характеру отложений террасы аккумулятивные, вложенные.

В древнечетвертичное время руды размывались водами рек на территории, ныне занятой IV (Никопольской) террасой Днепра, достигающей местами ширины 14 км. Позже размывы происходили на территории, ныне занятой II террасой Днепра, но особенно больших размеров эрозия рудного пласта достигла в период формирования пойменной террасы Днепра. На площади развития террас рудный пласт местами полностью замещен аллювиальными песками, в других местах размыва верхняя часть пласта, и пески лежат на неровной поверхности рудной залежи. Наконец, во многих местах были полностью или частично размывы надрудные олигоценовые глины, но рудный пласт размывом не затронут.

Если в результате миоценовых размывов была в основном определена северная граница современного распространения руд, то четвертичная эрозия сыграла решающую роль в разделении рудной полосы на отдельные рудоносные площади. Четвертичными размывами обусловлено начертание южных контуров современного распространения руд на всех главнейших участках Никопольского месторождения. Следствием этих процессов являются многочисленные безрудные «окна» в центральной и южной частях Западной рудоносной площади и местные уменьшения мощности рудного пласта.

В результате геологической деятельности Днепра в четвертичном периоде значительно сократилась площадь распространения руд между р. Базавлук и устьем р. Конка. В широкой пойме Днепра под аллювиальными отложениями сохранились лишь отдельные «островные» участки рудного пласта, уцелевшие от размыва.

Нижняя, обращенная к Причерноморской впадине, граница полосы рудоотложения прослежена буровыми работами на всем протяжении Больше-Токмакского месторождения и в междуречье Днепр—Ингулец, западнее с. Ново-Воронцовка (см. рис. 12). Рудный пласт заканчивается на высотных отметках 30—45 м ниже уровня моря в районе Никопольского месторождения и на отметках 40—60 м в районе Больше-Токмакского месторождения. В долине Днепра на карте проведена предполагаемая граница, так как установить зону фациального выклинивания рудного пласта удалось только в районе с. Балки, а на остальной площади днепровской поймы, как уже указывалось, рудный пласт сохранился от размыва лишь в отдельных пунктах. Однако фактические материалы о распространении карбонатных марганцевых руд в долине Днепра позволяют считать доказанным, что первоначально рудная полоса между р. Базавлук и устьем р. Конка была сплошной.

Глубина залегания рудного пласта от нескольких до 140 м; главным образом зависит от характера рельефа дневной поверхности. На площади Больше-Токмакского месторождения и в междуречье Днепр—Ингулец существенно сказывается также понижение гипсометрического уровня кровли рудного пласта в направлении к Причерноморской впадине.

Минимальные глубины залегания рудного пласта приурочены к долинам рек и крупных балок.

Естественные обнажения марганцевых руд были известны только в двух пунктах района: а) на левом берегу р. Ингулец, у с. Новоселовка; б) в балке Фомина, впадающей в р. Соленая.

В долине р. Ингулец марганцевые руды были впервые обнаружены на юге Украины. О них сообщил Г. Феодосьев (1874) в докладе на заседании Русского технического общества 13 апреля 1874 г. «...по р. Ингулец, от с. Александров-Дар верстах в 4-х, на левом берегу, залегают в желтой глине марганцевые руды. У самого берега пробит пласт этой руды более аршина, и она не прекращалась». В указанном наиболее северном пункте распространения марганцевых руд пласт выходит на дневную поверхность у подножия берегового обрыва почти на меженном уровне реки на высотной отметке около плюс 27 м, причем есть основание считать, что он был опущен сюда вследствие оползня, а коренной выход расположен на более высоком уровне.

Обнажение марганцевой руды в устье балки Фомина, впадающей в р. Соленая с левой стороны, на расстоянии 12 км выше устья р. Соленая, вблизи хутора Шевченко, имеет лишь историческое значение, поскольку в настоящее время эта территория занята отвалами крупного Шевченковского карьера. В 1883 г. в этом месте впервые в Никопольском районе геологом В. А. Домгером были обнаружены марганцевые руды. В. А. Домгер (1902) писал: «...при устье балки Фоминой... мною открыт с помощью шурфа пласт около 1½ аршина толщиной марганцевой руды, выходящей прямо на дневную поверхность и залегающей на зеленоватой-желтой глине. Пласт этот состоит по преимуществу из черной землистой массы марганцевой руды, в которой располагаются куски твердой, отчасти ноздреватой руды».

На глубине менее 10 м руды встречены также в отдельных пунктах на Новоселовском (2 м), Николаевском (3,3 м), Максимово-Тимошевском (5,9 м) участках, в долине р. Томаковка, на Западной рудоносной площади, в долине р. Базавлук и её притока р. Соленая (6,6 м). Благоприятные условия для разработки руд открытым способом имеются в долине р. Ингулец, где руды покрываются толщей пород мощностью 12—35 м. На Больше-Токмакском месторождении минимальная глубина залегания руд отмечена в долине р. Конка — 27 м.

Геоморфологические особенности территории существенно влияют не только на глубину залегания рудного пласта, но и на состав покрывающей его толщи третичных и четвертичных пород.

На водораздельных участках и склонах водоразделов руды лежат на глубине от нескольких десятков до 140 м от дневной поверхности. Максимальные глубины следующие: Больше-Токмакское месторождение — 140 м; Больше-Костромская площадь — 130 м; Грушевско-Басанский участок — 114 м; Коминтерн-Марьевский участок — 85 м; Западная рудоносная площадь — 82 м. Рудный пласт перекрывается охарактеризованным в предыдущих главах комплексом осадочных пород, начиная от олигоценовых надрудных глин и кончая четвертичными лёссами и лёссовидными суглинками. Олигоценовые глины мощным слоем перекрывают рудный пласт, изолируя его от вышележащих водоносных горизонтов.

На террасах Днепра из комплекса надрудных отложений выпадает значительная толща пород и глубина залегания рудного пласта равна: на V террасе — 30—40 м, на IV террасе — 10—50 м, на II террасе и в пойме — 10—20 м.

### СТРОЕНИЕ РУДНОГО ПЛАСТА И ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАРГАНЦЕНОСНЫХ ОСАДКОВ

Марганценосный пласт представлен песчано-алеврито-глинистой породой (табл. 21) с включениями рудного вещества в виде стяжений неправильной формы (желваков, угловатых кусков); концентрически-слоистых и концентрически-скорлуповатых образований (конкреций, пизолитов, оолитов); сплошных прослоев; мелких землистых частиц. Соотношение между рудными и нерудными компонентами в пласте

несколько колеблется на площади залежей и от подошвы пласта к его кровле. Рудные агрегаты в среднем слагают около 50% (по весу) всего материала, заключенного в пласте. Содержание марганца в пласте достаточно высокое (в среднем 15—25%), чтобы можно было назвать этот слой рудным пластом. От пород подошвы и кровли рудный пласт резко отличается по литологическим признакам и содержанию марганца.

Соответственно комплексам марганецсодержащих минералов руды подразделяются на три типа: 1 — окисные руды, сложенные окислами и гидроксидами марганца; 2 — карбонатные руды, состоящие из манганокальцита и кальциевого родохрозита; 3 — окисно-карбонатные (смешанные руды), содержащие гидроокислы и карбонаты марганца. Ука-

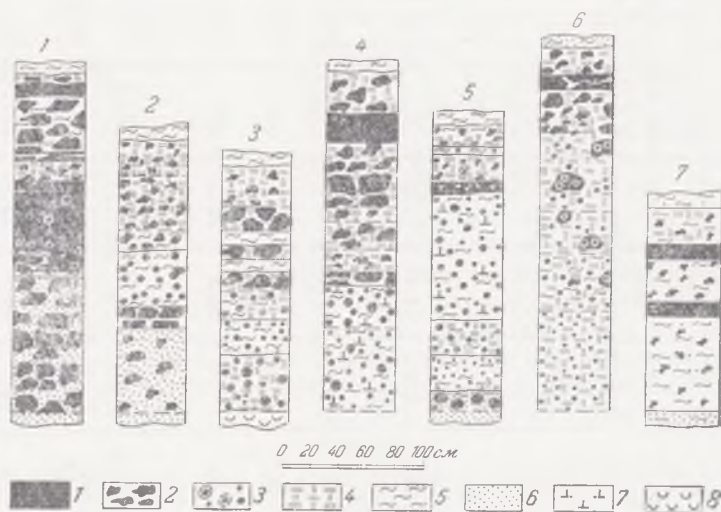


Рис. 16. Строение рудного пласта в зоне окисных руд

Марганцеворудные компоненты: 1 — прослои и линзы; 2 — угловатые стяжения (куски) и желваки, 3 — концентрически-слоистые стяжения (конкреции и пизолиты); 4 — землистая руда. Нерудные компоненты: 5 — глина; 6 — песок; 7 — карбонатность пород; 8 — каолин первичный. Колонки: 1 — Западная рудоносная площадь, шахта 17; 2 — там же, шахта 16; 3 — там же, шахта 12; 4 — Максимова-Тимошевский участок, шахта 5-бис; 5 — Марьевский участок, шахта 7; 6 — Грушевско-Басанский участок, шахта 1; 7 — там же, скв. 12

занные типы руд располагаются в месторождениях бассейна зонально: в направлении погружения рудного пласта (в общем с севера на юг) окисные руды постепенно сменяются карбонатными, которые фациально переходят в безрудные глины. Между окисными и карбонатными рудами выделяется переходная зона, в которой рудный пласт имеет двухслойное строение: верхняя часть пласта сложена окисными рудами, нижняя — карбонатными. На границе окисных и карбонатных руд в небольшом количестве встречаются окисно-карбонатные руды. Кроме того, отдельные прослои окисно-карбонатной руды встречаются в нижней части рудного пласта в зоне сплошного распространения карбонатных руд.

Полная смена карбонатных руд окисными прослеживается на расстоянии от нескольких сотен метров до 4,5 км в зависимости от наклона пласта. Переходная зона приурочена к определенным высотным отметкам почвы рудного пласта (4—6 м ниже уровня моря).

В области распространения окисных руд вблизи р. Соленая отмечено несколько мест, где карбонатные руды залегают под окисными в понижениях рельефа подстилающих пород.

Гранулометрический состав нерудного материала из пласта окисной марганцевой руды, %

Место взятия образца	Фракции гранулометрического анализа, мм							Средний размер зерен, мм	Кoeffициент отсортированности	Кoeffициент асимметрии
	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01			
Западная рудоносная площадь, Шевченковский карьер, обр. 9101, из землисто-кусковой пиролюзит-псиломелановой руды середины пласта	—	—	—	12	13	6	69	0,003	5,13	10,55
Там же, шахта 17, обр. 511, из песчаного прослоя в кусковой руде низа пласта	10	34	12	6	14	7	17	0,38	0,67	0,29
Там же, Александровский карьер, расчистка 6, обр. 7039, из крупноконкреционной пиролюзитовой руды, 0,7 м от кровли пласта	—	0,3	0,6	1,9	8,2	16,3	72,7	0,0047	2,19	1,26
Там же, обр. 7041, из кусковой псиломелановой руды в 1,45 м от кровли пласта	—	0,2	0,3	1,8	14	15,2	68,5	0,0055	3,35	2,31
Там же, обр. 7042, из кусковой псиломелановой руды нижней части пласта	1,4	0,4	0,9	5	19,2	13,7	58,4	0,0068	4,56	3,04
Там же, шахта 12, обр. 507, из землистой кусковой руды верхней части пласта	—	—	—	20,4	12	20	47,6	0,013	5	1,33
Там же, обр. 502, из пизолитовой руды нижней части пласта	—	—	1,8	10	28	30	30,2	0,033	3,16	0,44
Марьевский участок, шахта 12, обр. 63, из землисто-кусковой марганит-псиломелановой руды верхней части пласта	4,67	11,65	11,5	29,75	6,9	27,75	7,78	0,13	3,21	0,51
Там же, обр. 64, из конкреционно-кусковой марганит-псиломелановой руды средней части пласта	0,62	6,2	8,4	17,7	14,8	29,75	22,53	0,046	3,51	0,1
Там же, обр. 66, из конкреционной марганит-пиролюзитовой руды средней части пласта	—	—	4	24	12	24	36	0,029	5,23	0,63
Там же, обр. 102, из землисто-кусковой руды верхней половины пласта	0,48	1,8	2,37	7,75	5,8	16,4	65,4	0,0055	4,56	0,99
Там же, обр. 104, из пизолитовой руды нижней части пласта	—	0,32	1,39	8,95	7,84	34,5	47	0,012	3,35	0,8



Марьевский участок, шахта 7, обр. 73, из конкреционной манганитовой руды в средней части пласта	—	0,4	2,39	18,15	13,25	31,85	33,96	0,024	3,65	0,82
Максимово-Тимошевский участок, шахта 24, обр. 46, из кусковой манганит-псиломелановой руды в верхней части пласта	15,8	34,56	19,3	11,65	3,35	5,49	9,85	0,51	2,17	0,59
Там же, обр. 46а, из землисто-кусковой манганит-псило- мелановой руды средней части пласта	8,96	7,42	11,75	57,37		11,37	2,63	0,14	2,05	1,09
Максимово-Тимошевский участок, шахта 25, обр. 81, из кусковой пиролюзит-псиломелановой руды верхней части пласта	1,2	9,6	2,12	26,75	7,2	11,38	41,75	0,031	6,97	0,62
Там же, обр. 83, из кусковой пиролюзит-псиломелановой руды нижней части пласта	35,56	12,68	1,56	21,75	8,45	7,4	12,6	0,23	3,96	2,04

На левобережье Днепра переход окисных руд в карбонатные наблюдается лишь в северной части Больше-Токмакского месторождения. На остальном весьма значительном простирании рудной полосы сплошь распространены карбонатные руды (см. рис. 12).

В вертикальном разрезе пласта проявляется неправильная грубая слоистость, обусловленная различиями текстуры рудных компонентов, изменением соотношения между количеством рудных агрегатов и нерудной вмещающей породы и некоторыми различиями в составе вмещающей породы. Такие слои выдерживаются в горизонтальном направлении на расстоянии до нескольких сотен метров и постепенно переходят друг в друга. Как правило, рудное вещество и нерудный материал тесно связаны в виде взаимной вкрапленности. Имеются также отдельные прослои пустой породы мощностью до 0,5 м и единичные тонкие прослои, в которых резко преобладает рудный материал. Прослои пустой песчано-глинистой породы приурочены преимущественно к нижней части пласта в районах постепенного выклинивания залежей.

Обычно рудный пласт можно подразделить на 6—10 слоев. При опробовании на рудниках пласт подразделяется на 3—4 пачки.

Не останавливаясь здесь на характеристике петрографических и минералогических особенностей типов и разновидностей марганцевых руд, поскольку они описаны ниже, в главе VIII, рассмотрим строение рудного пласта и состав вмещающих пластовых пород в главных рудно-минералогических зонах: окисной, окисно-карбонатной и карбонатной.

Наиболее полные разрезы рудного пласта, пересекающие все три зоны, изучены на Западном рудоносной площади и Грушевско-Басанском участке. Значительный интерес представляет также разрез переходной зоны на Больше-Токмакском месторождении, в его северной части. К указанным разрезам мы и будем обращаться ниже, характеризуя закономерности строения рудного пласта.

Ряд структурных колонок рудного пласта в зоне окисных руд приведен на рис. 13 и 16.

Решая вопрос о фациальной принадлежности осадков этой зоны, необходимо учесть, что гранулометрический со-

став нерудной породы в пласте несколько изменяется от почвы пласта к его кровле и по линии падения. Изменения вещественного состава и структурно-текстурных особенностей руд в вертикальном направлении дают материал для суждения о ходе изменения среды осадконакопления во время отложения рудного пласта.

В качестве типичного разреза пласта в зоне окисных пиролюзит-псиломелановых руд ниже приведен разрез, описанный в шахте 16 РУ им. Орджоникидзе. Шахта расположена в северной части Западной рудоносной площади Никопольского месторождения.

Строение пласта близ р. Соленая изображено на рис. 16, колонка 2.

В кровле пласта залегает серовато-зеленая глина. Контакт с рудой неровный, волнистый. На контакте имеется корочка гидроокислов железа охряно-желтого цвета толщиной около 2 см.

Далее, сверху вниз, различаются следующие слои:

Рыхлая кусково-землистая, сажисто-глинистая*, псиломелановая руда с многочисленными мелкими желто-бурыми включениями гидроокислов железа . . . . .	0,25 м
Землисто-кусовая пиролюзит-псиломелановая руда. Отличается от вышележащего слоя преобладанием крепких ячеистых кусков, заключенных в сажисто-глинистой массе. В незначительном количестве в слое имеется глинистое вещество желтовато-серого и палевого цвета . . . . .	0,4 „
Кусково-конкреционная псиломелан-пиролюзитовая руда с гнездами желтовато-серой глины. Конкрекции неправильной, обычно приплюснутой формы, с бугорчатой поверхностью, находятся в тесном сростании с кусковой рудой, подобной руде вышележащего слоя. Размер конкреций 20—40 мм . . . . .	0,15 „
Средне- и крупноконкреционная пиролюзитовая руда. Конкрекции неправильной формы со слабо выраженной концентрической слоистостью. Размер конкреций 25—60 мм. Встречаются сростки конкреций. Глинистая желтовато-серая вмещающая порода, аналогичная породе вышележащего слоя, присутствует в количестве 15—20% от объема слоя . . . . .	0,3 „
Кусковая мелкоячеистая пиролюзит-псиломелановая руда, состоящая из кусков размером до 10 см . . . . .	0,15 „
Грубозернистый кварцевый песок с гнездами рудного вещества ячеистого типа, псиломеланового состава. Слабоокатанные кварцевые зерна размером от долей до 2 мм сцементированы глинистым материалом и местами псиломеланом. Гнезда рудного вещества размером до 50 мм . . . . .	0,6 „

\* Термином «сажа» обозначаются землистые гидроокислы марганца.

Рудный пласт подстилается желтовато-серым грубозернистым песком с каолином и лимонитовыми включениями. Преобладают кварцевые зерна диаметром 1—1,5 мм. Изредка встречаются плохоокатанные кварцевые зерна до 5 мм в поперечнике.

Приведенному разрезу можно дать следующее толкование.

1. Седиментация соединений марганца началась в условиях песчаного дна и в начальный момент проходила параллельно с накоплением песчаного терригенного материала. Первые порции соединений марганца обособились в песке в виде отдельных гнезд. Затем количество песка и крупность зерен постепенно уменьшались, и образовался рудный прослой, включающий песчаные частицы.

2. Второй этап характеризуется накоплением алевритового и глинистого материала и образованием концентрически-слоистых рудных стяжений. Смена песчаной фации глинистой свидетельствует, как принято считать, о более спокойной, малоподвижной среде осадконакопления. Такую перемену легче всего объяснить углублением бассейна. При этом важнейшим фактором является не столько удаление береговой линии, сколько повышение базиса эрозии и уменьшение выноса терригенного материала реками.

3. В следующую стадию осадконакопления продолжает отлагаться глина. Соединения марганца рассеяны в глине в виде землистых частиц и рудных угловатых стяжений (кусков). В этой рудной пачке нередко

наблюдаются сплошные прослои псиломелан-вернадитового состава и отдельные линзы безрудной глины.

4. Резкая волнистая граница между рудой и покрывающими ее глинами может рассматриваться как результат перерыва в отложении и незначительного размыва верхней части пласта.

В предыдущем разделе было показано, что северные, обращенные к бывшему берегу, границы рудных залежей обусловлены размывами рудного пласта, происходившими после отложения руд. Это обстоятельство затруднило прослеживание фациальных переходов рудного пласта в сторону берега бывшего морского бассейна. Однако изучение состава и строения самого рудного пласта позволяет сделать вполне определенные выводы о фациальном изменении рудоносной толщи в этом направлении.

Изменения заключаются прежде всего в том, что по направлению к краевым частям пласта, расположенным на более высоких абсолютных отметках, возрастает размер зерен кластического материала, заключенного в руде, и увеличивается его количество.

В центральной части зоны окисных руд на Западной рудоносной площади и других участках в пласте преобладает глинистый и алевроитовый материал (см. рис. 16, колонки 3, 4, 5, 6). Лишь в нижней части пласта здесь встречается песок, главным образом вблизи отдельных выступов нижележащих кристаллических пород и их коры выветривания.

Резкое увеличение количества песка в руде наблюдается в крайних северных частях рудоносной площади. Так, в шахте № 17 нижняя половина пласта представлена серым крупнозернистым каолинистым кварцевым песком, сцементированным гидроокислами марганца (колонка 1 на рис. 16). Этот песок содержит 10% частиц диаметром больше 1 мм и 34% частиц 0,5—1 мм.

Такое же строение рудного пласта отмечено в южной части соседнего шахтного поля № 16, но уже на расстоянии около 300 м к северу; близ ствола шахты нижняя пачка пласта сложена более грубозернистым кварцевым песком и содержит лишь отдельные гнезда рудного вещества (колонка 2). В верхней половине пласта здесь заметно больше глинистой и сажисто-глинистой породы и соответственно меньше рудных агрегатов, чем в предыдущем разрезе.

Еще далее к северо-востоку в скв. 14 (на расстоянии 2,5 км от колонки 2) в рудном керне много песчаных кварцевых зерен в нижней и верхней половине рудного пласта.

В 1957 г. марганцеворудные проявления обнаружены двумя скважинами на правом берегу р. Соленая, в 2 км к северу от нее.

В скв. 18, расположенной в 1 км западнее с. Ольго-Ивановка, слой марганцевой руды встречен в интервале бурения 20,15—20,8 м. Мощность пласта 0,65 м. Подошва его лежит на высоте 21,8 м выше уровня моря. Марганцевая руда окисная, землистая, черная с бурыми пятнами, обусловленными включениями ожелезненной глины. Гидроокислы марганца относятся к типу псиломелан-вернадита, образуют хрупкие агрегаты (до 2 см). Рудные куски содержат включения кварцевых зерен размером до 1 мм в количестве 20—30% от объема кусков. В мелких пустотах наблюдаются включения розовой глины. Содержание марганца в штуфе 38,94%, другие компоненты содержатся в количествах, указанных в табл. 22. Рудный пласт подстилается зеленовато-серыми глинами с прослоями опоковидной породы. Граница марганцевой руды с глиной резкая, но сеть дендритов и отдельные точечные включения гидроокислов марганца прослеживаются, постепенно уменьшаясь в количестве, вниз от рудного пласта на расстоянии до 1 м. Близ контакта глина имеет буроватый оттенок. В кровле рудного пласта лежит яблочно-зеленая глина с многочисленными зернами кварца в 0,5—

1,5 мм. Глина пятнистая вследствие пигментации гидроокислами железа. Она содержит также крупинки и натеки гидроокислов марганца и землистые желтые натеки ярозита-алунита.

Скв. 12, пробуренная в 1 км восточнее с. Ольго-Ивановка, пересекала на глубине 26,8—27,1 м 30-сантиметровый слой бурой, темно-коричневой и черной песчано-глинистой породы, сцементированной в отдельных местах гидроокислами марганца и железа. Песчаные кварцевые зерна имеют размер преимущественно до 0,5 мм, иногда 1 мм. Глинистое вещество окрашено в бурые цвета. Пирролюзит и минералы группы псиломелана — вернадита землистого строения, сосредоточены в породе в виде отдельных гнезд величиной до 2 см. В штуфе породы содержится 14,81% Mn и 27,61% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (см. табл. 22). Подошва слоя на высоте 21,5 м над уровнем моря. В подошве марганецсодержащего слоя лежит зеленая кремнистая глина с четырьмя прослоями опоконидной породы мощностью 0,2—0,5 м. Кровлей рудного пласта служит типичная яблочно-зеленая надрудная глина с 10-сантиметровым прослоем глинистого песка на контакте с рудой. Песок — мелко- и среднезернистый, зеленовато-серого цвета, содержит участки бурого ожелезненного песка и участки, окрашенные землистыми гидроокислами марганца в черный цвет.

Таблица 22

Химический состав (%) марганцеворудных отложений и песчано-глинистых пород из рудного пласта

Компоненты	№ проб						
	1	2	3	9034	7037	1738	7056
SiO <sub>2</sub>	36,42	34,84	84,9	63,02	69,14	51,38	62,74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,84	1	0,61	13,39	9,67	14,3	14,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,26	27,61	1,68	5,59	4,94	8,81	4,01
FeO	—	—	—	0,14	Следы	0,7	0,7
MnO	0,26	1,76	1,2	0,16	Нет	0,44	0,26
MnO <sub>2</sub>	38,68	21,29	7,82	Нет	1,3	Нет	Нет
CaO	1,46	0,78	0,44	1,23	1,4	1,09	1,23
MgO	2,05	1,01	1,04	2,18	1,81	3,02	2,18
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	1,64	0,97	0,79	2,65	0,64	1,95	2,42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,46	0,83	0,16	0,15	0,01	0,16	0,1
SO <sub>3</sub>	0,15	0,44	0,18	0,1	0,62	4,18	0,1
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	3,32	3,72	0,22	4,9	5,2	7,03	4,6
П.п.п.	9,04	6,14	1,57	6,82	4,46	7,2	7,08
Сумма	100,58	100,39	100,71	100,32	99,19	100,26	100,22

Пробы: 1 — песчаная марганцевая руда, штуф с глубины 20,45 м из скв. 18 на правом берегу р. Соленая; 2 — песчаная марганцево-железная руда, штуф с глубины 26, 85 м из скв. 12 на правом берегу р. Соленая; 3 — песок с гидроокислами марганца, штуф из карьера в балке Зеленая на р. Ингулец; 9034 и 7037 — порода из пласта окисной руды; 1738 и 7056 — порода из пласта карбонатной руды.

Таким образом, краевые части пласта, находящиеся на абсолютных отметках более плюс 15 м, несут в себе ясно выраженные черты фациальных изменений, которые выражаются в резком обеднении руды за счет увеличения в пласте количества кварцевого песка.

Строение рудного пласта в переходной зоне рассмотрим на примере скв. 901-бис на Западной рудоносной площади (рис. 17, колонка 11) и детально изученного разреза по скважинам в северной части Больше-Токмакского месторождения.

В скв. 901-бис, расположенной в 1 км севернее железной дороги Чертомлык—Никополь, рудный пласт пересечен в интервале бурения 35,2—37,1 м.

Кровлей пласта служит зеленовато-серая глина с линзами и при-сыпками алеврита и включениями землистого лимонита в виде мелких гнезд и линзочек.

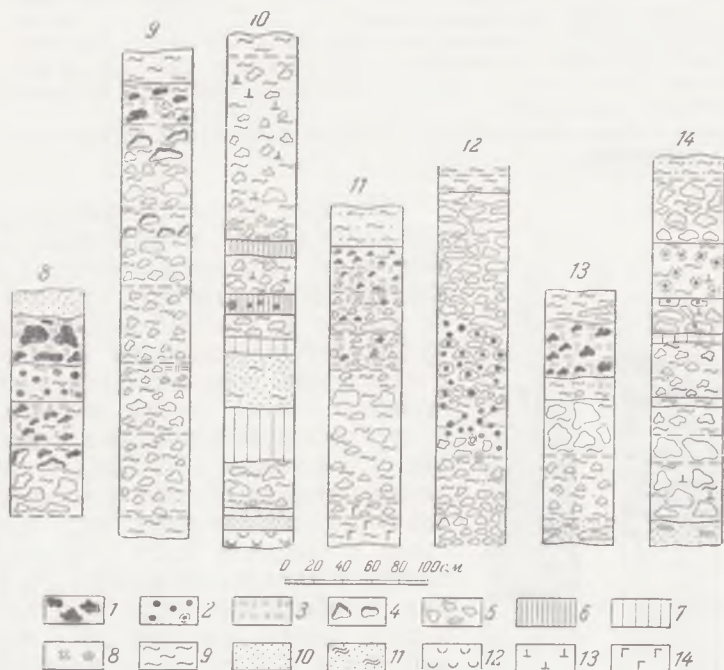


Рис. 17. Строение рудного пласта в зоне окисно-карбонатных руд и в зоне карбонатных руд

Окисные марганцеворудные компоненты: 1 — угловатые стяжения и желваки; 2 — конкреции и пизолиты; 3 — землистая руда; 4 — окисно-карбонатные стяжения. Карбонатные марганцеворудные компоненты: 5 — угловатые стяжения и желваки; 6 — прослои и линзы крепкие; 7 — прослои и линзы слабые, глинистые; 8 — конкреции и пизолиты. Нерудные компоненты: 9 — глина; 10 — песок; 11 — алеврит; 12 — каолин первичный; 13 — карбонатность породы; 14 — примесь зерен глауконита. Колонки: 8 — Александровский карьер; 9 — Западная рудоносная площадь, скв. 873-бис (Богдановский участок); 10 — там же, Покровский участок, скв. 5638; 11 — там же, скв. 901-бис, Чертомлыкско-Алексеевский участок; 12 — Марьевский карьер; 13 — Грушево-Басанский участок, скв. 1591; 14 — там же, скв. 1109

В рудном пласте прослеживаются пять слоев (сверху вниз):

Кусковая манганит-псиломелановая руда с примесью пиролюзита. Пластовой породой в верхней части слоя служит зеленовато-серая глина, в нижней части интервала — глина, пигментированная гидроокислами марганца. 0,3 м

Смешанная — кусковая и землистая руда. В этом слое имеются рудные стяжения трех типов: а) карбонатные; б) окисно-карбонатные; в) окисные. Преобладают карбонатные.

Карбонатные стяжения сложены манганокальцитом светло-серого и кремового цвета, скрытокристаллического строения. Мелкие стяжения — массивные, а более крупные, размером 5—10 см, — ячеистые. В ячейках имеются гнезда гидроокислов марганца. На поверхности кусков наблюдаются следы окисления в виде дендритов и черных участков гидросокислов марганца неправильной формы, небольших размеров.

Окисно-карбонатные стяжения состоят из манганокальцита и псиломелан-манганитовых участков неправильной формы, сравнимых по размерам с участками манганокальцита.

Окисные стяжения размером 2—8 см. Они представлены смесью манганита с пиролюзитом и псиломеланом.

Глина, вмещающая рудные стяжения перечисленных типов, пигментирована гидроокислами марганца (сажисто-глинистая масса). Встречаются отдельные тонкие линзочки (2—3 см) зеленовато-серого цвета

Количество карбонатов марганца в слое 30—40%, окислов и гидроокислов марганца 10—15%, вмещающей глинистой породы — около 50%	0,3 м
Смешанная кусковая руда. Отличается от вышележащего слоя меньшим количеством сажистого материала, более светлым, серым цветом и псиломелановым составом окисных стяжений. Количество карбонатов марганца в слое 30—45%, гидроокислов марганца 20—30%	0,25 „
Манганокальцитовая кусковая руда с зеленовато-серой глиной в верхней части слоя и буровато-зеленовато-серой глиной в нижней части слоя. Кличество рудных стяжений — около 40—50%	0,95 „
Глина алевритистая, темно-серая, включающая до 1% мелких (до 3 см) желвачков манганокальцита. Неправильная горизонтальная слоистость в этом слое обусловлена чередованием тонких темно-серых глинистых и светло-серых алевритовых прослоек	0,1 „
В подошве пласта лежит глина с большим количеством светло-серого алевритового материала.	

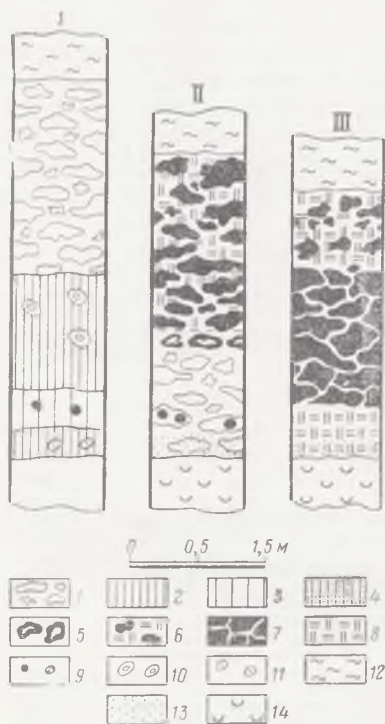


Рис. 18. Колонки рудного пласта. Больше-Токмакское месторождение

I — в зоне карбонатных руд; II — в переходной зоне; III — в зоне окисных руд. 1 — желваки карбонатной марганцевой руды в глине; 2 — сплошная крепкая карбонатная руда; 3 — рычлая глинистая руда; 4 — крепкая карбонатная руда с кварцевым песком; 5 — карбонатные желваки со следами окисления на поверхности; 6 — желваки окисной руды; 7 — окисная кусковая руда; 8 — землистые гидроокислы марганца; 9 — манганитовые пизолиты; 10 — манганокальцитовые пизолиты; 11 — глинистые пизолиты; 12 — надрудные глины; 13 — песок; 14 — каолиновые породы

рудами, а нижняя — карбонатными, причем в направлении падения пласта постепенно уменьшается мощность пачки окисной руды и одновременно возрастает мощность пачки карбонатной руды. Общая мощность рудого пласта на всем протяжении переходной зоны остается более или менее постоянной.

Наличие пачки окисных руд в верхней части пласта, карбонатных — в нижней части, смешанных — между ними — главная черта строения рудного пласта не только в скв. 901-бис на Западной рудоносной площади, но и повсеместно в переходной зоне. Этот основной мотив строения пласта хорошо выдерживается и на Грушевско-Басанском участке (см. рис. 17, колонка 13). Следует отметить также интересный факт нахождения карбонатных марганцевых руд под окисными в северной части Западной рудоносной площади неподалеку от р. Соленая. Карбонатные руды залегают здесь в виде полосы шириной до 1 км и длиной около 3,5 км, протягивающейся от балки Западная в юго-западном направлении почти до северной окраины пос. Богдановский. На всей этой площади карбонатные руды слагают нижнюю часть пласта, а верхние пачки пласта представлены окисными рудами (см. рис. 17, колонка 9, скв. 873-бис). Мощность пачки карбонатной руды 2,9 м (скв. 873-бис), абсолютные высотные отметки подошвы пласта 3—7 м над уровнем моря. По внешнему виду и составу эти карбонатные руды аналогичны рудам нижней пачки пласта на Покровском участке.

Текстурные и минералогические особенности переходной зоны на Больше-Токмакском месторождении достаточно полно отражают разрезы скважин, расположенных в 600 м друг от друга по линии падения пласта (рис. 18).

На площади Больше-Токмакского месторождения в переходной зоне верхняя часть пласта сложена окисными

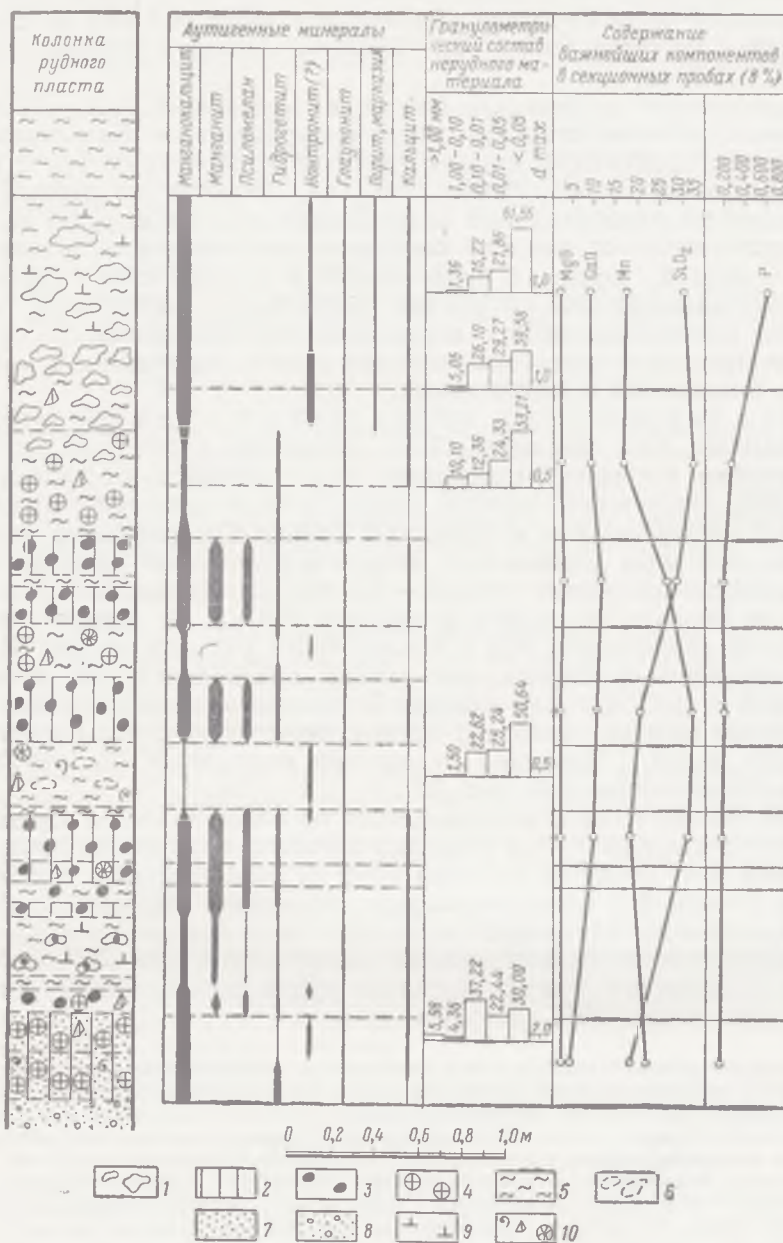


Рис. 19. Распределение рудных минералов и главных химических компонентов в разрезе рудного пласта по скв. 5597, расположенной на Западной рудоносной площади близ с. Капуловка

Карбонатные марганцевородные компоненты: 1 — желваки и угловатые стяжения; 2 — прослои и линзы слабые глинистые; 3 — манганитовые конкреции и пизолиты; 4 — лимонитовые конкреции и пизолиты. Нерудные компоненты: 5 — глина; 6 — включения зеленой железистой глины; 7 — песчаные зерна; 8 — гранитные зерна; 9 — карбонатность породы; 10 — остатки фауны (слева направо): моллюски, баланусы, фораминиферы

Таким образом, характерной чертой переходной зоны является клиновидное налегание окисных руд на карбонатные и сохранение более или менее постоянной мощности пласта.

Ширина переходной зоны от нескольких сотен метров до 4,5 км в зависимости от угла наклона пласта. Наиболее значительна она в центральной части Грушевско-Басанской залежи (4,5 км), на Больше-Токмакском месторождении — 0,3—3 км, на Западной рудоносной площади — до 2,7 км.

Существенная особенность пласта в переходной зоне — нерезкий, постепенный переход от окисных руд к карбонатным. Намечаемый по цвету раздел фактически служит границей карбонатных руд с вышележащими окисно-карбонатными, так как, несмотря на черный цвет, обусловленный преобладанием гидроокислов марганца, руды на некотором расстоянии от раздела содержат включения карбонатов марганца. С другой стороны, в прилегающем к разделу слое карбонатной руды имеется небольшое количество гидроокислов марганца. К третьей довольно распространенной в переходной зоне разновидности смешанных руд относится манганокальцитовая руда с включенными манганитовыми пизолитами и конкрециями.

Зона карбонатных марганцевых руд имеет значительные размеры. Она занимает 30% Западной рудоносной площади (с Сулицким участком), охватывает 32% Грушевско-Басанской площади, 20% Марьевского участка, большую часть площади Больше-Токмакского месторождения и полностью Больше-Костромскую площадь. Ширина этой зоны достигает на Западной рудоносной площади 10 км, на Грушевско-Басанском участке — 7,1 км, на Марьевском участке — 1,5 км, на Больше-Токмакской площади — 18,8 км. На первых трех участках зона карбонатных руд в южной части размыва водами Днепра. Первоначальная ее ширина, как можно предполагать на основании сравнения с данными для Больше-Токмакского месторождения, была значительно больше. Наиболее полные пересечения зоны карбонатных руд дают разрезы Западной рудоносной площади и Больше-Токмакского месторождения (см. рис. 13).

Для Никопольского месторождения обычным является чередование в разрезе нескольких слоев кусковых ячеистых карбонатных руд, отличающихся друг от друга главным образом относительным количеством рудных стяжений и пластовой породы, величиной стяжений и характером терригенного материала.

Более сложное строение пласта обнаружено в скв. 5597, пробуренной на Покровском участке Западной рудоносной площади (рис. 19). Разрез по скв. 5597 (сверху вниз):

В кровле рудного пласта: глина темно-серая олигоценовая, в нижней части, близ контакта с рудой, содержит тонкие слои и присыпки песка.

Кусковая карбонатная марганцевая руда. Рудные стяжения до 7 см, неправильной формы, с ячеистой поверхностью. Представлены крепким темно-серым манганокальцитом и кальциевым родохрозитом. Пластовая порода — темно-серая, зеленоватая глина — содержит включения желтовато-серого (палевого) пористого манганокальцита в виде мелких линзочек (мощностью 2—3 мм), гнезд, примазок и продолговатых тел круглого сечения, диаметром 2—5 мм, представляющих, по-видимому, результат заполнения ходов червей. Такие тела располагаются вблизи скоплений палевого карбоната. Глина неслоистая, содержит гнезда зеленой железистой глины и мелкие (2—3 мм) конкреции тонкозернистого пирита. Сульфиды железа приурочены к определенным горизонтам. Вокруг них заметно побурение глины . . . . . 1,5 м

Такая же руда, но количество рудных стяжений в этом слое больше, чем в предыдущем. В ячейках наблюдаются зеленые глинистые пизолиты. В нижней части слоя в глине встречен зуб акулы . . . . . 0,2 „

Темно-серая глина с мелкими (2—5 мм, реже до 10 мм) пизолитами желто-бурого цвета. Пизолиты состоят из гидрогетитового ядра и глинистых обохренных наружных оболочек. Особенно много пизолитов в верхних десяти сантиметрах слоя, где глина сильно карбонатная и содержит стяже-



ния желтовато-серого манганокальцита. Здесь найдены ядра пластинчатожаберных моллюсков и линзовидные скопления обломков домиков усонюгих раков (баланусов). Имеются кварцевые зерна округлой формы размером сксло 1 мм. В средней части слоя преобладает глина. Книзу глина становится более светлой, мергелистой и содержит обохренные пизолиты . . . . .	0,5 м
Пизолитовая руда, состоящая из манганитовых пизолитов размером 2—4 мм, реже до 6 мм, сцементированных светло-серым, желтоватым манганокальцитом. Форма пизолитов неправильная, поверхность кавернозная, «упаковка» плотная. В карбонатном цементе местами встречаются слабоокатанные кварцевые зерна величиной 1—2 мм и обломки домиков баланусов . . . . .	0,4 „
Глинисто-карбонатная светло-серая порода с зелеными и охристо-желтыми глинистыми пизолитами величиной 3—5 мм. Охристые пизолиты располагаются вверху и внизу слоя, а зеленые — посередине. В породе наблюдаются участки крепкие, сцементированные карбонатом, и более слабые, рыхлые, пещано-глинистые, содержащие мало карбоната. В слое встречены остатки баланусов, отпечатки раковин пластинчатожаберных моллюсков и раковинки фораминифер. В нем много угловатых и слабоокатанных кварцевых зерен величиной до 1 мм, реже до 2 мм . . . . .	0,25 „
Смешанная манганит-манганокальцитовая руда, аналогичная руде слоя 4	0,3 „
Глина зеленовато-серая, переполненная обломками домиков баланусов. В глине встречаются также обломки раковин пластинчатожаберных моллюсков и раковинки фораминифер. В небольшом количестве присутствуют желвачки светло-серого, желтоватого манганокальцита величиной до 3 см . . . . .	0,3 „
Смешанная руда. Манганитовые пизолиты диаметром 3—5 мм, реже до 25 мм, сцементированы желтовато-серым манганокальцитом. Мелкие пизолиты крепкие, более крупные — некрепкие; оба вида имеют неровную ямчатую поверхность. В карбонатном цементе заключены единичные кварцевые зерна величиной 1—2 мм, угловатые или слабоокатанные . . . . .	0,25 „
Прослой крепкой серой манганокальцитовой руды, с манганитовыми сильно корродированными пизолитами размером 5—10 мм. Пизолиты занимают примерно 30—40% объема слоя. В руде встречены ядра, отпечатки и остатки створок раковин пластинчатожаберных моллюсков и обломки домиков баланусов . . . . .	0,1 „
Смешанная руда. Манганитовые пизолиты диаметром 3—5 мм сцементированы желтовато-серой глинисто-карбонатной массой. То же, что и слой 4	0,1 „
Крепкая серая ячеистая манганокальцитовая руда с корродированными ядрышками манганитовых пизолитов и редкими микроскопическими кристаллами барита в ячейках. В ней много отпечатков и ядер раковин пластинчатожаберных моллюсков . . . . .	0,05 „
Зеленовато-серая мергелистая глина с гнездами манганокальцита. В манганокальците включения некрепких сильно разъеденных манганитовых пизолитов . . . . .	0,25 „
Серая крепкая ячеистая карбонатная руда с перекристаллизованными остатками баланусов и пластинчатожаберных моллюсков. Единичные кварцевые зерна размером до 2 мм . . . . .	0,1 „
Такая же руда с большим количеством органогенных остатков. В ячейках пизолиты железистой глины, которые на воздухе в течение нескольких часов меняют свой зеленый цвет на желтовато-серый. Встречен угловатый обломок кварца величиной 3 мм . . . . .	0,2 „
Желтовато-серая манганокальцитовая руда с желтовато-бурыми охристыми пизолитами (2—10 мм). В карбонате заключено много слабоокатанных кварцевых зерен диаметром 1—3 мм . . . . .	0,2 „
Конгломератовидная порода, состоящая из слабоокатанных кварцевых зерен и обломков величиной 3—5 мм, обломков раковин баланусов и железистых охристо-желтых и зеленовато-серых пизолитов, сцементированных светло-серым манганокальцитом . . . . .	0,1 „
Подшва пласта: гравий, состоящий из слабоокатанных кварцевых зерен размером 2—5 мм. В гравии в большом количестве содержатся остатки баланусов, обломки раковин двухстворок, иглы морских ежей, зубы акул.	

Отметим следующие характерные черты разреза рудного пласта в скв. 5597.

1. Седиментация соединений марганца началась в подвижной среде на гравийной подстилке. Карбонатный ил, затвердевая, цементировал грубый песчаный материал и остатки баланусов.

2. Нижняя часть рудного пласта представлена преимущественно смешанной рудой (манганокальцитовой с манганитовыми пизолитами). Формирование манганитовых пизолитов произошло, по-видимому, в верхнем слое осадка в окислительной среде. Позже они цементировались манганокальцитом. Чередование слоев смешанной руды с карбо-

натной и прослоями глинистой породы свидетельствует о частом изменении условий осадконакопления.

3. Верхняя часть пласта сложена кусковой карбонатной рудой. Отсутствие в этой пачке окисных минералов марганца и грубого кластического материала, постоянная примесь сульфидов железа, выдержанность состава рудных желваков, отсутствие или крайняя скудность органических остатков заставляют считать эти отложения более глубоководными.

4. Примесь песчаного материала в породах кровли непосредственно на контакте с рудой указывает на некоторое увеличение подвижности среды осадконакопления после отложения руд.

Таким образом, исследование разрезов пласта в зоне карбонатных руд подтверждает выводы о ходе изменения среды осадконакопления в период отложения рудного пласта, сделанные при рассмотрении разреза пласта в зоне окисных руд.

В приконтурной южной части зоны карбонатных руд на Западной рудоносной площади, Грушевско-Басанском и Марьевском участках строение пласта более простое по сравнению с разрезом скв. 5597. В направлении падения пласта главной разновидностью становится кусковая карбонатная руда с глинистой пластовой породой, пачка смешанной манганокальцитовой руды с манганитовыми пизолитами выклинивается, общее количество рудного вещества в пласте уменьшается.

Поскольку зона фациального выклинивания рудного пласта в долине Днепра не сохранилась, целесообразно для характеристики особенностей этой зоны обратиться к данным изучения Больше-Токмакского месторождения. По строению рудного пласта площадь распространения карбонатных руд в Больше-Токмакском районе подразделяется на три меридиональные зоны: 1) восточную приконтурную, 2) центральную, 3) западную приконтурную.

В центральной зоне преобладают сплошные руды, обычно перекрываемые слоем желваковых. Сверху вниз здесь прослеживаются следующие типы руд и разновидности.

Желваковые руды, главным образом кальциево-родохрозитовые, с высоким содержанием марганца и небольшим количеством включений . . . . .	0—1,5 м
Крепкие темно-серые сплошные руды с небольшим количеством включений пизолитов манганокальцита и кластического материала. Содержание марганца в них высокое . . . . .	0,5—1 „
Сплошные серые руды с пизолитами и слабым глинисто-карбонатным цементом. По качеству значительно уступают крепким темно-серым рудам, по составу изменчивы, нуждаются в обогащении. Мощность слоя — несколько десятков сантиметров.	
Светло-серые и серые манганокальцитовые руды со значительным количеством мелких глинисто-карбонатных пизолитов. В нижней части слоя карбонатная масса содержит много кварцевого грубопесчаного материала. Качество руды непостоянное, что объясняется изменчивостью соотношения количества марганца и кальция в рудном карбонате и переменной примесью кварцевых зерен . . . . .	0,3—0,6 „

Указанное распределение типов руд в вертикальном разрезе пласта более или менее выдерживается, однако местами некоторые из них могут выпадать из разреза, а также переслаиваться между собой.

В восточной зоне в сторону увеличения абсолютных высотных отметок пласта (к востоку) происходит постепенное выклинивание рудного пласта. При этом сплошные руды замещаются желвачковыми. Одновременно увеличивается количество кварцевого кластического материала в сплошной руде и желваках.

В ряде мест в зоне выклинивания отмечены явления окисления карбонатной руды; желваки имеют ржаво-бурый и темно-коричневый цвет. Здесь же, на контакте с покрывающими глинами, в руде имеется грубый песчаный и гравийный материал. В районе восточной окраины

г. Большой Токмак в нескольких скважинах встречена окисная манганитовая руда. Поскольку здесь пласт покрывается олигоценовыми надрудными глинами, процессы окисления связаны, по-видимому, с фаціальными изменениями в бассейне и внутриформационными размывами.

В западной зоне в сторону погружения рудного пласта (к западу) сплошные руды постепенно сменяются желваками. Мощность пласта при этом остается более или менее постоянной, но количество рудного вещества в нем снижается, а вмещающей глинистой породы — растет, т. е. наблюдается обеднение руд. Отдельные желвачки и примазки карбонатов марганца в глинах встречаются далеко за пределами полосы кондиционных руд, причем происходит как бы расщепление пласта на несколько слоев, разделенных слоями глины без включений карбонатов марганца.

Отмеченные выше закономерности распределения карбонатных руд являются общими для значительного простираания рудной полосы от широты с. Копани и до южного окончания месторождения. В южной части полосы, где она заметно сужается, все изменения прослеживаются на более коротких расстояниях.

Как и вся толща олигоценовых отложений, рудные слои на юге месторождения становятся сильно песчанистыми. Это явление связано, по-видимому, с положительными движениями Приазовского кристаллического массива в олигоцене. Вследствие интенсивного отложения кластического материала условия для марганценопления близ юго-западной оконечности Приазовского кристаллического массива были неблагоприятными. Поэтому у районного центра Ново-Васильевка рудная полоса практически выклинивается. Не исключена возможность, что важную роль в этом районе играли тектонические смещения разломного характера.

Для заключения о фаціальном характере рудоносных отложений Никопольского бассейна важное значение имеют следующие особенности залегания марганцевых руд.

1. Рудоносный горизонт расположен в толще песчано-глинистых морских олигоценовых отложений.

2. Рудоносный горизонт занимает в этой толще строго определенное стратиграфическое положение. Он представляет собой пласт выдержанной мощности.

3. Рудный пласт подстилается тонким слоем кварцевых песков с глауконитом, которыми начинается разрез олигоценовых отложений, и перекрывается толщей олигоценовых глин. Руды подчинены трансгрессивной серии пород и лежат вблизи ее основания.

4. Рудоносные осадки были отложены на значительной площади, очертания которой обусловлены рельефом южной окраины Украинского кристаллического щита. Полоса рудоотложения ориентирована вдоль южной границы щита, имеет длину около 200 км и ширину до 15 км.

Соединения марганца осаждались в области седиментации глин, алевроитов и песков. В рудном пласте преобладают неотсортированные алевроито-глинистые и песчано-алеврито-глинистые породы (см. табл. 21, табл. 23 и 24 и рис. 20).

Глины характерны для зоны карбонатных марганцевых руд, причем наиболее тонкодисперсными глинами, содержащими небольшое количество алевроитовых и песчаных частиц, сопровождаются желваковые карбонатные руды верхней части пласта. Глины в основном гидрослюдистые, с примесью монтмориллонита. Слоистость в глинах и других породах, вмещающих рудные агрегаты, отсутствует или выражена весьма слабо, что, по-видимому, связано с деятельностью илоедов. Особенно много признаков передвижения илоедов в виде ходов круглого сечения диаметром 3—10 мм можно видеть в карбонатных рудах.

Гранулометрический состав нерудного материала из пласта карбонатной марганцевой руды, %

Место взятия образца	Фракции гранулометрического анализа, мм							Средний размер зерен, мм	Коэффициент отсортированности	Коэффициент асимметрии
	2—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	0,05—0,01	<0,01			
Западная рудоносная площадь. Покровский участок, скв. 5524, обр. 1701	3,6	2,6	3,6	3,6	10	10	66,6	0,006	4,05	3,58
Там же, скв. 5597, обр. 1738, из кусковой руды верхней части пласта	—	—	2,6	2	9,2	12,8	73,4	0,0045	2,72	1,93
Там же, скв. 5597, обр. 1739, из кусковой руды средней части пласта	5,2	6,4	3	2,6	8,4	14,4	60	0,007	3,76	3,75
Там же, скв. 5461, обр. 1713, из породного прослоя в середине пласта	—	1,6	1,8	3,6	12,4	16,4	64,2	0,007	2,49	4,26
Там же, скв. 5492, обр. 1759, из кусковой руды верхней части пласта	11,2	3,4	3,8	4,4	9,8	17,2	50,2	0,0096	4,36	3,47
Там же, скв. 5492, обр. 1765, из кусковой руды нижней части пласта	—	13,8	12,8	8,2	19,8	7,2	38,2	0,058	7,07	0,43
Там же, скв. 5652, обр. 1736, из кусковой руды нижней части пласта	—	4,8	5,60	5,2	19,6	9,4	55,4	0,0081	3,45	6,29
Там же, скв. 5544, обр. 1757, из кусковой руды нижней части пласта	—	20,8	10	4,4	8,8	19	37	0,03	3,35	3,29
Там же, Александровский карьер, обр. 9083, из карбонатной руды, залегающей под окисной рудой в нижней части пласта	—	—	—	1,4	17,2	8,9	72,5	0,0057	2,47	1,51
Марьевский карьер, обр. 7056, из желваковой руды нижней части пласта	—	—	—	1,1	11,3	6,2	81,4	0,0042	1,73	0,91
Марьевский карьер, обр. 7063, из желваковой руды нижней части пласта	—	—	—	9,65	16,8	6,75	66,8	0,0045	4,67	5,68
Междуречье Днепр—Ингулец, скв. 3082, обр. 2005 (1), из кусковой руды верхней части пласта	—	—	2,2	50	8	7	32,8	0,22	8,16	0,03
Там же, скв. 3082, обр. 2005(2), из породного прослоя в верхней части пласта, ниже обр. 2005(1)	—	19,88	11,08	23,01	5,42	5,43	35,18	0,25	10,26	0,08
Там же, скв. 1690, обр. 2039, из кусковой руды верхней части пласта	—	14,1	1,75	37,11	8,93	3,6	34,51	0,11	4,61	0,12

Гранулометрический состав нерастворимого остатка, выделенного из карбонатной марганцевой руды Больше-Токмакского месторождения, %

Место взятия образца	Фракции гранулометрического анализа, мм								Выход нерастворимого остатка, %
	>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	<0,01	
Скв. 383, в 10 км южнее Большого Токмака, глубина 102,1—102,3 м, обр. 2222, из кусковой руды верхней части пласта	—	—	—	5,57	2,3	15,38	15,76	60,99	9,45
Там же, глубина 103,18—103,25 м, обр. 2230, из сплошной руды средней части пласта	—	—	—	3,49	1,88	13,2	18,36	63,07	13,25
Там же, глубина 103,65—103,85 м, обр. 2234, из смешанной руды нижней части пласта	10,36	19,97	7,81	6	1,77	1,38	2,02	50,69	70,69
Там же, глубина 104,03—104,2 м, обр. 2240, из сплошной руды нижней части пласта	16,64	41,99	11,92	6,19	2,98	3,18	3,83	13,27	45,82
Скв. 480, в 15 км южнее Большого Токмака в западной части рудной полосы, глубина 107,45—107,55 м, обр. 2437, из бедной мелкокусковой руды нижней части рудного пласта	—	3,45	0,7	0,7	1,85	48,95	11,75	32,6	88,06
Там же, глубина 107,55—107,8 м, обр. 2438, из породного прослоя в нижней части рудного пласта	—	2,39	0,61	0,31	10,18	0,41	4,02	82,08	84,48
Там же, глубина 107,8—108,05 м, обр. 2439, из сплошной мелкоячейистой некрепкой руды у подошвы пласта	3,18	2,54	8,7	4,7	2,22	8,5	10,03	60,13	75,2
Скв. 578, в 27 км южнее Большого Токмака, глубина 90,3—91 м, обр. 2702, из кусковой руды близ кровли рудного пласта	—	—	—	2,94	0,74	5,49	30,88	59,95	15,33
Там же, глубина 91,15—91,35 м, обр. 2706, из кусковой руды верхней части рудного пласта	—	—	—	5	1,8	5,4	11,0	76,8	8
Там же, глубина 91,75—92 м, обр. 2710, из кусковой руды середины рудного пласта	54,48	24,74	3,59	1,46	1,01	1,47	3,77	9,48	81,92
Там же, глубина 92,1—92,2 м, обр. 2712, из сплошной руды нижней пачки рудного пласта	2,87	37,33	12,82	8,76	5,65	5,33	8,32	18,92	22,81
Там же, глубина 92,4—92,5 м, обр. 2715, из сплошной руды нижней пачки рудного пласта	15,99	32	8,19	10,32	7,22	5,1	3,67	17,51	33,48
Там же, глубина 92,8—92,9 м, обр. 2719, из сплошной руды у подошвы пласта	11,59	26,95	10,09	6,7	3,98	6,77	1,86	32,06	34,94

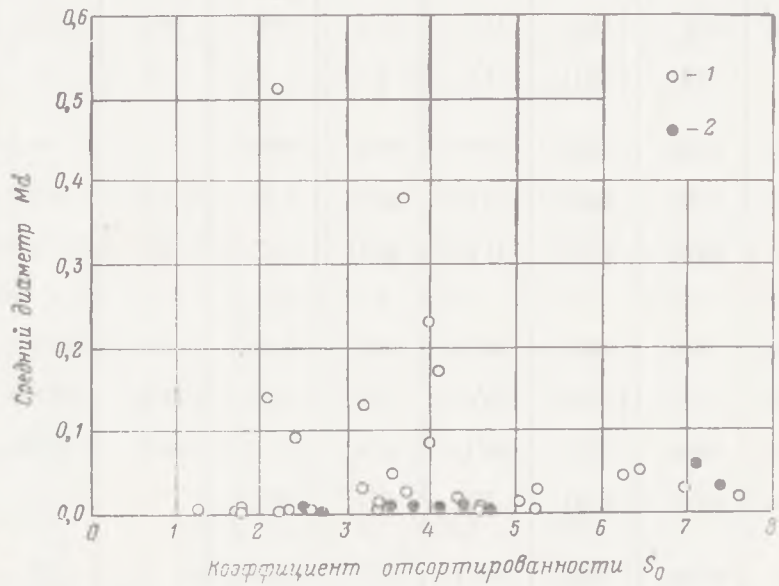
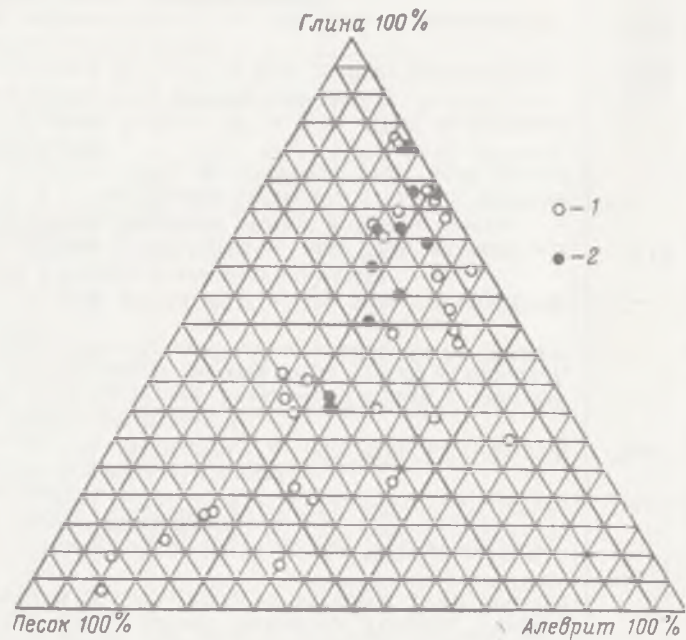


Рис. 20. Гранулометрический состав пород рудного пласта (треугольная диаграмма), средний диаметр и коэффициент отсортированности частиц (график справа)

1 — породы из пласта окисной руды; 2 — породы из пласта карбонатной руды

Пески в рудном пласте распространены в северных, наиболее возвышенных частях рудных залежей, и вблизи выступов кристаллических докембрийских пород. На остальной площади среди окисных и карбонатных руд пески встречаются в самой нижней части пласта. Мощность слоя бедной руды с песчаной породой обычно не превышает 30—40 см. Исключение представляет южная оконечность Больше-Токмакского месторождения, где песчаная порода прослеживается от подошвы до кровли пласта карбонатной марганцевой руды.

Пески, залегающие в рудном пласте, кварцевые, с небольшим количеством ортоклаза, микроклина, кислых плагиоклазов и разнообразных акцессорных минералов. Преобладают мелкозернистые пески с примесью алевритовых зерен и глинистых частиц. Средний размер зерен исследованных проб песков не превышает 0,5 мм, хотя отдельные зерна — 2 мм. Песчаные зерна в различной степени окатанные, алевритовые зерна обычно угловатые и реже острореберные.

Таким образом, соединения марганца накопились вместе с терригенными осадками, характерными для области шельфа.

Комплекс фауны и микрофауны рудного пласта состоит из форм, обитающих в море нормальной солености. Видовой состав и морфологические особенности фауны согласуются с выводом о мелководном характере рудоносных осадков (Соколов, 1901).

Значительный интерес представляют многочисленные находки остатков раковин усонюгих раков *Balanus cf. crenatus* В г и g. и десятиногих раков (крабов) в рудном пласте (Грязнов, 1954, 1956 г.). Баланусы наиболее часты в окисных рудах в нижней трети пласта. В ней вблизи выступов кристаллических пород наблюдаются скопления сцементированного баланусового детрита в виде прослоев известняка (см. рис. 15). В средней и верхней частях пласта обычны разрозненные минерализованные остатки баланусов. Окисно-карбонатные и карбонатные руды более бедны ископаемыми усонюгими. Многочисленные обломки створок баланусов встречаются вместе с зубами акул и редкими иглами морских ежей в грубозернистом гравелистом подрудном песке.

Общепризнано, что баланусы — литоралебионты относятся к наиболее типичной фауне фации прибрежных скал и камней. Современные представители указанного выше вида в наших северных морях в большом количестве обитают на границе между литоральной и сублиторальной зонами, иногда поднимаясь на литорали и на высоту около 1 м над нулем глубин. В местах опресненных, например в Чешской губе, рассматриваемый вид спускается на глубины 5—60 м, где опреснение сказывается значительно слабее. На юг этот вид распространен до Средиземного моря, Калифорнии и южной части Японии, что указывает на способность существования его в довольно значительном интервале температур.

Приведенные выше данные позволяют сделать следующее заключение о глубине моря в области отложения рудоносного горизонта.

1. Нижняя часть рудного пласта на тех участках, где руда содержит много грубого кластического материала и остатков баланусов, образовалась в условиях подвижной среды на небольших глубинах (верхняя половина шельфа, возможно сублиторальная зона).

2. Вышележащие слои руды отлагались в условиях постепенного углубления бассейна в ходе трансгрессии моря.

3. К моменту формирования самой верхней части рудного пласта глубина моря в центре зоны окисных руд составляла не менее 20 м, так как в ряде мест руды лежат на 15—20 м выше, чем в центре зоны окисных руд. В зоне карбонатных руд глубина моря была на 10—20 м, а в районе Больше-Токмакского месторождения на 10—40 м больше, чем в зоне окисных руд.

## ГЛАВА VIII

### ТИПЫ И РАЗНОВИДНОСТИ МАРГАНЦЕВЫХ РУД

#### МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕКСТУРНАЯ КЛАССИФИКАЦИИ РУД

В осадочных морских месторождениях марганца имеются, как известно, две главные формы концентрации этого элемента: а) в виде окислов и гидроокислов; б) в виде карбонатов марганца. Промышленные марганцевые руды подразделяются, соответственно, на окисные и карбонатные.

На Никопольском месторождении в течение длительного времени были известны только окисные руды, а карбонатные марганцевые руды открыты сравнительно недавно. Объясняется это тем, что карбонатные руды пространственно обособлены от окисных и обладают специфическим «нерудным» обликом. Нередко их принимали за известняки и известковые песчаники.

Впервые карбонатные руды были открыты в 1938 г. на Коминтерн-Марьевском участке, в его южной части; в период 1948—1958 гг. открыты значительные площади распространения карбонатных руд на Западной рудоносной территории в междуречье Ингулец—Днепр, на Грушевско-Басанском участке и особенно крупные — в Больше-Токмакском районе.

Кроме окисных и карбонатных руд, имеются окисно-карбонатные, называемые также смешанными, которые состоят из окислов, гидроокислов и карбонатов марганца. К этому типу, кроме собственно окисно-карбонатных руд, в промышленной практике относят смесь окисных и карбонатных руд, получаемую при разработке той части рудной залежи, где окисные руды подстилаются карбонатными.

Разведанные запасы окисных, смешанных и карбонатных руд находятся в соотношении, близком к 25:5:70. Добываются преимущественно окисные руды.

На первом этапе освоения Никопольского месторождения минеральный состав руд детально не исследовался. Так, в известной монографии Н. А. Соколова по геологии месторождения, вышедшей в 1901 г., назван только один рудный минерал — пиролюзит и три нерудных: кварц, полевоый шпат и «желтый и буровато-желтый минерал, представляющий, по всей вероятности, агрегат измененного хлорита (или глауконита?)».

По сообщению П. М. Каниболоцкого (1936б), в 20-х годах минералогией никопольских руд занимался Н. И. Свитальский, который после длительного изучения в 1928 г. установил в них пиролюзит, полианит, псиломелан и вад. Н. И. Свитальский подразделил руды на следующие три разновидности: I — твердая, частью кристаллическая руда, сложенная псиломеланом и полианитом; II — черные конкреции, руда I сорта, сложена пиролюзитом с примесью вада, полианита и псиломелана;



III — бурые конкреции, руда III сорта, сложена вадом с примесью пиролюзита и псиломелана. Результаты исследований Н. И. Свитальским не были опубликованы.

В 30-х годах в связи с широким развитием в СССР производства качественных сталей и соответственно с этим повышением требований к качеству марганцевых руд было произведено детальное изучение состава никопольских руд сотрудниками Днепропетровского научно-исследовательского горнорудного института и Днепропетровского горного института П. М. Каниболоцким, Л. О. Станкевичем и др. (1936). На основе послойного минералогического анализа монолитных пластовых проб, отобранных в штреках шахт, исследователи привели обширный список рудных и нерудных минералов, охарактеризовали их свойства, количественные соотношения и особенности распространения на площади месторождения. Капитальная работа сотрудников ДНИГРИ явилась ценным вкладом в дело изучения вещественного состава руд, однако некоторые положения, изложенные в ней, нуждаются в коррективах вследствие того, что данные микроскопического изучения, не подкрепленные рентгенометрическими и термическими исследованиями, не могут быть признаны достаточными для точной минералогической диагностики. В частности, минералы, названные псиломеланом, могут в действительности быть манганитом или пиролюзитом и наоборот. В связи с этим должны быть частично пересмотрены и выводы о генетических взаимоотношениях рудных минералов. Что касается характеристики других групп минералов, то она во многом сохраняет свое значение до настоящего времени.

В связи с широким развертыванием геологоразведочных работ в Южно-Украинском марганцеворудном бассейне после Великой Отечественной войны минералого-петрографическая характеристика руд пополнена исследованиями, выполненными в Научно-исследовательском институте геологии Днепропетровского государственного университета (В. И. Грязнов, Д. П. Хорошева) и Днепропетровском горном институте (В. А. Передериев, Л. О. Станкевич). Отличительной чертой работ этого периода является применение физических и физико-химических методов исследования минералов: рентгенометрического, термографического, спектрального и др. На этом этапе вопросы классификации руд рассматривались В. А. Передериевым (1951), предложившим текстурную классификацию, и В. И. Грязновым (1955, 1960 г.), подразделившим руды на типы и разновидности с учетом новых данных о минеральном составе и текстурах руд. Последняя классификация (табл. 25—26—27) в отличие от ранее известных схем включает окисные, смешанные и карбонатные руды с их разновидностями. Принципы классификации изложены ниже.

Установлено, что в рудном пласте широко распространены следующие марганецсодержащие минералы: а) минералы группы псиломелана—вернадита (псиломелан, криптомелан, оксигидрокурнакит, вернадит и др.); б) пиролюзит; в) манганит; г) манганокальцит и кальциевый родохрозит. Поскольку минералы группы псиломелана—вернадита обычно присутствуют в виде тесной смеси псиломелана (криptomелана), оксигидрокурнакита и вернадита и все эти минеральные виды в каждом конкретном случае могут быть определены только с помощью специальных исследований, целесообразно на данном этапе их условно объединить в одну группу псиломелана.

По химическому составу марганецсодержащих минералов руды отчетливо подразделяются на три типа: окисные, карбонатные и смешанные, легко различающиеся визуально. Каждый из них слагает рудный пласт целиком на определенной площади или его значительную часть.

Более дробное подразделение главных типов руд на основании комплексов марганецсодержащих минералов связано с выделением

в пласте отдельных слоев с мощностью, измеряемой дециметрами. Задача эта довольно сложная и в практике рудничного опробования ранее не решалась. В результате проведенных НИИ Геологии Днепропетровского университета специальных послойных детальных исследований установлены ассоциации марганецсодержащих минералов, указанные в табл. 25. В каждой из колонок таблицы подтипы расположены с учетом степени распространения их в бассейне от наиболее распространенных к менее распространенным. Названия подтипов составлены по следующему принципу: первым назван минерал, присутствующий в наименьшем количестве, последним — преобладающий.

Таблица 25

**Минералогическая классификация марганцевых руд Никопольского бассейна**

I. Окисные руды	II. Карбонатные руды	III. Смешанные руды
Манганит-псиломелановая Пирролюзит-псиломелановая Манганит-пирролюзит-псиломелановая Манганитовая Пирролюзитовая Манганит-пирролюзитовая Псиломелановая Вернадитовая	Манганокальцит-кальциевородохрозитовая Манганокальцитовая Кальциевородохрозитовая	Манганокальцитовая с манганитовыми пизолитами и конкрециями Манганокальцитовая с включениями псиломелана

Помимо марганецсодержащих минералов, в рудном пласте в значительном количестве присутствуют другие минералы, главным образом нерудные, входящие в состав песчано-глинистой пластовой породы. Это глинистые минералы, терригенный материал алевритовой и песчаной размерности, главным образом зерна кварца и полевых шпатов, аутигенные гидроокислы и силикаты железа и др.

При существующем способе обогащения промывкой большая часть пластовой породы удаляется из руды, поэтому в схеме минералогической классификации в целях ее упрощения состав пластовой породы не показан. Схему можно рассматривать как классификацию промытой руды.

Решающим этапом формирования морфологических особенностей руд был этап диагенеза морского осадка. В ходе диагенеза рудные минералы выделялись среди глинистой, алевритовой или песчаной пластовой породы в виде линзовидных прослоев, линз неправильной формы, желваков и желвачков, которые легко распадаются на угловатые куски и крупинки. При этом возникли также концентрически-слоистые и концентрически-скорлуповатые стяжения. Некоторая часть рудных минералов в виде мелких микроскопических частиц рассеяна в пластовой породе. Все эти виды рудных агрегатов генетически являются конкрециями или конкреционными прослоями, и рудный пласт в целом обычно представляет собой вкрапленную руду. Сравнительно реже, главным образом в районе Больше-Токмакского месторождения, распространены сплошные руды в виде слоя мощностью до 1—1,5 м.

В практических целях следует подразделить руды по минеральному составу и текстурным особенностям на 15 главных разновидностей, указанных в табл. 26.

Преобладающая часть рудного материала в пласте представлена стяжениями неправильной угловатой формы различных размеров. Только некоторые из них по форме подходят к категории типичных

**Классификация марганцевых руд Никопольского бассейна  
по минеральному составу и текстуре**

	Текстурные разновидности руд	Краткая характеристика	Главные минералы
Вкрапленные Рыхлые	Кусковая (желваковая) а) куски массивные; б) куски кавернозные, ячеистые или пористые	<p align="center">I. Окисные руды</p> <p>Рудные стяжения неправильной формы, распадающиеся на угловатые куски, величиной от нескольких до 200—300 мм, различной крепости.</p> <p>Куски неравномерно распределены в песчано-алевритоглинистой вмещающей породе или землистой руде</p>	Псиломелан, манганит, пиролюзит в различных сочетаниях и соотношениях. Кварцевые зерна, глинистые минералы
	Пизолитовая и оолитовая (местное название "дробка")	<p>Концентрически-слоистые рудные стяжения шарообразной или менее правильной формы, величиной до 10 мм, неравномерно распределенные в глинистой, песчано-глинистой породе или землистой руде.</p> <p>Оолиты размером менее 2 мм очень редки</p>	Манганит, пиролюзит или смесь этих минералов. Примесь псиломелана. Глинистые минералы, кварцевые зерна
	Конкреционная (крупнопизолитовая) а) мелкоконкреционная (10—25 мм); б) среднеконкреционная (25—50 мм); в) крупноконкреционная (50—150 мм)	<p>Концентрически-слоистые или концентрически-скорлуповатые рудные стяжения шарообразной, эллипсоидальной или неправильной формы, величиной 10—150 мм, неравномерно распределенные в глинистой, песчано-глинистой породе или землистой руде.</p> <p>Конкреции массивные, крепкие или легко распадающиеся на части—скорлупы</p>	Манганит, пиролюзит или смесь этих минералов. Примесь псиломелана. Глинистые минералы, кварцевые зерна
	Землистая а) сажисто-глинистая; б) сажисто-песчаная	<p>Тонкодисперсные землистые рудные частицы ("сажа") присутствуют в тесной смеси с вмещающей глинистой или песчаной породой, в различном количественном соотношении с ней.</p> <p>Встречаются обычно вместе с кусковой рудой</p>	Псиломелан, вернадит, пиролюзит. Глинистые минералы, кварцевые зерна

	Текстурные разновидности руд	Краткая характеристика	Главные минералы
Вкрапленные Сцементированные	Сцементированная кальцитом (местное название „присуха“)	Кусковая, оолитовая, конкреционная или землистая руда, сцементированная тонкозернистым кальцитом	Минералы соответствующего типа руды и примесь тонкозернистого кальцита в количестве от нескольких до 45%
	Цементационная (местное название „шквар“) (местное название „шквар“)	Крепкая прослойная и кусковая руда, содержащая значительное количество кварцевых и полевошпатовых зерен размером 0,5—3 мм в рудных агрегатах и вмещающей породе. Возникла она в результате цементации песчаного материала соединениями марганца	Манганит, пиролюзит или смесь этих минералов. Значительная примесь псиломелана. 15—60% кварцевых и полевошпатовых зерен в рудных агрегатах и вмещающей породе. Глинистые минералы
Сплошные	Сплошная (прослойная, плитняковая) а) массивная б) кавернозная, ячеистая и пористая	Рудные прослои и линзы протяжением в несколько метров, мощностью 10—30 см, реже более мощные. Поверхности слоев неровные, мощность резко колеблется, состав неоднородный, крепость различная (от слабых до крепких)	Псиломелан с примесью манганита или пиролюзита. Кварцевые зерна, глинистые минералы
Вкрапленные Рыхлые	Кусковая (желваковая) а) стяжения массивные; б) стяжения кавернозные, ячеистые, пористые; в) стяжения с мanganокальцитовыми пизолитами	II. Карбонатные руды Рудные стяжения неправильной формы, распадаются на угловатые куски величиной от нескольких до 300 мм, различной крепости. Реже желваки неправильной формы величиной до 200 мм. Куски и желваки неравномерно распределены в глинистой породе или землистой карбонатной руде	Кальциевый родохрозит и манганокальцит. Глинистые минералы, мелкие кварцевые зерна
	Землистая	Тонкодисперсные землистые рудные частицы присутствуют в тесной смеси с вмещающей глинистой породой в различном количественном соотношении с ней. Встречаются обычно вместе с кусковой (желваковой) рудой	Глинистые минералы, мелкие кварцевые зерна. Кальциевый родохрозит и манганокальцит

	Текстурные разновидности руд	Краткая характеристика	Главные минералы
Вкрапленные	Рыхлые	Цементационная Прослойная и кусковая руда, содержащая значительное количество кварцевых и полевошпатовых зерен размером 0,5—3 мм в рудных агрегатах и вмещающей породе. Возникла в результате цементации песчаного материала соединениями марганца	Кальциевый родохрозит и манганокальцит. Значительная примесь кварца в виде зерен. Глинистые минералы
	Сплошные	Сплошная Рудные прослои и линзы протяжением в несколько метров мощностью 10—30 см, реже более мощные. Поверхности слоев неровные, ямчатые и бугристые, мощность колеблется, состав неоднородный, крепость различная (от слабых до крепких)	Кальциевый родохрозит и манганокальцит. Примесь кальцита. Глинистые минералы и мелкие кварцевые зерна
Вкрапленные	Рыхлые	Кусковая манганокальцит-псиломелановая III. Окисно-карбонатные руды В одном слое совместно присутствуют окисные и карбонатные кусковые руды. Имеются куски, сложенные частично манганокальцитом и частично псиломеланом	Псиломелан, манганокальцит, манганит. Примесь кальцита. Глинистые минералы, кварцевые зерна
	Рыхлые	Кусковая манганокальцитовая с манганитовыми пизолитами Кусковая карбонатная руда включает манганитовые пизолиты, сцементированные манганокальцитом	Манганокальцит, кальциевый родохрозит, манганитовые пизолиты. Глинистые минералы, кварцевые зерна
	Сцементированные	Цементационная манганокальцитовая с манганитовыми пизолитами Кусковая и прослойная руда с манганитовыми пизолитами, содержащая значительное количество кварцевых и полевошпатовых зерен размером 0,5—3 мм в рудных агрегатах и вмещающей породе. Возникла она в результате цементации песчаного материала и манганитовых пизолитов карбонатами марганца и кальция	Манганокальцит, кальциевый родохрозит, манганит. Значительное количество кварцевых зерен в рудных агрегатах и вмещающей породе. Глинистые минералы
Сплошные	Сплошная (прослойная, плитняковая) манганокальцитовая с манганитовыми пизолитами Прослои и линзы карбонатной руды протяжением в несколько метров, мощностью 10—30 см с сцементированными манганитовыми пизолитами	Манганокальцит, кальциевый родохрозит, манганит. Глинистые минералы и мелкие кварцевые зерна	

желваков, поэтому для обозначения указанных руд применяется термин «кусковая руда».

К сплошным рудам отнесены прослои мощностью от 1—2 *дм* до 1—1,5 *м*, залегающие среди других разновидностей руд. На площади Никопольского месторождения мощность сплошных руд не превышает нескольких дециметров. Таким образом, в большинстве случаев это условно сплошные руды, тем более, что при добыче они, как правило, распадаются на куски, которые ничем не отличаются от кусковых руд.

Термин «конкреционные руды» применяется нами только в узком условном смысле для обозначения крупных концентрически-слоистых и концентрически-скорлуповатых стяжений, так как генетически все виды руды являются конкреционными, о чем уже говорилось выше. Другого подходящего термина для обозначения таких стяжений в науке пока нет, так как слово «оолиты» применяется для обозначения очень мелких стяжений размером до 2 *мм*, а термин «пизолиты», происходящий от латинского названия гороха, применяется обычно для стяжений величиной 2—10 *мм*.

Землистые руды, представляющие смесь тонкодисперсных гидроокислов марганца с песчаным или глинистым материалом, подразделены на глинистые и песчаные. К цементированным рудам относятся цементированные кальцитом разновидности кусковых, пизолитовых и конкреционных руд, получившие местное название «присухи».

Наконец, отдельно выделены цементационные руды, образовавшиеся в результате цементации песчаного кварцевого материала марганцевыми минералами. Эти руды, залегающие главным образом в нижней части рудного пласта на контакте с подстилающими песками, имеют характер песчаника с марганцеворудным цементом.

С учетом различий минерального состава в рудном пласте может быть выделено около 70 разновидностей рудного вещества. Они указаны в табл. 27, где с помощью условных обозначений отмечена степень распространения каждой разновидности.

## МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПОВ И РАЗНОВИДНОСТЕЙ МАРГАНЦЕВЫХ РУД\*

### Окисные руды

**Кусковая (желваковая) руда.** Эта наиболее распространенная разновидность состоит из рудных стяжений неправильной формы, заключенных в песчано-алеврито-глинистой породе или землистой руде.

Кусковые руды залегают в рудном пласте слоями, имеющими мощность от нескольких сантиметров до метра. В отдельных пунктах они слагают рудный пласт целиком от подошвы до кровли.

Размер рудных кусков колеблется в широких пределах — от нескольких миллиметров до нескольких дециметров, причем крупные куски имеют характер направильных линз; мощность их — 10—20 *см*, а длина по простиранию — 20—50 *см* и более.

Форма кусков неправильная, обычно угловатая. Поверхность их неровная, строение кавернозное, ячеистое и пористое. Преобладают ячейки неправильной округлой формы размером 2—25 *мм*, реже более крупные. Ориентированы ячейки различно, количество их и размеры варьируют на небольших расстояниях, даже в одном штудфе. Соответ-

\* Описание типов руд и минералов приводится главным образом по материалам исследований, выполненных автором в Научно-исследовательском институте геологии Днепропетровского университета в период 1947—1960 гг. при участии младшего научного сотрудника Д. П. Хорошевой и техника-геолога Л. Я. Кострижниковой, پردازавшей также большую техническую работу по подготовке рукописи к изданию. Химические анализы выполнены Е. В. Ишковой и М. А. Дацковской, кривые нагревания получены Н. И. Елоховской.

ственно меняется текстура — от редкоячейстой до губчатой, шлаковидной.

Каверны, ячейки и поры заполнены нерудным песчано-глинистым материалом или почти пустые. Нередко в них встречается мелкозернистый пиролюзит, выросший в направлении от стенок к центру (рис. 21).

Другой, значительно менее распространенной разновидностью кусковых руд являются массивные стяжения со сглаженными формами — желваки.

Физические свойства и химический состав кусковой (и прослойной) руды зависят от минерального состава и строения.

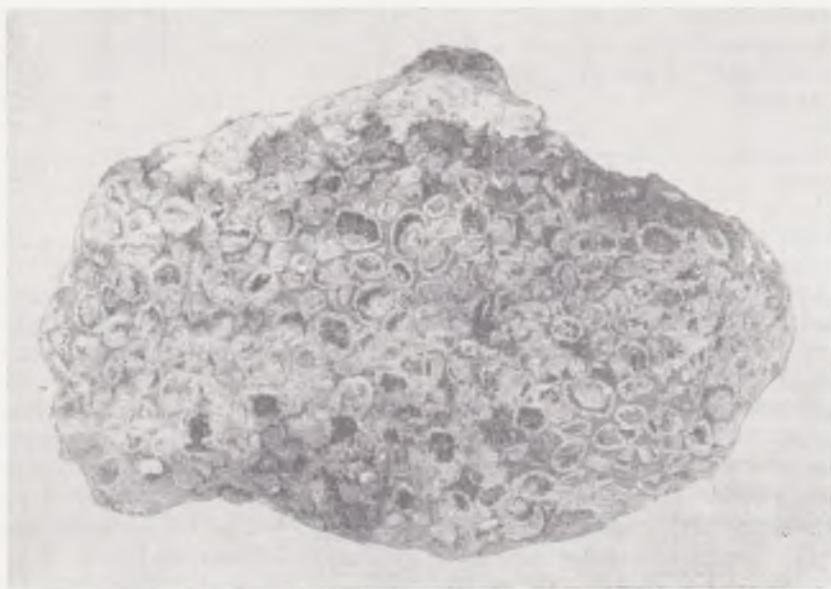


Рис. 21. Кусковая ячейчатая пиролюзит-псиломелановая руда с мелкозернистым пиролюзитом на стенках ячеек (белый). Максимова-Тимошевский участок, шахта 25. Увел. 1,45

Относительное количество рудных стяжений и вмещающей породы в слое кусковой руды бывает различным. Обычно рудное вещество несколько преобладает над вмещающей породой. Местами куски плотную прилегают друг к другу, слагая весь слой, но имеются и такие слои, в которых преобладает вмещающая песчано-глинистая порода или землястая рудная масса, а рудных кусков мало. Широкий диапазон состава вмещающей породы (от глины до песка) еще более увеличивает число разновидностей кусковых руд.

Важно отметить, что состав вмещающей породы определенным образом связан с качеством рудных кусков. Примесь нерудных компонентов содержится не только в порах, ячейках и кавернах, но и в основной массе рудных минералов. Микроскопическое изучение показывает, что в основной рудной массе имеются включения обломочных зерен кварца, полевых шпатов и других нерудных минералов, микроскопические включения глинистого вещества, микроскопические выделения аутигенных минералов. Размер включений от сотых долей до 1—2 мм. Среди обломочных зерен преобладает кварц (90—95%). Мелкие зерна — угловатые, полуугловатые; крупные — слабоокатанные. Зерна распределены неравномерно. Количество их различное: от нескольких процентов до нескольких десятков процентов от общей массы кусков. В первом

Разновидности марганцевых руд Никопольского

Текстура руд	Окис			
	манганит-псиломелановая	пирролюзит-псиломелановая	манганит-пирролюзит-псиломелановая	манганитовая
Сплошная (плитняковая, прослойная)	С	С	С	Р
Кусковая (желваковая)	Ш	Ш	С	Р
Пизолитовая	Р	Р	Р	С
Конкреционная	С	Ш	Ш	С
Землистая глинистая	Р	С	Р	—
Землистая песчаная	Р	С	Р	—
Цементированная кальцитом („присуха“)	Ш	Р	С	Р
Цементационная	С	С	С	С

Распространение: Ш — широкое; С — среднее; Р — редкое.

приближении о количестве нерудных минералов можно судить по содержанию кремнезема и окиси алюминия.

Удалить эти примеси из рудных агрегатов простыми методами обогащения не представляется возможным, поэтому кусковые руды, как правило, обогащаются плохо и в основном дают концентраты низших сортов.

Установлено, что руды с алевритовой и песчаной вмещающей породой содержат в рудных кусках больше примесей, чем руды с глинистой вмещающей породой. Особенно загрязнены кварцевыми зернами руды, располагающиеся в нижнем песчаном слое пласта. Такие бедные кусковые руды рассматриваются нами ниже в разделе «Цементационные руды».

Рудные минералы кусковых руд представлены минералами группы псиломелана — вернадита с примесью манганита, пирролюзита или обоих последних минералов.

Стяжения, состоящие из псиломелана — вернадита, имеют невысокую механическую крепость, объемный вес порядка 2—3, сравнительно низкое содержание марганца. Химический состав такой руды, отмытой от вмещающей породы, представлен пробами 8-Б и 6458 в табл. 28. Проба 8-Б взята из слоя ячеистой руды, лежащего в верхней части рудного пласта в Богдановском карьере. Подготовка руды к анализу состояла в дроблении до 3—5 мм и удалении глинистого материала. Проба 6458 — мытая кусковая руда из второго слоя (считая от кровли пласта) керна скв. 3153—бис, расположенной в центре Западной рудоносной площади.

Эти пробы имеют близкий химический состав. Содержание Mn — 35,26 и 36,5%, причем почти весь марганец присутствует в четырехвалентной форме, а количество закиси марганца невелико — 2,26 и 3,15%. Много кремнезема (14,2—16,42%) и довольно много окиси алюминия, что свидетельствует о примеси глинистых минералов. Данные о составе вещества псиломеланового типа и типа вада приведены также в табл. 43 и 49. Содержание Mn в образцах — 35—46%.

Примесь пирролюзита или манганита в кусковой руде обычно улучшает ее качество, что можно видеть из анализов проб 6404 и 6430 (см. табл. 28). Проба 6404 — мытая кусковая руда, содержащая манганит, — взята из слоев 3,4 и 5 рудного керна скв. 200 в северной части Запад-



## бассейна и степень их распространения

ные				Карбонатные			Смешанные	
пиролузитовая	манганит-пиролузитовая	псиломелановая	псиломелан-верналитовая (окисленная)	мангано-кальцит-кальциево-родохрозитовая	мангано-кальцитовая	кальциево-родохрозитовая	мангано-кальцитовая с манганитовыми пизолитами	мангано-кальцитовая с включениями псиломелана
Р	Р	Ш	Р	Ш	Р	С	Р	Р
Р	Р	Ш	Р	Ш	Р	С	С	С
С	С	—	—	—	—	—	—	—
Р	Ш	—	—	Р	Р	Р	—	—
Р	Р	Ш	—	Р	Р	Р	—	—
Р	Р	Ш	—	Р	Р	Р	—	—
Р	Р	Ш	—	—	—	—	—	—
С	С	С	Р	С	С	С	С	Р

ной рудоносной площади. Проба 6430 мытой кусковой руды с примесью пиролузита отобрана из слоя 7 керна скв. 278 на том же участке.

Руды, в которых манганит преобладает над другими минералами, отличаются высокой крепостью (куски раскалываются молотком лишь при сильном ударе). Представление о химическом составе манганитовых кусков дает анализ обр. 7100 (см. табл. 28) массивной манганитовой прослойной руды Западной рудоносной площади. При суммарном количестве кремнезема и окиси алюминия, равном 5,37%, содержание Mn в нем равно 51,87%. Результаты химических анализов манганитовых масс из кусковой и прослойной руд приведены также в табл. 38. В зависимости от содержания кварца, глинистых минералов и других примесей количество Mn в манганитовых агрегатах — 41,07—61,97%.

Примесь пиролузита в манганитовой руде внешне проявляется в виде некоторого отличия в цвете, более светлом, чем у манганита, и пониженных твердости и крепости по сравнению с манганитом. Разница в химическом составе выражается увеличением содержания двуокиси марганца, уменьшением содержания закиси марганца и величины потерь при прокаливании. Однако общее содержание марганца в молекуле манганита и пиролузита практически почти одинаково. Поэтому качество пиролузит-манганитовых руд зависит, в первую очередь, от содержания нерудных примесей, а не от относительного количества манганита и пиролузита.

О составе более или менее чистой пиролузитовой руды массивного строения можно судить по обр. 7101 на Западной рудоносной площади (см. табл. 28). Содержание Mn в пробе превышает 52% при суммарном количестве кремнезема и окиси алюминия 5,01%. Химический состав пиролузитовых масс из кусковых руд различных месторождений бассейна представлен также в табл. 36, из которой видно, что исследованные образцы имеют 43,38—51,37% Mn. Содержание в них двуокиси марганца 50,96—80,44%. Пробы с пониженным количеством двуокиси марганца, по-видимому, кроме пиролузита, содержат примесь других марганцевых минералов (манганит, псиломелан).

**Пизолитовая и конкреционная руды.** Пизолитовая и конкреционная руды представляют концентрически-слоистые стяжения более или менее шарообразной формы, включенные в песчано-глинистую породу или

## Химический состав окисных кусковых и прослойных руд (промытая руда)

Компоненты	№ проб						
	7100	7101	7070	8-Б	6458	6404	6430
SiO <sub>2</sub>	4,36	3,6	19,14	16,42	14,2	9,34	14,08
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,12	0,12	0,27	0,21	0,11	0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,01	1,41	2,61	2,95	2,99	2,33	0,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,12	0,8	1,6	2,55	3,03	1,91	1,12
FeO	Нет	Нет	Нет	Следы	Следы	Нет	Нет
MnO	27,65	0,17	Нет	2,26	3,15	8,68	6,03
MnO <sub>2</sub>	48,24	82,57	51,72	53,02	53,89	57,8	65,62
CaO	0,78	1,51	11,36	1,23	1,96	1,62	1,56
MgO	0,16	0,58	0,65	0,94	0,83	1,26	0,92
BaO	0,09	0,12	0,08	0,11	0,1	0,12	0,14
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,51	0,32	0,64	1,13	1,53	1,53	0,64
NiO	0,14	Нет	0,16	0,1	0,28	Нет	0,3
CoO	Следы	Нет	Следы	Следы	Следы	Нет	Следы
SO <sub>3</sub>	0,34	0,28	0,34	0,38	0,37	0,37	0,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,67	0,67	0,47	0,25	0,53	0,41	0,29
H <sub>2</sub> O	0,26	1,52	0,4	1,86	1,3	2,16	0,18
П.п.п.	13,49	6,82	10,6	15,86	15,94	13,04	8,12
С у м м а	98,94	100,49	99,89	99,33	100,31	100,68	100,35
Мп	51,89	52,31	32,69	35,26	36,5	43,25	46,14
Р	0,31	0,31	0,21	0,11	0,24	0,19	0,13
Р : Мп	0,006	0,0059	0,0064	0,0031	0,0066	0,0044	0,0028
СО <sub>2</sub>	1,1	2,2	10,78	2,64	2,86	2,64	2,2

7100 — манганитовая прослойная; 7101 — пиролюзитовая прослойная; 7070 — кусковая пиролюзит-псиломелановая; 8-Б — кусковая псиломелановая; 6458 — кусковая псиломелановая; 6404 — землястая с манганитовыми кусками; 6430 — землястая с пиролюзитовыми кусками.

Обр. 7070 из Новоселовского карьера, остальные из карьеров и скважин Западной рудоносной площади.

землистую руду. Прослой пизолитовых и конкреционных руд имеют мощность от нескольких сантиметров до 1—1,5 м, реже до 2 м.

Размер стяжений от мелких оолитов диаметром менее 1 мм до крупных конкреционных образований до 150 мм в поперечнике. В геологическом музее РУ им. Орджоникидзе имеется крупная манганитовая конкреция из Александровского карьера. Форма ее — неправильный трехосный эллипсоид с осями 22, 20 и 17 см. Вес конкреции 11,3 кг. Оолитовые руды редки и практического значения не имеют. Наиболее распространены пизолитовые (2—10 мм), мелкоконкреционные (10—25 мм) и среднеконкреционные (25—50 мм) руды.

Конкреции и пизолиты распределяются в рудном слое равномерно или неравномерно. Некоторые слои сплошь состоят из конкреций, прилегающих друг к другу, но чаще конкреции бывают разделены вмещающей породой или рассеяны в ней. Местами отмечается приуроченность стяжений одинаковых размеров к определенным слоям (см. рис. 16).

Вмещающей породой у конкреционных руд обычно бывает нормальная глина, реже — алевритовая или песчаная. Глина часто содержит тонкодисперсные гидроокислы марганца, окрашивающие ее в черный цвет. На отдельных участках месторождений глинисто-песчаная вмещающая порода конкреционных руд сцементирована кальцитом.

Пизолиты имеют округлую форму, близкую к шарообразной или слабо приплюснутую. Поверхность их более или менее гладкая. В изломе наблюдается концентрическая слоистость, иногда скорлуповатое строение. Структура рудного минерала скрытокристаллическая, микрoзернистая, тонкозернистая, реже мелкозернистая. В концентрически-скорлуповатых пизолитах в пустотах встречаются выделения кальцита. В центре пизолитов, как правило, бывает заключено кварцевое зерно в 0,5—2 мм, зерно глауконита или другого минерала.

Имеются три разновидности пизолитовых руд: манганитовые, манганит-пиролюзитовые и пиролюзитовые. Манганитовые пизолиты значительно крепче и тверже пиролюзитовых. Все три разновидности представляют руды высокого качества, так как содержание  $\text{SiO}_2$  в пизолитах обычно не превышает 8—10%. Содержание Mn в мытой пизолитовой руде из Новоселовского карьера — 49,99% (проба 7091, табл. 29), а в отдельных пизолитах из Богдановского карьера — 54,38% (табл. 37, обр. 22).

Манганитовые пизолиты, как это видно (см. табл. 39) по данным анализа обр. 64/6032 и др., содержат 50—56% Mn (40—50%  $\text{MnO}_2$  и около 25%  $\text{MnO}$ ).

Манганит-пиролюзитовые пизолиты представляют промежуточный продукт превращения манганита в пиролюзит в результате окисления. Оба минерала тесно связаны друг с другом и различить их даже при самых больших увеличениях микроскопа не всегда удается, так как зерна очень мелкие. Однако рентгенометрия, термография, химический анализ совершенно отчетливо указывают, что оба минерала находятся в смеси.

Химический состав манганит-пиролюзитовых пизолитов средний между составом манганитовых и пиролюзитовых пизолитов и колеблется в зависимости от относительного количества этих минералов. Общее содержание Mn в манганит-пиролюзитовых пизолитах такое же, как в манганитовых и в пиролюзитовых.

Конкреции большей частью имеют форму неправильную шарообразную, эллипсоидальную, лепешковидную и др. Поверхность у них, как правило, неровная, бугристая, состоящая из полушарий диаметром около 1 см, покрывающих конкрецию. На поверхности самых крупных конкреций выделяются крупные (3—4 см) бугры, покрытые более мелкими бугорками полушарами диаметром 0,5—1 см. В расколе обнаруживается концентрически-слоистое или концентрически-скорлуповатое фестончатое строение (рис. 22, 23, 24). Мелкие и средние конкреции настолько крепкие, что сохраняют свою форму, пройдя дробильные устройства и промывочные машины. Крупные конкреции при извлечении их из рудного пласта обычно распадаются на части — скорлупы различной величины, толщиной 1—30 мм.

В порых и концентрических трещинах в конкрециях часто имеются включения железистой глины или землистого кальцита.

По минеральному составу конкреции манганитовые, манганит-пиролюзитовые и пиролюзитовые. Кроме того, среди крупных конкреций имеются экземпляры неоднородные по минеральному составу. Ядро таких конкреций представлено манганитом, пиролюзитом или скрытокристаллической смесью этих минералов, а наружная часть — минералами группы псиломелана — вернадита. Вследствие такого строения и состава мелкие и средние конкреции дают руды более высокого качества, чем крупные конкреции. На стенках пустот и трещин внутри конкреций часто встречаются щетки мелких призматических кристаллов манганита или пиролюзита. Размер кристаллов не превышает 0,15—0,2 мм.

Структура рудного вещества конкреций обычно криптозернистая, реже тонко- и мелкозернистая.

О химическом составе промытой конкреционной пиролюзитовой руды можно судить по данным анализа пробы 7027 (табл. 29) из Александровского карьера. Анализировались конкреции размером 4—5 см и куски распавшихся на части более крупных конкреций. Содержание  $MnO_2$  в пробе 80%, содержание  $Mn$  — 50,56%.

Состав существенно пиролюзитовых масс из конкреционных руд приведен в табл. 37 (обр. 7039, 706/8300, 88, 482).



Рис. 22. Внешний вид марганцевых конкреций

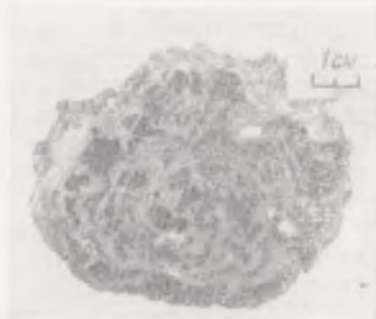


Рис. 23. Приполированный разрез марганцевой конкреции

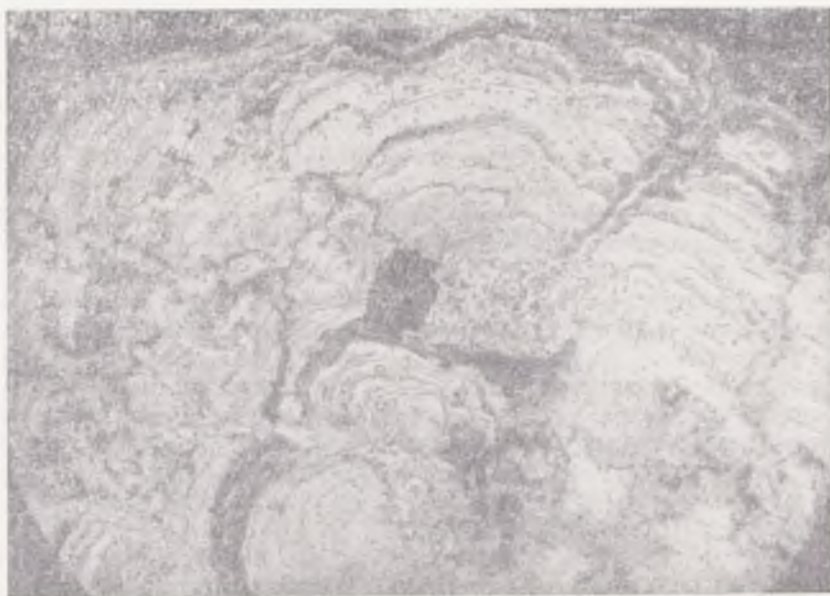


Рис. 24. Приполированный разрез рудной конкреции, состоящей из скрытокристаллической смеси пиролюзита и марганита. Марьевский участок, шахта 12. Увел. 6.

Марганцевые конкреции при элементарном составе, близком к составу пиролюзитовых конкреций, обладают более высокой механической стойкостью, что позволяет получать из них весьма высококачественный концентрат. Проба 7055 (см. табл. 29) представляет крупные марганцевые конкреции (до 8 см), распадающиеся на части. Конкреции отобраны из пласта смешанной руды в Марьевском карьере. Содержание  $Mn$  в пробе — 50,65%, при невысоком содержании  $P$ , что позволяет отнести исследованный материал к концентрату сорта «А». Другие ана-

## Химический состав окисных пизолитовых и конкреционных руд (промытая руда)

Компоненты	№ проб				
	7091	7027	6469	6511	7055в
SiO <sub>2</sub>	8,4	5,88	11,24	5,66	7,5
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,1	0,12	0,13	0,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,8	1,06	0,85	1,19	1,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,96	1,91	3,99	1,27	0,96
FeO	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы
MnO	Нет	Нет	15,6	31,45	28,89
MnO <sub>2</sub>	79,1	80	53,83	44,76	44,76
CaO	1,62	2,8	0,78	1,4	1,34
MgO	0,4	0,58	0,24	0,55	0,56
BaO	0,1	0,08	0,08	0,14	0,1
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,39	0,49	1,02	0,62	0,32
NiO	0,14	Нет	0,12	0,12	Нет
CoO	Следы	Нет	Следы	Следы	Нет
SO <sub>3</sub>	0,35	0,38	0,28	0,39	0,35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,36	1,25	0,4	0,33	0,32
H <sub>2</sub> O	0,68	0,2	0,52	0,1	0,16
П.п.п	6,24	5,56	11,42	11,8	12,8
<b>С у м м а</b>	<b>100,66</b>	<b>100,29</b>	<b>100,49</b>	<b>99,91</b>	<b>99,42</b>
Mn	49,99	50,56	46,09	52,63	50,65
P	0,16	0,57	0,18	0,15	0,15
P : Mn	0,0033	0,0113	0,6037	0,0028	0,003
CO <sub>2</sub>	1,98	2,64	1,1	1,98	1,98

7091 — пизолитовая пиролюзитовая руда; 7027 — конкреционная пиролюзитовая; 6469 — конкреционная манганит-пиролюзитовая с желвачками псиломелана; 6511 — манганитовые пизолиты величиной 2—5 мм, извлеченные из окисно-карбонатной руды; 7055в — манганитовые конкреции, распадающиеся на части, извлеченные из смешанной руды.

Обр. 7027, 6469, 6511 из Западно-Никопольского месторождения; обр. 7091 из Новоселовского карьера; обр. 7055в из Марьевского карьера.

лизы манганитовых конкреций также показали содержание Mn около 53% (см. табл. 39, обр. 501, 101, 3925 к), однако содержание P в обр. 501 оказалось повышенным. Манганитовые скорлупы из скв. 322 Больше-Токмакского месторождения (см. табл. 55, обр. 2249—0) содержали 44,14% Mn.

Примесь псиломелана в конкреционных рудах снижает их качество, что видно из анализа пробы 6469 (см. табл. 29) крупноконкреционной манганит-пиролюзит-псиломелановой руды из скв. 908-бис. Эта проба после промывки представляла обломки манганит-пиролюзитовых конкреций и псиломелановые желвачки. Содержание Mn в ней 49,09%, P — 0,18%.

**Землистая руда.** Значительная часть соединений марганца находится в рудном пласте в виде тонкодисперсных частиц, рассеянных в песчано-глинистой вмещающей породе или насыщающих песчано-глинистый слой. Такая землистая руда содержит, кроме того, мелкие рудные агрегаты-крупинки величиной от долей до нескольких миллиметров.

Окисные землистые руды за их черный цвет называют также сажи-стыми. Они сложены преимущественно гидроксидами марганца типа вернадита и псиломеланов. Менее распространены землистые руды с примесью тонкодисперсного пиролюзита и манганита.

В зависимости от состава вмещающей породы различаются глинистая и песчаная землистые руды. Первая получила название сажисто-глинистой, вторая — сажисто-песчаной. В сажисто-глинистой руде микроскопические частицы гидроокислов марганца образуют скопления в виде прожилков и гнезд неправильной формы или сплошь пигментируют породу. Сажисто-песчаная руда содержит также налеты и корочки гидроокислов марганца на зернах кварца и других нерудных минералов.

Обе разновидности землистых руд бедны марганцем, несмотря на обманчивый черный цвет. Обычно содержание Mn не превышает 10—15%. Количество P, наоборот, несколько повышено. Более богатая сажистого вида пиролюзитовая руда встречается очень редко и в незначительном количестве.

Землистая сажисто-глинистая руда приурочена главным образом к верхней части рудного пласта. Сажисто-песчаные разновидности, наоборот, залегают у подошвы пласта и преимущественно в зоне выклинивания рудного пласта близ северных границ рудных залежей.

Землистыми гидроокислами марганца почти повсеместно сопровождаются другие разновидности руд: широко распространены кусково-землистая и землисто-кусовая руды, в которых сажисто-глинистая порошковатая руда вмещает рудные куски; менее развиты конкреционно-землистые руды.

При обогащении руд мокрым гравитационным способом землистые гидроокислы марганца почти полностью уходят в шлам. В настоящее время с этим процессом связаны главные потери марганца при обогащении. Как можно судить по указанным структурным особенностям землистых руд, для извлечения дисперсных гидроокислов марганца должны применяться дополнительные операции: магнитная сепарация, флотация шламов или химическое обогащение.

**Руда, цементированная кальцитом.** Некоторые участки рудного пласта в Никопольском бассейне подвергались цементации карбонатом кальция. Участки приурочены главным образом к окраинам рудных залежей с наибольшими высотными отметками почвы рудного пласта. Так, на Западной рудоносной площади цементированные руды распространены в северной части залежи близ р. Соленая, где они были вскрыты Богдановским карьером и шахтами 16 и 17. В разрезе пласта цементированные руды обычно тяготеют к нижней и средней частям пласта.

Цементация, по-видимому, является эпигенетическим процессом, связанным с движением карбонатных вод в рудовмещающей толще. Она затрагивает руды различного типа: кусковые, конкреционные, землистые. Цементированные руды лестрого черно-белого цвета. Они крепче обычных нецементированных руд, заметно труднее поддаются отбойке. Местное название этих руд — «присуха» — происходит, по-видимому, от понятия сохнуть, затвердевать.

Кальцит, цементирующий руду, сам по себе не является вредной примесью, однако он скрепляет частицы вмещающей породы между собой и с рудными агрегатами. Поэтому цементированная руда обычно плохо обогащается промывкой и отсадкой. В связи с этим слой такой руды, лежащий у подошвы пласта, нередко оставляют в недрах.

Состав вмещающей породы в руде, цементированной кальцитом, варьирует в зависимости от того, какая порода подвергалась цементации — глинистая или песчаная — и в каком количестве присутствует кальцит. Известны разновидности от известкового песчаника до известково-доломитового мергеля. Цементация редко бывает сплошной.

Кальцит представлен мелкозернистым, тонкозернистым и пелитоморфным материалом. Доломит обычно встречается в виде редких ромбоэдрических зерен, но в некоторых пунктах вблизи контактов рудного

пласта с кристаллическими докембрийскими породами присутствует в значительном количестве (у северной границы Марьевского участка). Рудные агрегаты (куски, конкреции) образуют сростки с кальцитизированной породой. Последняя внедряется в рудное вещество по трещинам и заполняет пустоты — ячейки и поры.

Химические анализы наиболее распространенных разновидностей цементированных руд приведены в табл. 30.

Таблица 30

Химический состав смешанных и цементированных руд (промытая руда)

Компоненты	№ проб			
	6450	7033	7102	16-Б
SiO <sub>2</sub>	10,58	9,8	21,36	8,16
TiO <sub>3</sub>	0,14	0,16	0,12	0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,25	2,24	1,21	2,26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,39	0,8	1,12	1,28
FeO	Следы	Нет	Нет	Нет
MnO	22,05	"	2,83	1,41
MnO <sub>2</sub>	23,03	59,97	22,6	46,5
CaO	9,46	5,48	25,82	15,74
MgO	2,27	3	1,02	2,02
BaO	0,1	0,06	0,06	0,06
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,6	0,6	0,28	1,12
NiO	Нет	0,1	0,24	Нет
CoO	"	Следы	Следы	"
SO <sub>3</sub>	0,39	0,35	0,28	0,48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,94	0,32	0,35	0,37
H <sub>2</sub> O	0,46	5,74	0,48	2,3
П.п.п.	24,26	11,5	22,5	18,68
С у м м а	98,92	100,12	100,27	100,51
Мп	31,62	37,9	16,47	30,48
Р	0,43	0,15	0,16	0,17
Р : Мп	0,0136	0,004	0,0097	0,0056
СО <sub>2</sub>	11,88	8,58	22	15,4

6450 — кусковая манганокальцит-псиломелановая руда; 7033 — псиломелан-вернадитовая (окисленная); 7102 — цементированная конкреционная; 16-Б — цементированная кусковая.

Все пробы из Западно-Никопольского месторождения.

Проба 16-Б представляет кусковую цементированную руду из Богдановского карьера. Кальцитовый цемент в ней тонкозернистый и мелкозернистый, составляет около 30% рудной массы. Содержание SiO<sub>2</sub> в данном образце невысокое (8,16%). Обычно SiO<sub>2</sub> содержится в количестве 15—25%. Мп в пробе — 30,48%, т. е. качество руды низкое.

Цементированная конкреционная руда представлена в табл. 30 пробой 7102. Тонко- и мелкозернистого CaCO<sub>3</sub> в ней содержится около 45%, SiO<sub>2</sub> — 21,36%, Мп мало — 16,47%.

Эффективное обогащение цементированных руд возможно лишь после тонкого измельчения.

Характерный пример цементированной руды представляет проба из шахты № 9 Западной рудоносной площади, где такая руда залегает несколькими слоями в нижней половине рудного пласта. Проба весом 500 кг взята из слоя мощностью 0,2 м, находящегося в 0,5 м от подошвы пласта.

Детальные минералогические исследования показали, что рудная часть в пробе состоит преимущественно из псиломелановых и манганит-пирролюзит-псиломелановых желваков. Около 15% занимают конкреции: манганит-пирролюзитовые (преобладают) и пирролюзит-манганитовые с примесью псиломелана.

Вмещающая порода представлена песчано-алевритом-глинистым материалом, неравномерно сцементированным микрозернистым и тонкозернистым кальцитом.

Минеральный состав исходной пробы следующий: марганцеворудные минералы — 45%,  $\text{CaCO}_3$  — 25%,  $\text{SiO}_2$ , глинистые минералы и др. — 30%. Содержание Mn в исходной пробе — 24%. После дробления до величины частиц менее 25 мм, лабораторной промывки и грохочения получены продукты следующего состава (табл. 31).

Таблица 31

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, %					
		Mn	Fe	P	CaO	SiO <sub>2</sub>	S
Сырая руда	100	24	1,75	0,124	21,9	17,3	0,007
Мытая руда	80,9	26,1	—	0,111	—	—	—
Класс 25—12 мм	29,2	17,3	0,49	0,077	35,2	11,9	0,012
"    12—18    "	15,1	31,7	0,56	0,118	17	11,04	0,019
"    8—5    "	7,3	42	0,56	0,131	9,3	7,8	0,019
"    5—3    "	2,5	36,1	1,06	0,123	15,2	11,02	0,012
"    3—0    "	26,8	27,6	1,34	0,137	12,1	24,24	0,024
Шлам	19,1	13,2	—	0,178	—	—	—

Мытая руда в целом лишь на 2% богаче марганцем, чем исходная сырая руда, т. е. промывка мало эффективна в применении к сцементированной руде.

В результате грохочения получены продукты с различным содержанием Mn,  $\text{SiO}_2$  и CaO. Наиболее богаты марганцем частицы класса 8—5 (42% Mn). В этом классе содержания CaO и  $\text{SiO}_2$  минимальные.

Самые бедные классы — наиболее крупный и наиболее мелкий. Первый (25—12 мм) по содержанию Mn уступает даже исходной руде. В нем сосредоточено максимальное количество кальцита. Класс 3—0 мытой руды характерен повышенным содержанием кремнезема.

Фосфор присутствует во всех классах в сходных количествах. Содержание его увеличивается от крупных фракций к мелким.

**Цементационная руда.** К цементационной руде относятся прослойные и кусковые руды, содержащие в рудных агрегатах значительное количество кварцевых и полевошпатовых песчаных зерен размером 0,5—3 мм. Цементная микроструктура руды возникла в результате цементации песчаного материала соединениями марганца (рис. 25). Цементационные руды приурочены главным образом к подошве рудного пласта, залегая здесь слоем мощностью до 0,3—0,5 м. Мощность этой пачки возрастает на участках больших абсолютных высотных отметок рудного пласта, т. е. на участках, расположенных ближе к береговой линии бывшего морского бассейна.

Минеральный состав цементационных руд весьма разнообразный. В зоне окисных руд цемент сложен псиломеланом, манганитом, пирролюзитом или смесью окисных минералов марганца. Структура рудного псиломелан-вернадитового цемента ступчатая коллоидная или скрытокристаллическая. Пирролюзитовый и манганитовый цемент варьируют от скрытокристаллического до тонкозернистого. Часто в массе цемента наблюдаются реликтовые оолитовые структуры. В трещинах и пустотах



встречаются друзы мелких (до 0,2 мм) кристаллов манганита или пиролюзита.

Зерна кварца и других нерудных минералов погружены в цемент и обычно не соприкасаются между собой. Как известно, такой тип цементации (базальный) рассматривается как указание, что цемент был более обилён, чем зерна, и отлагался одновременно с ними или раздвигал их в процессе своей кристаллизации. Имеются также признаки замещения нерудных зерен окислами марганца. Реже встречается цемент пор.

Форма нерудных зерен, их размер, количество, характер распределения в цементе значительно варьируют. Кроме угловатых зерен але-

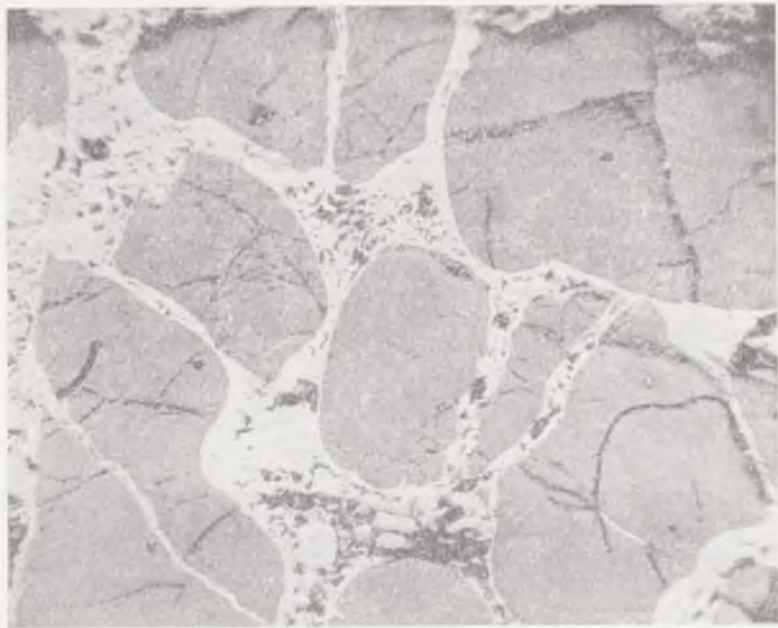


Рис. 25. Цементационная руда. Манганит (белый) цементирует крупные кварцевые зерна (серые). Полированный шлиф 2965. Увел. 40

ритовой размерности, характерных для всех разновидностей руд, цементационные руды содержат более крупные песчаные зерна, величиной 0,1—2 мм, реже до 3 мм. Форма их более правильная, округленная, количество—10—50% веса рудных агрегатов. Вмещающая порода цементационных кусковых руд обычно представлена таким же крупно- и грубопесчаным материалом.

Химический состав мытой цементационной руды находится в зависимости от содержания кварцевых и других нерудных частиц. Существуют многочисленные разновидности, переходные от «чистых» кусковых до весьма бедных руд, в которых содержание Mn—15—20%, а количество SiO<sub>2</sub>—свыше 50%.

В табл. 32 представлены результаты промывки и классификации пробы манганит-псиломелановой кусково-землистой цементационной руды из шахты 22 РУ им. Орджоникидзе. Проба весом 500 кг была взята из слоя мощностью 0,4 м у подошвы пласта. Промывка произведена в институте «Механообрчермет» после дробления до величины меньше 25 мм.

Промывка практически не дала увеличения содержания Mn или снижения содержания P. В результате грохочения мытой руды выяснено, что наиболее богатые продукты (38,3—40,5% Mn) представляют

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, %				
		Mn	P	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe
Сырая руда	100	30	0,209	31,5	4,6	2,24
Мытая руда	92,1	30,7	0,203	—	—	—
Класс 25—12 мм	21,8	40,5	0,251	21,64	2,19	1,62
• 12—18 "	9,7	38,4	0,197	20,26	2,4	2,25
• 8—5 "	4,3	38,3	0,189	19,1	2,82	2,68
• 5—3 "	2,8	35,6	0,174	22,2	3	2,75
• 3—0 "	53,5	24,5	0,182	42,92	5,46	2,96
Шлам	7,9	21,2	0,283	—	—	—

крупные классы. Выход их составляет 35,8% от исходной сырой руды. Количество фосфора максимальное в классе 25—12 мм и в шламе, а в промежуточных классах пониженное по сравнению с сырой рудой.

При дроблении цементационной руды образуются сростки марганцевых минералов с кварцем, поэтому эффективные результаты могут быть достигнуты лишь при измельчении руды до размера вкрапленных нерудных зерен, т. е. примерно до 0,1 мм, и последующего обогащения магнитной сепарацией или флотацией.

В настоящее время прослой некондиционных цементационных руд оставляют в недрах, если они лежат у подошвы пласта. Прослой, расположенные в середине пласта, добываются и обогащаются. При этом они дают в основном руду III сорта, спрос на которую невелик.

Необходимость сложного обогащения цементационных руд отпадает, если будут изысканы способы употребления их в мытом виде для получения силикомарганца или других марганцевых сплавов. Соответственно будут уменьшены потери марганца в недрах.

**Сплошная руда.** Сплошные (плитняковые, прослойные) руды залегают в рудном пласте в виде одиночных прослоев, имеющих мощность от нескольких сантиметров до 0,5 м. Прослой бывают более или менее выдержанными, но чаще имеют характер линз, простирающихся на несколько метров. Мощность их довольно резко колеблется. Нижняя и верхняя поверхности слоев неровные, ямчатые и бугорчатые. Руда, как правило, неоднородная, имеет вид кусков и конкреций, слившихся вместе.

Минеральный состав, текстуры и структуры сплошных руд такие же, как у кусковых руд. При добыче, транспортировке и дроблении сплошные руды распадаются на куски, аналогичные кусковым рудам. Сплошные руды можно подразделить на ряд разновидностей, аналогичных разновидностям кусковых руд. В связи с этим нет необходимости описывать эти руды отдельно. К ним полностью относится приведенная выше характеристика кусковых руд. Там же рассматривается химический состав прослойных руд (см. табл. 28). Следует отметить, что имеются цементационные прослойные руды такого же состава, как цементационные кусковые руды.

### Карбонатные руды

**Кусковая (желваковая) карбонатная руда.** Кусковые руды — наиболее распространенная разновидность карбонатных марганцевых руд — залегают в рудном пласте прослоями, мощностью от нескольких дециметров до полной мощности пласта.

Куски и желваки заключены в глинистой, алевроитовой или песчаной вмещающей породе. Преобладают остроугольные стяжения — куски, менее распространены желваки.

Рудные стяжения состоят из тонкозернистой и скрытокристаллической плотной массы кальциевого родохрозита и манганокальцита, в которую в переменном количестве включены кластические кварцевые зерна. Иногда рудный карбонат цементирует глинистые и манганокальцитовые пизолиты и конкреции величиной 0,3—5 см.

Размеры кусков различные — от нескольких миллиметров до нескольких дециметров. Крупные куски при извлечении из рудного пласта обычно распадаются на части размером 5—20 см, но нередко встречаются куски в виде линз мощностью 10—20 см и протяжением до 1 м. Форма рассматриваемых стяжений неправильная, угловатая. Строение массивное или кавернозное, ячеистое, пористое (рис. 26, 27).

Желваки отличаются от кусков меньшей угловатостью, некоторой сглаженностью формы, более определенными размерами (обычно

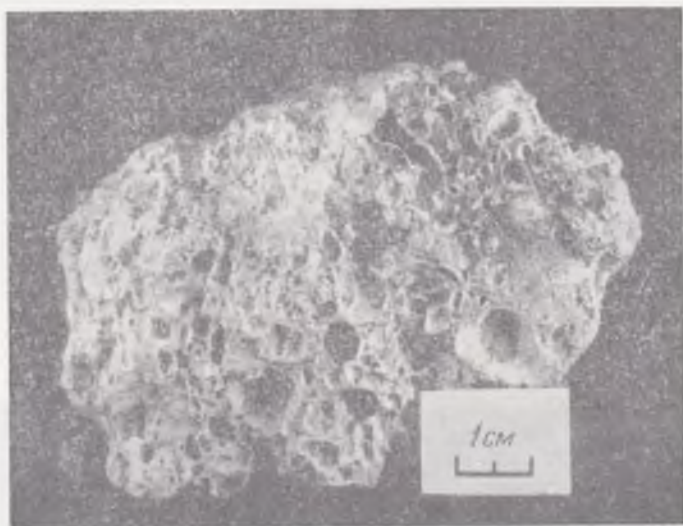


Рис. 26. Ячеистая текстура карбонатной марганцевой руды. Штуф.

2—10 см). Форма желваков неправильная, усложненная выступами и впадинами (рис. 28). Обычно желвак бывает вытянут в одном каком-нибудь направлении. Некоторые стяжения несколько сплюснуты по вертикали. Поверхность желваков неровная, с углублениями, канавками и валиками разной величины и формы. Иногда встречаются сквозные или слепые каналы диаметром 3—10 мм, являющиеся, по-видимому, ходами червей. Имеются также мелкие поры (1—2 мм).

Цвет карбонатной массы желваков серый, от светло- до темно-серого, часто с зеленоватым или желтоватым оттенком, причем разностям с высоким содержанием Mn свойственны темные тона и значительная крепость, а образцы, богатые окисью кальция, обычно более светлые и менее крепкие.

Типичный химический состав рудных стяжений представлен пробами 6437 и 6439 в табл. 33. О среднем химическом составе можно судить по данным анализов сырой и обогащенной руды, приведенным в гл. XI. Значительные колебания химического состава отдельных образцов объясняются переменным соотношением между количеством рудных карбонатов, с одной стороны, и количеством нерудных включений — с другой. Некоторое влияние оказывает также переменное соотношение между Mn и Ca в рудных карбонатах.

К терригенным примесям относятся главным образом кварцевые и в меньшем количестве полевошпатовые зерна с преимущественными размерами 0,05—0,1 мм. У типичных кусковых руд лишь единичные зерна достигают 0,2 мм. Мелкие зерна — угловатые; более крупные —



Рис. 27. Холы круглого сечения — следы деятельности плоедов — в пористой карбонатной марганцевой руде. Марьевский карьер. Натур. вел.

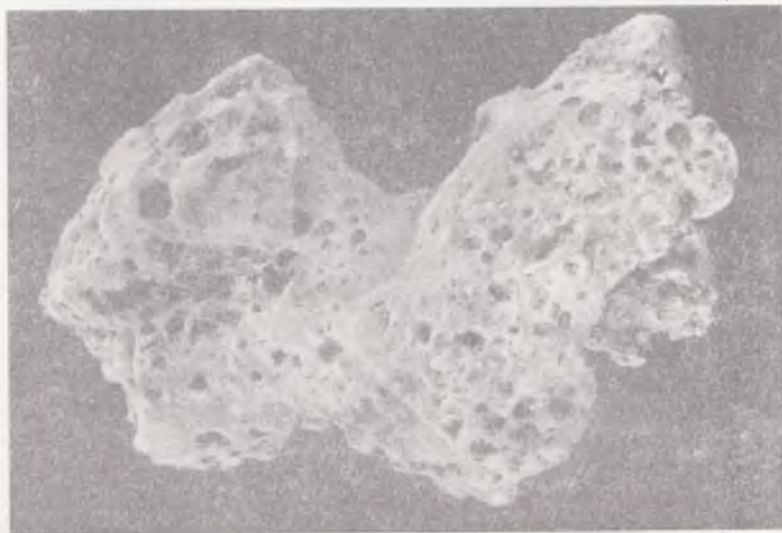


Рис. 28. Мanganокальцитовый желвак. Натур. вел.

полуугловатые или слабоокатанные. Характерно неравномерное распределение зерен в карбонатной массе. Количество терригенного материала обычно не превышает 10%. Перечень аксессуарных минералов приведен в гл. IX.

К аутигенным примесям относятся зерна глауконита, глинистые включения, гидроокислы железа, сульфиды железа, барит.

Г л а у к о н и т. Общее количество глауконита в карбонатной рудной массе невелико, почти всегда меньше 1%. Наиболее распространены

## Химический состав карбонатных руд и карбонатного цемента из смешанных руд (промытая руда)

Компоненты	№ пробы						
	6437	6439	6529	6535	6511к	7055вк	7052
SiO <sub>2</sub>	9	8,48	6,86	18,2	7,1	7,96	6,96
TiO <sub>2</sub>	0,1	0,11	0,13	0,13	0,15	0,14	0,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,09	2,16	2,38	4,98	1,97	0,99	3,18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,42	2,55	1,12	1,23	1,28	1,28	9,89
FeO	Следы	Следы	Следы	Нет	Следы	Следы	Следы
MnO	32,01	33,29	30,67	22,3	33,86	33,61	35,8
MnO <sub>2</sub>	Нет	1,3	2,17	9,56	2,17	3,91	0,44
CaO	13,78	12,54	15,9	10,52	13,83	12,15	7,28
MgO	2,88	2,78	2,8	3,2	2,48	2,91	3,24
BaO	0,11	0,09	0,14	0,1	0,09	0,1	0,14
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,35	0,28	0,16	0,7	0,32	0,35	0,46
NiO	Нет	0,24	0,28	0,1	0,22	0,26	Нет
CoO	Нет	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Нет
SO <sub>3</sub>	0,69	0,35	0,35	0,74	0,17	0,19	0,32
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,59	0,62	0,37	0,26	0,44	0,39	1,21
H <sub>2</sub> O	0,9	0,5	0,78	1,4	0,6	0,6	0,92
П.п.п.	29,94	33,6	34,74	25,92	34,6	34,28	29,54
Сумма	98,86	98,89	98,85	99,34	99,28	99,12	99,55
Mn	24,78	26,59	25,11	23,3	27,58	28,48	27,99
P	0,73	0,28	0,17	0,12	0,2	0,18	0,55
P : Mn	0,0294	0,0153	0,0068	0,0051	0,0072	0,0063	0,0196
CO <sub>2</sub>	31,68	32,34	34,32	24,2	33,44	32,12	29,26

Обр. 6437 и 6439 — кусковая карбонатная руда; 6529 — прослойная карбонатная руда; 6535 — окисно-карбонатная с манганитовыми пизолитами; 6511к и 7055вк — карбонатный материал из смешанной руды; 7052 — крупные карбонатные конкреции.

Обр. 7052 и 7055 вк из Марьевского карьера; остальные из Западной рудоносной площади.

округлые зерна с поперечником в 0,05—0,1 мм. Встречаются и более мелкие угловатые зерна глауконита.

Глинистые примеси. В пустотах (порах и ячейках) карбонатной массы имеются включения темно-зеленой или темно-серой глины, иногда в виде концентрически-слоистых образований. Количество глинистой примеси обычно невелико. Глинистое вещество представлено гидрослюдами в тесной смеси с нонtronитом.

Сульфиды железа в виде мелких зерен и пылевидной вкрапленности рассеяны в основной массе в сравнительно небольшом количестве. Некоторая концентрация их наблюдается на зернах глауконита и глинистых включениях. Довольно часты мелкие конкреции пирита и на стенках пустот (ячеек) в руде. Иногда в рудных желваках видна неясная колломорфная текстура, при этом сульфиды железа слагают отдельные концентраты, переслаиваясь с карбонатом.

Преобладают скопления пирита, среди которых встречаются также марказит и мельниквит. Последний в виде точечных хлопьевидных включений присутствует в глиах, окрашивая их в черный цвет.

Гидроокислы железа. Гидрогетит и лимонит развиты местами, замещая глинистые силикаты железа.

Барит в виде друз микроскопических кристаллов в небольшом количестве встречен в некоторых образцах на стенках мелких пустот. Кристаллы имеют размеры до 1 мм. Очень редко встречаются отдельные баритовые конкреции величиной до 5 см.

**Манганокальцитовые конкреции и пизолиты.** В некоторых прослоях рудные куски содержат серовато-белые или серые карбонатные конкреции, аналогичные по форме и составу конкрециям из сплошных руд. Характеристика этих конкреций дана в описании сплошных карбонатных руд.

**Цементационная карбонатная руда.** К этой разновидности относится кусковая и сплошная карбонатная руда с большим количеством обломочных кварцевых и других зерен, включенных в рудные агрегаты. Вмещающей породой в прослоях цементационной кусковой руды является песок. Содержание терригенного, преимущественно кварцевого материала, колеблется в мытой руде от нескольких процентов, как в обычной карбонатной руде, до 40—50%. Размер кварцевых зерен также варьирует в широких пределах — от сотых долей до 2—3 мм.

Судя по результатам промывки цементационная руда плохо обогащается мокрым гравитационным способом.

Слой цементационной руды приурочен преимущественно к подошве рудного пласта. Мощность его 10—50 см.

**Землистая карбонатная руда.** В толще вкрапленной карбонатной марганцевой руды наряду с крупными рудными стяжениями (кусками, желваками, конкрециями) имеются мелкие рудные частицы, рассеянные в массе вмещающей породы, однако, в отличие от окисных руд землистые карбонаты марганца по цвету не отличаются от вмещающей породы и поэтому мало заметны.

О количестве землистых карбонатов марганца в рудном пласте можно судить по результатам химических анализов шламов, получаемых при промывке карбонатной руды. Так, шламы опытного промышленного обогащения крупной партии карбонатной марганцевой руды из шурфа № 3 (Марьевский участок) имели 6,07% Mn при выходе их, равном 50,74%.

Проба карбонатной кусковой руды из Александровского карьера дала шлам, содержащий 4% Mn и 3,1% CaO. В мелкой фракции мытой руды из этой пробы (класс 3—0 мм) оказалось 20,5% Mn и 10,1% CaO. Выход шлама 52,6% от исходной руды, выход класса 3—0 мм — 5,7%.

Землистые карбонаты марганца и кальция распределены в рудном пласте неравномерно, сосредоточены в отдельных прослоях, тогда как в других прослоях их мало.

**Сплошная (прослойная) карбонатная руда.** Как самостоятельная разновидность сплошные карбонатные руды широко представлены в Больше-Токмакском месторождении. Они слагают там нижнюю пачку пласта, достигающую 1,5 м мощности и перекрываемую пачкой кусковых руд. В Никопольском месторождении мощность прослоев сплошной руды невелика, обычно не превышает 2—3 дм. Прослои чередуются с кусковыми рудами и безрудными прослоями.

По сложности, крепости, минеральному составу сплошные руды довольно разнообразны. Среди них наряду с крепкими более или менее однородными массивными так называемыми «сливными» разновидностями встречаются слабые глинистые руды, зачастую загрязненные кварцевыми зернами.

Характерный облик имеют разновидности сплошных руд, состоящие из концентрически-слоистых пизолитов и конкреций манганокальцита, сцементированных манганокальцитовой и кальциевородохрозитовой основной массой (рис. 29 и 30). Размер конкреций различный, обычно 0,5—4 см. Относительное количество конкреций и цемента изменяется в широких пределах. Кроме карбонатных конкреций, распространены



Рис. 29. Манганокальцитовые пизолиты и конкреции (белые) в штуфе карбонатной марганцевой руды. Увел. 1,3

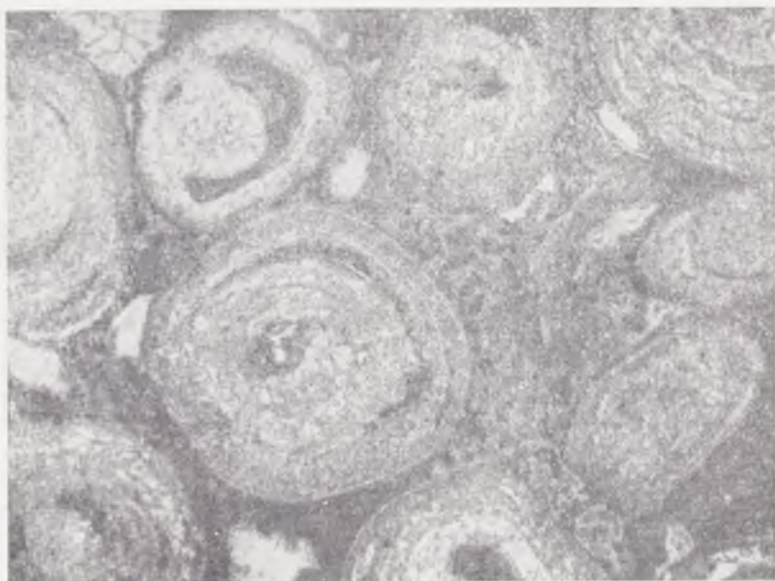


Рис. 30. Микрофотография прозрачного шлифа карбонатной марганцевой руды с манганокальцитовыми пизолитами. Шлиф. 3647, увел. 10

гидрогетитовые стяжения такой же формы и размеров. Широко развиты пористые, шлаковидные, ячеистые и кавернозные руды. Указанные различия создают неоднородность прослоя в вертикальном и горизонтальном направлениях.

По внешнему виду, цвету, микроскопической характеристике среди сплошных руд могут быть выделены те же разновидности, что и среди кусковых.

На приполированных срезах штуфов сплошных руд нередко заметны неясные концентрически-слоистые колломорфные текстуры (рис. 31).

Минеральные примеси и включения в сплошных рудах многочисленны и разнообразны, кластического материала в них больше, чем в желваковых рудах. Главная масса кластического материала представлена в виде полуугловатых и слабоокатанных зерен. Вместе с кварцем в составе терригенных компонентов, осадка встречаются минералы, перечисленные в гл. IX.

К аутигенным примесям относятся глауконит, гидрослюда, глинистые силикаты железа, сульфиды железа, гидроокислы железа, барит и опал.

Глауконит, пирит, марказит, мельниконит и барит встречаются в той же форме, что и в кусковых рудах; гидрогетит и лимонит образуются за счет глинистых силикатов железа, слагающих конкреционные включения. Выделения опала обнаружены среди зеленовато-

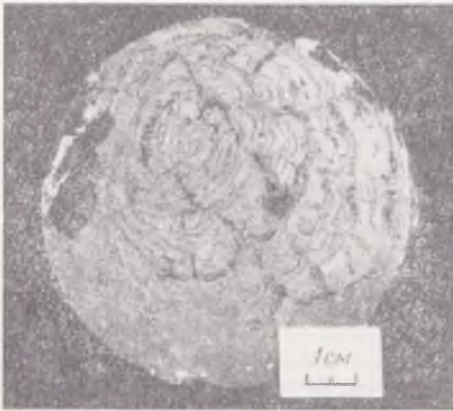


Рис. 31. Колломорфная текстура манганокальцита в рудном керне

серого рудного карбоната, цементирующего манганокальцитовые конкреции. В отличие от карбонатных руд Полуночного и Чиатурского месторождений, рассматриваемые руды бедны опалом.

Манганокальцитовые пизолиты и конкреции встречаются в сплошных и кусковых рудах. Они имеют более или менее округлую форму, гладкую или бугристую поверхность. Величина конкреций 0,3—5, преобладают конкреции 0,5—2 см (см. рис. 29).

Содержание Mn и других главных компонентов в сплошных карбонатных рудах до и после промывки практически весьма близкое.

### Окисно-карбонатные руды

В практике геологоразведочных и эксплуатационных работ на Никопольском месторождении окисно-карбонатными рудами называют механическую смесь окисных и карбонатных руд, получаемую при разработке переходной зоны между площадями распространения окисных и карбонатных руд. В этой зоне нижняя часть пласта, как правило, сложена карбонатными рудами, верхняя — окисными. Реже встречаются участки переслаивания окисных и карбонатных руд.

Минеральный и химический состав добываемой смеси руд, естественно, зависит от количественного соотношения типов руд и разновидностей в том или другом пункте. Охарактеризовать все возможные вариации трудно, да и нет необходимости в этом. Руды имеют промежуточный состав между составом окисных и карбонатных типов.

К специфическим тесным природным смесям гидроокислов и карбонатов марганца, заслуживающим специального рассмотрения, отно-



ются: а) кусковая манганокальцитовая руда с примесью псиломелана и манганита; б) карбонатная руда с включенными манганитовыми пизолитами и конкрециями.

**Кусковая манганокальцитовая руда с примесью псиломелана и манганита.** Руда залегает в переходной зоне в виде слоя мощностью 0,5—1 м близ контакта с перекрывающей окисной рудой. Карбонатная часть руды представлена главным образом некрепким тонкозернистым манганокальцитом светло-серого или желтовато-серого цвета, внешне напоминающим мергель ячеистого строения. Реже среди карбоната наблюдаются небольшие участки (до 10 см) с неясной концентрической слоистостью. В меньшем количестве присутствуют желваки и линзы более крепкого серого массивного манганокальцита, связанного с основной светло-серой массой постепенными переходами. По химическому составу эти разновидности карбоната почти не отличаются друг от друга. Они содержат около 40%  $MnO$  и около 10%  $CaO$ . Остальные компоненты присутствуют в количествах, обычных для карбонатных марганцевых руд.

Окисные марганцевые минералы включены в манганокальците в количестве нескольких процентов (по весу). Благодаря различию в цвете они резко выделяются на светлом фоне манганокальцита. По форме, это неправильные извилистые прожилки, гнезда и линзочки. Размеры их выражаются миллиметрами или достигают 2—3 см. Довольно часто наблюдаются изогнутые дугообразные участки. Иногда обнаруживается концентрическое расположение нескольких таких дуг. Все же наиболее распространены причудливо изогнутые червеобразные тела (рис. 32).



Рис. 33. Манганитовые конкреции (черные) в манганокальцитовом цементе. Штуф окисно-карбонатной руды

**Манганокальцитовая руда с манганитовыми пизолитами и конкрециями.** Эта разновидность окисно-карбонатных руд встречается в переходной зоне и зоне карбонатных руд. В переходной зоне слой манганокальцита с манганитовыми пизолитами и конкрециями располагается в 0,5—1 м ниже контакта окисной и карбонатной руд под пачкой манганокальцитовой руды, включающей участки гидроокислов марганца неправильной формы.

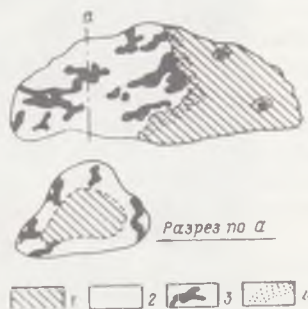


Рис. 32. Желвак частично окисленной карбонатной руды из переходной зоны

1—серый крепкий манганокальцит; 2—белый некрепкий землистый манганокальцит; 3—деитритовидные выделения сажистых коллоидальных гидроокислов  $Mn$ ; 4—карбонат желтоватый. Обр. 3849. Больше-Токмакское месторождение. Натур. вел.

Размеры их выражаются миллиметрами или достигают 2—3 см. Довольно часто наблюдаются изогнутые дугообразные участки. Иногда обнаруживается концентрическое расположение нескольких таких дуг. Все же наиболее распространены причудливо изогнутые червеобразные тела (рис. 32). Замечено, что в массивном сером карбонате окисные включения очень редки. В большинстве своем они наблюдаются на периферии желваков в желтоватом светло-сером карбонате. Преобладают некрепкие землистые черные гидроокислы марганца, типа псиломелана-вернадита. По данным микроскопического изучения и рентгенометрических исследований, они аморфные и содержат примесь манганита. Встречаются крепкие манганитовые дугообразные включения.

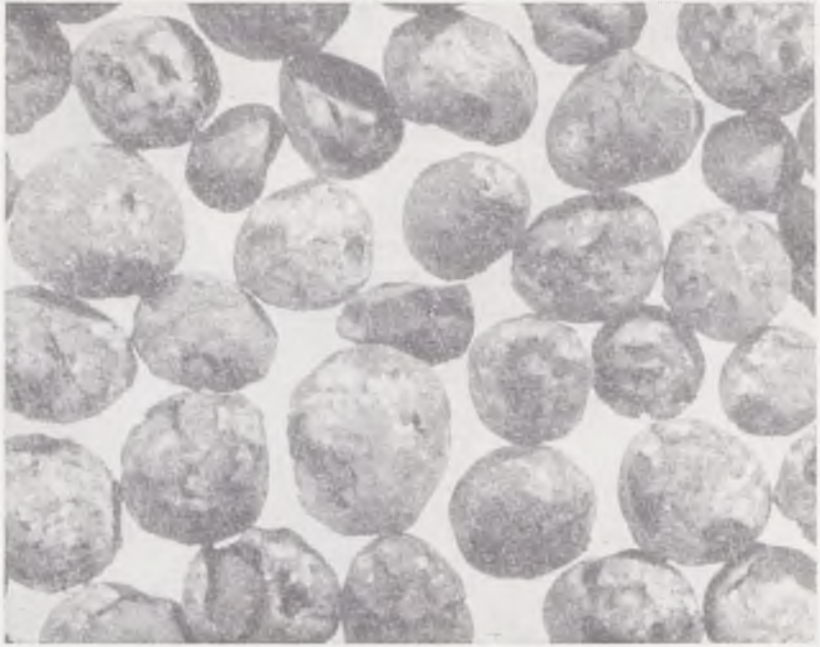


Рис. 34. Манганитовые пизолиты из окисно-карбонатной руды. Больше-Токмакское месторождение. Обр. 2243. Увел. 3,2

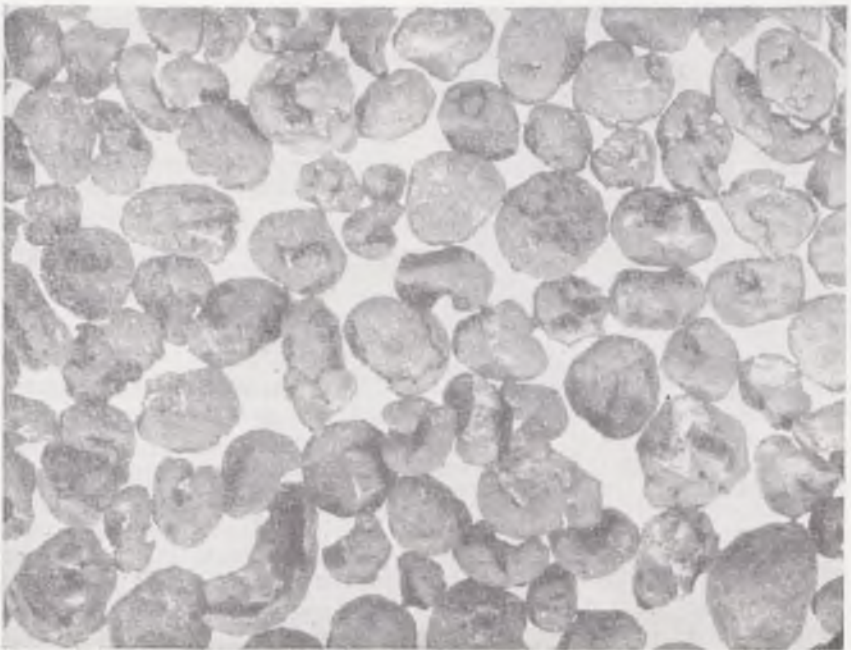


Рис. 35. Корродированные манганитовые пизолиты из окисно-карбонатной руды. Покровский участок. Обр. 1741. Увел. 3

В зоне карбонатных руд рассматриваемая разновидность лежит в нижней части пласта под желваковой карбонатной рудой. Мощность окисно-карбонатной руды от нескольких дециметров до 1 м.

Руда состоит из манганитовых пизолитов и конкреций, сцементированных глинисто-карбонатной массой светло-серой окраски или крепким серым манганокальцитом (рис. 33).

Величина манганитовых стяжений 0,5—7 см. Встречаются пизолиты (5—10 мм) и мелкие конкреции округлой формы с гладкой или бугорчатой поверхностью, но чаще они имеют неправильную форму, сильно корродированы, представляют собой реликты былых образований, заполнявших ранее всю округлую ячейку (рис. 34, 35). Более крупные манганитовые стяжения (конкреции) редко бывают массивными. В большинстве они некрепкие, скорлуповатые, распадающиеся на части при извлечении из руды.

В изломе стяжений видно концентрически-слоистое или концентрически-скорлуповатое строение. В центре каждого пизолита, как правило, заключено небольшое (0,5—1,5 мм) кварцевое или другое зерно, вокруг которого отлагались гидроокислы марганца.

Количество манганитовых стяжений и распределение их в карбонатной массе бывает различным. Можно говорить о случаях группировки пизолитов по размерам, но во многих слоях одновременно имеются стяжения разной величины. Обычно группы пизолитов или единичные пизолиты неравномерно распределены в цементирующем карбонате. Вместе с тем, широко распространены слои с настолько большим количеством стяжений, что они вплотную прилегают друг к другу.

Ориентировка пизолитов в слое различная: большинство плоских стяжений расположено более или менее горизонтально, но некоторые лежат косо или даже на ребре, опираясь на другие пизолиты.

В связи с неоднородностью руды ее химический состав значительно колеблется. Содержание Mn в смешанной руде такого типа несколько выше, чем в карбонатной руде.

Некоторые прослои руды, кроме манганитовых конкреций, содержат пизолиты и конкреции лимонита, сцементированные манганокальцитом.

В качестве разновидностей манганокальцитовой руды с манганитовыми пизолитами и конкрециями следует назвать кусковую (желваковую), цементационную, отличающуюся высоким содержанием крупных кварцевых зерен в манганокальцитовом цементе, и сплошную. Последняя имеет вид пласта или слоя мощностью 0,1—0,3 м, иногда больше. Сплошная разновидность широко распространена на Больше-Токмакском месторождении.

**ОПИСАНИЕ МИНЕРАЛОВ РУДНОГО ПЛАСТА**

В генетическом отношении минералы рудного пласта подразделяются на следующие группы: 1) минералы, образовавшиеся в результате осаждения соединений марганца и других химических элементов на морское дно и диагенетического преобразования осадка; 2) минералы, возникшие в рудном пласте в стадию выветривания, главным образом вследствие развития процессов окисления; 3) обломочные (терригенные) минералы, принесенные в осадок механическим путем; 4) минералы органогенного происхождения. Ниже приведены списки минералов окисных и карбонатных руд. Обломочные минералы перечислены в одном общем списке. Звездочкой отмечены минералы, содержащиеся в рудном пласте в количестве десятков процентов.

1. Химически осадочные минералы

А. В окисных рудах

- \* Пиролоюзит
- \* Манганит
- \* Минералы группы  
псиломелана — вернадита
- Лимонит (гидрогетит)
- Глауконит
- Нонтронит
- Железистый хлорит

- Опал, халцедон, кварц
- Кальцит
- Апатит (курскит)

- Коллофан
- \* Гидрослюда
- Монтмориллонит
- Цеолит

2. Минералы, возникшие в зоне окисления руд

- \* Пиролоюзит
- \* Псиломелан
- \* Вернадит
- Лимонит
- \* Кальцит

3. Обломочные минералы

- \* а) главные: кварц

Б. В карбонатных рудах

- \* Манганокальцит
- \* Кальциевый родохрозит
- Минералы ряда манганосидерит — олигонит
- Лимонит (гидрогетит)
- Глауконит
- Нонтронит
- Железистый хлорит

- Пирит
- Марказит
- Мельниковит
- Опал, халцедон, кварц
- Кальцит
- Барит

- Апатит (курскит)
- Коллофан
- \* Гидрослюда
- Монтмориллонит
- Цеолит

- б) второстепенные: кислые плагиоклазы, ортоклаз, микроклин
- в) аксессуарные: ильменит, магнетит, рутил, лейкоксен, апатит, циркон, дистен, андалузит, силлиманит, ставролит, гранат, сфен, турмалин, обыкновенная роговая обманка, цоизит, эпидот, биотит, мусковит, хлоритоид, клинохлор, гейландит.

4. Минералы органогенного происхождения: кальцит, арагонит, апатит.

В рудном пласте встречены минерализованные остатки организмов: зубы и кости рыб, кости китовых, ядра и обломки раковин пластинчатожаберных и брюхоногих моллюсков, раковинки фораминифер, части домиков усконогих раков, ядра и отпечатки крабов, иглы морских ежей.

При описании минералов принята следующая очередность:

- 1) рудообразующие минералы марганца,
- 2) минералы железа,
- 3) другие аутигенные минералы,
- 4) обломочные минералы.

**Пирролюзит.** Пирролюзитовые руды конкреционного типа были описаны Н. А. Соколовым (1901) еще на первом этапе геологического изучения Никопольского месторождения. Исследованные им конкреции содержали 80—90%  $MnO_2$  при незначительном количестве воды, что безусловно подтверждает правильность минералогической диагностики.

В дальнейшем роль пирролюзита в никопольских рудах была несколько преувеличена, так как данные Н. А. Соколова, относящиеся к участкам неглубокого залегания руд в долинах рек Соленая и Томаковка, были механически распространены на всю площадь месторождения и все разновидности руд. Так, на обогатительной фабрике РУ им. Орджоникидзе выделяются в отдельный сорт концентратов крупные конкреции с содержанием  $Mn$ , превышающим 52%. Этот сорт концентрата носит название «пирролюзит», хотя кроме пирролюзитовых стяжений, он содержит значительное количество манганитовых конкреций.

В настоящее время твердо установлено, что пирролюзит в южноукраинских марганцевых рудах распространен широко, но не повсеместно. Мономинеральные пирролюзитовые руды практически отсутствуют, а мономинеральные пирролюзитовые рудные агрегаты имеют ограниченное распространение. Как правило, пирролюзит в рудных агрегатах тесно связан с минералами группы псиломелана-вернадита или с манганитом. В массе рудных минералов заключено также некоторое количество нерудных: кварцевых зерен, глинистых минералов и др. Известны следующие структурные разновидности пирролюзита.

1. Наиболее распространены микрозернистые и тонкозернистые, реже мелкозернистые пирролюзитовые выделения неправильной формы, различных размеров (от микроскопических до нескольких сантиметров и более), слагающие вместе с минералами группы псиломелана — вернадита рудные агрегаты в кусковых, прослойных и землистых рудах.

2. Скрытокристаллический, микрозернистый и тонкозернистый пирролюзит в виде концентрически-слоистых стяжений (пизолитовые и конкреционные руды).

3. Друзы мелких, величиной до 0,2 мм, кристаллов пирролюзита на стенках полостей и трещин в рудных агрегатах кусковой, прослойной и конкреционной разновидностей, тонкозернистый пирролюзит, заполняющий ячейки.

4. Псевдоморфозы пирролюзита по микроскопическим кристаллам манганита в кусковых, прослойных, конкреционных и землистых рудах.

5. Агрегаты смешанного пирролюзит-манганитового состава, возникшие в результате частичного окисления микрозернистого или скрытокристаллического манганита с образованием пирролюзита. Встречаются в кусковых, прослойных и конкреционных рудах.

В штуфах кусковых, прослойных и землистых руд пиролюзит в виде плотных масс неправильной формы, темно-серого цвета, и жилок, сложенных стально-серыми микроскопическими кристаллами с металлическим блеском; обычно заключен среди более темной железо-черной основной массы минералов группы псиломелана — вернадита. Рудные агрегаты, состоящие исключительно из пиролюзита, редки.

Под микроскопом в полированных шлифах видно, что выделения пиролюзита имеют различные размеры, форму и структуру. На сером изотропном фоне коллоидальных гидроокислов марганца наблюдаются белые более или менее изометричные микроскопические включения, извилистые и петьельчатые выделения, жилки, более крупные сплошные участки неправильной формы, величиной от долей до нескольких миллиметров, мелкие кристаллы с правильными кристаллографическими ограничениями. Нередко можно видеть колломорфные текстуры пиролюзитовой руды.

Значительное разнообразие создается вследствие различий в размере кристаллических зерен пиролюзита. На одних участках шлифа даже при большом увеличении микроскопа нельзя определить форму кристаллических индивидуумов пиролюзита, и лишь слабая анизотропия рудного минерала свидетельствует о его кристаллическом строении. В других местах, особенно вблизи нерудных включений, у трещин и пустот можно наблюдать постепенные переходы от микрозернистого пиролюзита к мелкозернистому. На стенках пустот и трещин кристаллики пиролюзита до 0,1—0,2 мм длины. Они дают сечения в форме клиньев и трапеций, несут на себе явные следы спайности в виде трещинок, располагающихся поперек кристаллов, обладают всеми характерными оптическими признаками пиролюзита (рис. 36, 37).

Кроме типичных структур кристаллизации коллоидов и перекристаллизации, развиты структуры замещения. Пиролюзит замещает органические остатки: спикулы губок, раковинки фораминифер и моллюсков, домики усонюгих раков и др. Имеются также признаки замещения пиролюзитом кластических зерен плагиоклазов и карбонатных включений.

Широко распространено явление замещения манганита пиролюзитом. В шлифах можно видеть все стадии этого процесса. Начальная стадия выражается в потере зернами манганита резкости очертаний. Структура минеральной массы напоминает хлопьевидную. Твердость несколько пониженная по сравнению с твердостью манганита. Заметен слабый желтоватый оттенок. В образцах, более глубоко затронутых описываемым процессом, наблюдаются переходы к типично пиролюзитовым массам.

Нередко в пиролюзитовых рудах встречаются псевдоморфозы пиролюзита по манганиту. Эти образования имеют форму мелких кристаллов манганита, но их свойства — отражательная способность, твердость, спайность, отсутствие рефлексии — отвечают пиролюзиту. Аналогичные псевдоморфозы пиролюзита по манганиту подробно описаны П. Ф. Андрущенко (1950, 1954), изучавшей руды Полуночного месторождения.

Пиролюзитовые конкреции разнообразны по форме и размерам (гл. VIII). Поверхность их неровная, бугорчатая; на первый взгляд кажется, что крупная конкреция состоит из отдельных более мелких шарообразных стяжений, сцементированных вместе. В изломе рудное вещество имеет стально-серый или темно-стально-серый цвет. Излом неровный. Характерно концентрически-скорлуповатое или концентрически-слоистое строение. Первое чаще наблюдается у крупных конкреций, а второе — у более мелких (пизолитов). Видны пустоты неправильной формы, располагающиеся между концентриками, и радиальные трещины. Стенки пустот и трещин нередко усеяны мелкими кристаллами

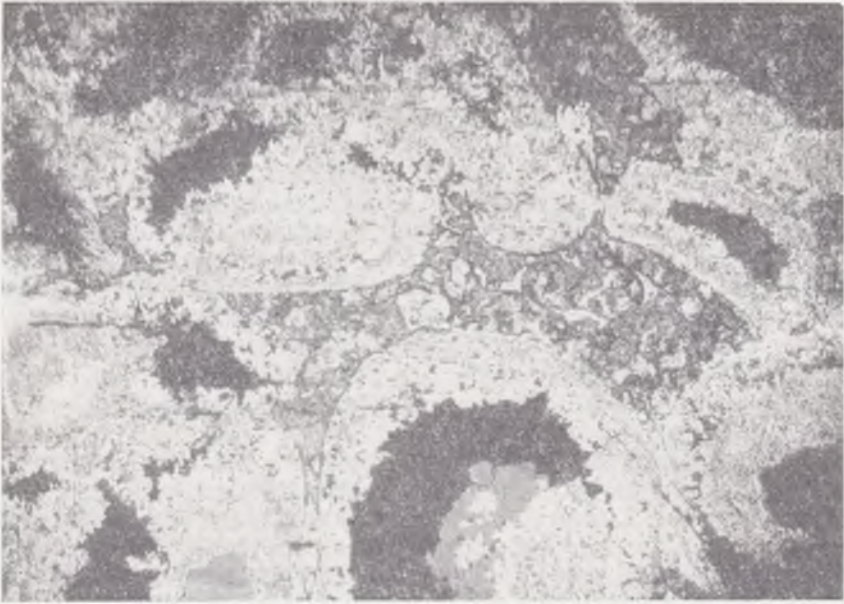


Рис. 36. Выделения мелкозернистого пиролюзита (белые) в ячейках кусковой пиролюзит-псиломелановой руды. Серые зерна, в ячейках кварца. Максимо-Тимошевский участок, шахта 25. Полированный шлиф 84. Увел. 17

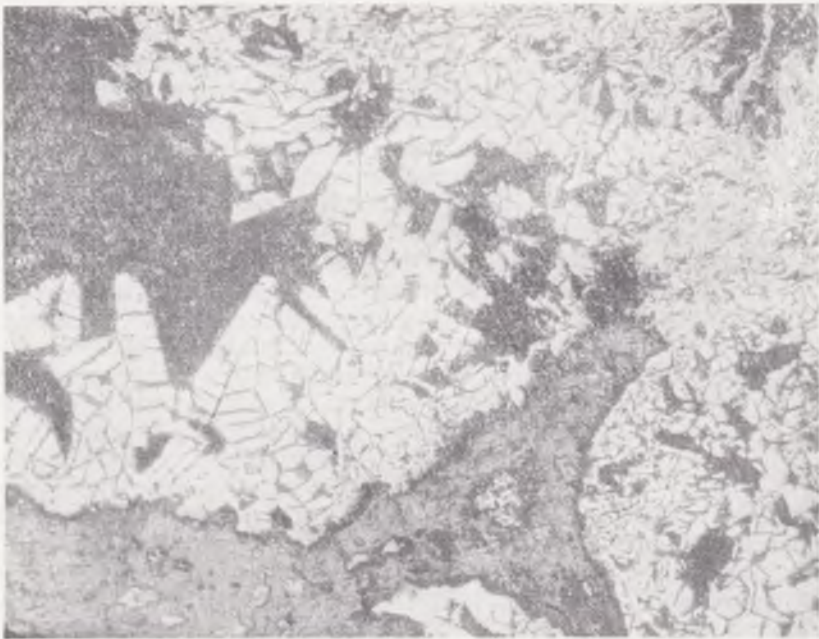


Рис. 37. Характерные трещины спайности на мелких кристаллах пиролюзита (белых) в ячейках пиролюзит-псиломелановой руды. Максимо-Тимошевский участок, шахта 25. Полированный шлиф 84. Увел. 145

пирролюзита. Руда сильно пачкает пальцы. Порошок из рудного вещества черный.

На приполированных срезах чисто пирролюзитовых конкреций под микроскопом наблюдается пятнистая текстура, обусловленная неправильным чередованием участков серовато-белого пирролюзита скрытокристаллического строения с участками более светлыми, белыми, с кремовым оттенком, сложенными микро- и тонкозернистым пирролюзитом. Форма и размеры участков тонкозернистого пирролюзита очень разнообразны: одни из них изометричны, другие в виде тонких жилок, вытянутых червеобразных выделений и т. д. В середине более крупных участков нередко видны пустоты, к окраинам которых приурочены наиболее крупные кристаллические зерна пирролюзита, размером до 0,1—0,2 мм, с правильными кристаллографическими очертаниями. Контрольные рентгенометрические определения наименее раскристаллизованного рудного вещества подтвердили, что оно является пирролюзитом.

В рудной массе неравномерно рассеяны угловатые и полуугловатые обломочные зерна кварца и полевых шпатов, размером 0,05—0,1 мм. Количество нерудных компонентов 5—10%.

Чисто пирролюзитовые конкреции, подобные описанной выше, встречаются довольно редко. Обычно пирролюзит ассоциирует с коллоидальными гидроокислами марганца типа псиломелана — вернадита, причем микроскопические выделения пирролюзита, разбросанные на фоне коллоидальных гидроокислов марганца, обязаны процессу кристаллизации. Количественное соотношение обоих минералов в конкрециях различное: во внутренних слоях преобладает пирролюзит, внешние концентры содержат больше минералов из группы псиломелана — вернадита и загрязнены нерудными примесями.

В ряде образцов конкреционных руд с помощью рентгенометрических и термографических исследований удалось установить примесь пирролюзита к манганиту, что объясняется процессом окисления манганита.

Мелкокристаллические и тонкозернистые пирролюзитовые массы довольно легко отличаются от манганитовых в штуфах по стально-серому цвету, черной окраске черты и порошка, низкой твердости и пониженной относительной механической прочности агрегатов.

Комплексы оптических свойств, выявляемых при исследовании полированных шлифов в отраженном свете под микроскопом, достаточно различны у тонкозернистых образцов пирролюзита и манганита и могут служить для их диагностики.

Значительно труднее различать между собой криптокристаллические колломорфные массы пирролюзита и манганита, особенно когда эти минералы присутствуют в виде смеси. Поскольку смеси пирролюзита и манганита в никопольских рудах распространены довольно широко, приходится для минералогической диагностики руд прибегать к другим, более сложным методам исследования: рентгенографии, получению кривых нагревания, кривых потери веса при нагревании и др.

Пирролюзит из Никопольского месторождения дает характерные рентгенограммы, позволяющие определять присутствие его даже при небольшом содержании, равном нескольким процентам (табл. 34 и 35).

Надежным средством для диагностики пирролюзита служат также кривые нагревания.

По данным Е. Я. Роде (1952), пирролюзит при нагревании на воздухе дает на термограмме три эндотермические волны. Первый эффект, при 598—684°, отвечает диссоциации двуокиси с образованием  $\beta$ - $Mn_2O_3$  ( $\beta$ -курнакита). Второй эффект, при 969—1056°, соответствует разложению  $\beta$ -курнакита с образованием  $\beta$ -гаусманита. Третий эндотермический эффект, при температуре 1180—1225°, отвечает полиморфному превращению  $\beta$ - $Mn_3O_4$  в  $\gamma$ - $Mn_3O_4$ .



Наиболее чистые образцы пиролюзита из никопольских руд дают кривые нагревания, весьма близкие к эталонным для этого минерала (рис. 38, обр. 102 и 88).

Обр. 102 представлен, скрыто- и тонкокristаллическим пиролюзитом, выделенным из кусковой руды карьера в балке Южная Скелеватая на р. Ингулец. На кривой нагревания этого образца пиролюзитовый эффект (615—675°) выражен настолько резко, что на рисунке пришлось для компактности разорвать кривую.

$\beta$ -курнакитовый эффект проявился в интервале 960—1030°, а гаусманитовый — при температуре 1090—1165°. Температура гаусманитового эффекта здесь несколько ниже, чем у образца явно кристаллического пиролюзита из Ильфельда, Гарц, исследованного Е. Я. Роде (1180—1225°). На кривой обр. 102, кроме того, имеются слабо выраженные эндотермические эффекты, обусловленные присутствием примесей. К ним относятся: а) эффект с максимумом при 135°, отвечающий удалению воды; б) перегиб кривой при 780°, объясняемый разложением примеси  $\alpha$ -курнакита ( $\alpha = \text{Mn}_2\text{O}_3$ ); в) перегиб кривой при 885°, соответствующий разложению примеси псиломелана.

Обр. 88 представлен скрыто- и тонкокristаллическим пиролюзитом, слагающим концентрически-слоистую конкрецию диаметром около 30 мм. Конкреция взята из шахты 12 Западной рудоносной площади. На кривой нагревания этого образца отображены те же эффекты, что были отмечены и объяснены выше при рассмотрении кривой обр. 102, за исключением гаусманитового эффекта. Последний отсутствует, так как нагревание производилось только до 1090°.

Смесям пиролюзита с манганитом отвечают термограммы типа кривой для обр. 6462, изображенной на рис. 38. На ней, помимо пиролюзитового (625—705°),  $\beta$ -курнакитового (980—1030°) и  $\alpha$ -курнакитового (755—780°), резко выражен эндотермический эффект диссоциации манганита при температуре 285—360°. Нагревание этого образца, так же как и большинства других исследованных нами образцов, производилось до температуры 1100°.

По относительной интенсивности манганитового и пиролюзитового эффектов можно достаточно достоверно судить о количественном соотношении этих минералов в смеси.

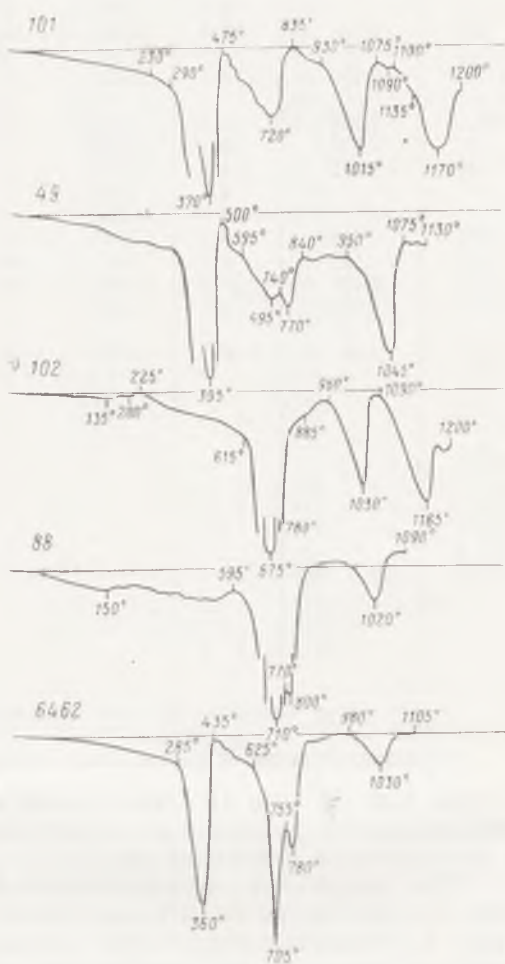


Рис. 38. Кривые нагревания манганита (обр. 101 и 49), пиролюзита (102 и 88) и смеси этих минералов (6462) из руд Никопольского бассейна

## Рентгенограммы пиролюзита из никопольских руд

Обр. 87 из кусковой руды		Обр. 60/5528 из кусковой руды		Обр. 88 из конкреционной руды		Эталон пиролюзита по РОМ*	
<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$
10	3,104	2	3,326	2	3,324	1	(3,422
		10	3,104	10	3,118	10	3,118
8	2,396	8	2,405	8	2,413	1	2,644
						9	2,404
2	2,208	4	2,232			1	2,324
8	2,105	6	2,118	6	2,117	2	2,202
4	1,975	4	1,982	2	1,977	7	2,108
		4	1,822			4	1,954
		2	1,686			2	1,786
						1	1,712
10	1,635	10	1,635	10	1,628	10	1,622
6	1,567	4	1,57	6	1,56	8	1,555
6	1,436	4	1,436	4	1,435	6	1,434
2	1,394	4	1,377			3	1,393
						2	1,308
8	1,31	8	1,31	8	1,305	8	1,302
				2	1,255	1	1,25
						2	1,201
						2	1,16
						3	1,12
						2	1,09
						7	1,054
						5	1,036
						7	1,023
						4	0,998
						4	0,979
						4	0,955
						2	0,926
						4	0,957
						4	0,84
						2	0,807

\* Рентгенометрический определитель минералов, В. И. Михеев, 1957 г.

На рис. 39, 40 и 41 представлены кривые нагревания существенно-пиролюзитовых рудных масс различной текстуры, смесей пиролюзита с манганитом и псиломеланом.

При нагревании пиролюзитовых масс происходит уменьшение их веса за счет потери воды и кислорода. Кривые термовесового анализа (рис. 42) свидетельствуют, что у наиболее чистых образцов пиролюзита (образцы 87, 88) содержание воды небольшое—1—1,5%. Эта непрочно связанная вода выделяется при нагреве до 100°. Далее небольшая потеря веса происходит при 400 и 520°. Характер этих двух эффектов точно не установлен. Возможно, что при 400° выделяется более прочно связанная вода, а при 520° выделяется избыток кислорода (разложение  $\alpha$ -курнакитового твердого раствора, по Е. Я. Роде, 1952). Наиболее значительная потеря веса происходит в интервале температур 600—750° за счет выделения кислорода.

Химические анализы пиролюзитовых масс свидетельствуют о том, что они (массы) редко бывают мономинеральными. Обычно вместе с пиролюзитом присутствуют другие марганецсодержащие минералы, главным образом гидратированная двуокись марганца и псиломеланы. Кроме того, в них содержится обычный для руд комплекс примесей, включающих терригенные минералы (кварц, полевые шпаты и др.), глинистые минералы, гидроокислы железа и др. Поэтому химический состав пиролюзитовых масс не отвечает теоретическому составу пиро-

## Рентгенограммы пиролюзита, марганита и их смесей из руд Никольского бассейна

Обр. 530, пиролюзит		Обр. 103, пиролюзит с не- большой при- месью марганита		Обр. 6462, пиролюзит и ма- нганит примерю в равных количе- ствах		Обр. 65, марганит с при- месью пиролюзита		Обр. 2641к, марганит	
<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$
—	—	1	3,366	10	3,386	10	3,362	6	3,386
10	3,119	10	3,104	10	3,119	4	3,061	—	—
—	—	1	2,621	6	2,632	6	2,624	8	2,632
—	—	—	—	2	2,514	2	2,493	4	2,514
8	2,405	8	2,405	10	2,415	8	2,394	10	2,396
—	—	—	—	4	2,28	4	2,252	6	2,256
2	2,2	2	2,193	2	2,201	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	4	2,18	4	2,177
8	2,119	6	2,112	4	2,112	2	2,096	—	—
4	1,981	4	1,975	2	1,982	2	1,962	—	—
—	—	2	1,774	6	1,802	6	1,771	8	1,792
—	—	—	—	2	1,711	2	1,697	6	1,711
—	—	1	1,678	8	1,682	8	1,66	10	1,678
10	1,639	10	1,627	8	1,639	4	1,622	6	1,639
8	1,57	8	1,574	4	1,571	2	1,542	—	—
—	—	1	1,499	4	1,502	6	1,495	8	1,499
6	1,438	6	1,436	6	1,438	6	1,434	8	1,436
2	1,396	—	—	1	1,379	1	1,374	—	—
—	—	—	—	4	1,327	6	1,319	8	1,323
8	1,306	6	1,304	4	1,31	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,296
—	—	—	—	—	—	—	1,259	1	1,269
—	—	—	—	—	—	2	1,212	4	1,234
2	1,19	—	—	—	—	2	1,178	4	1,183
2	1,167	—	—	—	—	4	1,157	4	1,163
2	1,13	—	—	—	—	4	1,133	6	1,14
—	—	—	—	—	—	1	1,114	—	—
—	—	—	—	—	—	1	1,097	—	—
—	—	—	—	—	—	1	1,079	—	—

Таблица 36

## Химический состав пиролюзитовых масс из кусковой руды, %

Компоненты	№ образцов					
	626/6008	60/5528	102	87	83	103
SiO <sub>2</sub>	9,42	19,68	4,24	7,06	4,52	2,92
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,08	7,25	1,44	—	4,72	1,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,44	0,64	1,27	—	0,52	0,79
FeO	Нет	Нет	Следы	—	—	Следы
MnO	3,5	0,05	0,68	0,23	23,41	0,4
MnO <sub>2</sub>	72,05	68,58	80,44	73,7	50,96	68,16
CaO	1,29	0,9	0,78	—	2,24	9,42
MgO	0,68	0,3	0,47	—	1,56	0,72
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,76	0,81	0,72	—	—	0,74
SO <sub>3</sub>	0,14	0,15	0,2	—	0,096	0,29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,24	—	0,55	—	0,019	0,62
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,88	0,82	0,26	0,72	0,32	0,52
П.п.п.	1,02	0,18	8,04	1,52	10,7	13,88
Сумма	100,5	99,36	99,09	—	100,07	100,28
Mn	48,25	43,38	51,37	46,76	50,33	43,39
P	0,109	—	0,251	—	0,465	0,283
P : Mn	0,0029	—	0,0049	—	0,0092	0,0065

люзита и, как правило, существенно отличается от него вследствие наличия двухвалентного марганца и воды (табл. 36 и 37). Поскольку они содержатся в псиломелагах и манганите, решить вопрос о минеральном составе образца однозначно по результатам химического анализа не всегда представляется возможным.

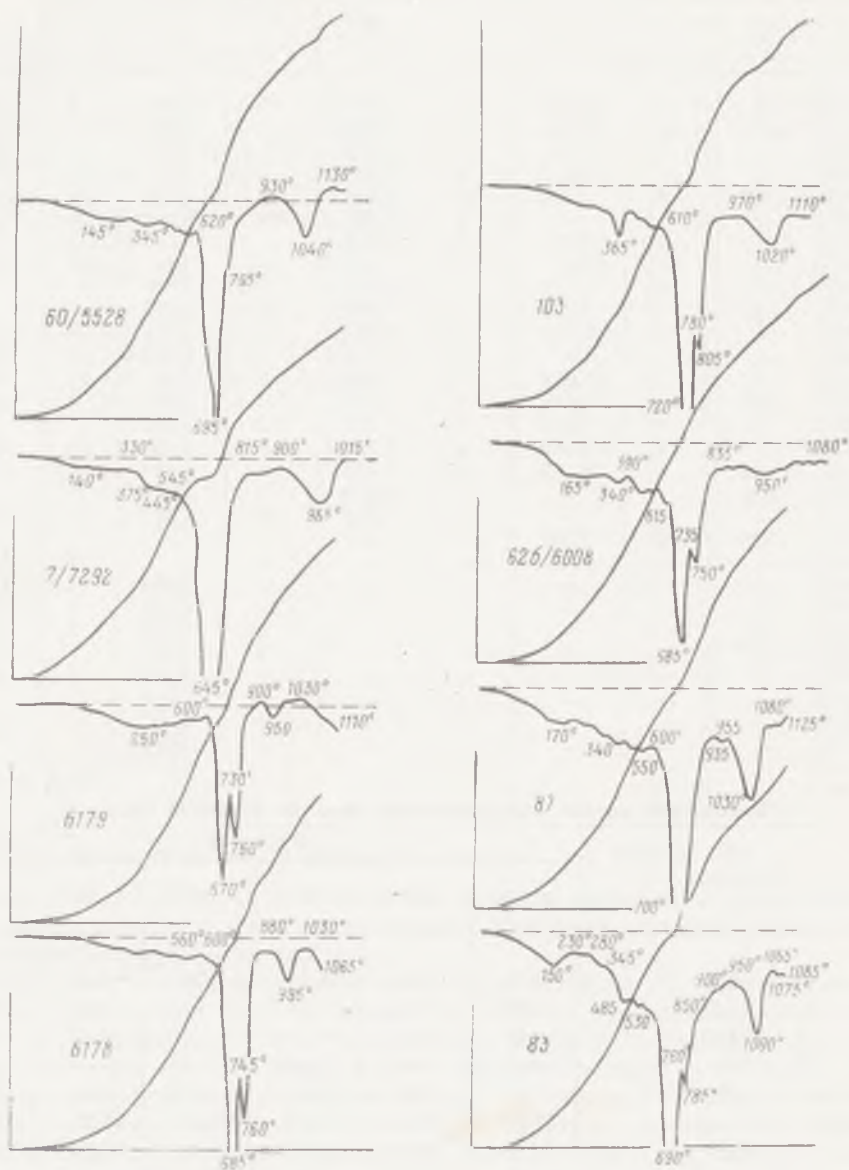


Рис. 39. Кривые нагревания пиролюзитовых масс из кусковой руды

Наиболее близкие к теоретическому для пиролюзита соотношения между марганцем и кислородом определены в тщательно отобранном и очищенном от примесей материале из пиролюзитовых пизолитов (см. табл. 37, обр. 22-Б и 7039).

**Манганит.** До рентгенометрического изучения никопольских марганцевых руд считалось, что манганит играет совершенно незначительную роль в составе руд. Одновременно исследователи указывали на отсутствие возможности ясно отличать манганит от других окислов марганца в никопольских рудах.

Достоверно манганит был установлен в результате исследований минерального состава никопольских марганцевых руд с применением рентгенометрии и термографии, выполненных в 1947—1948 гг. в Научно-исследовательском институте геологии Днепропетровского государст-

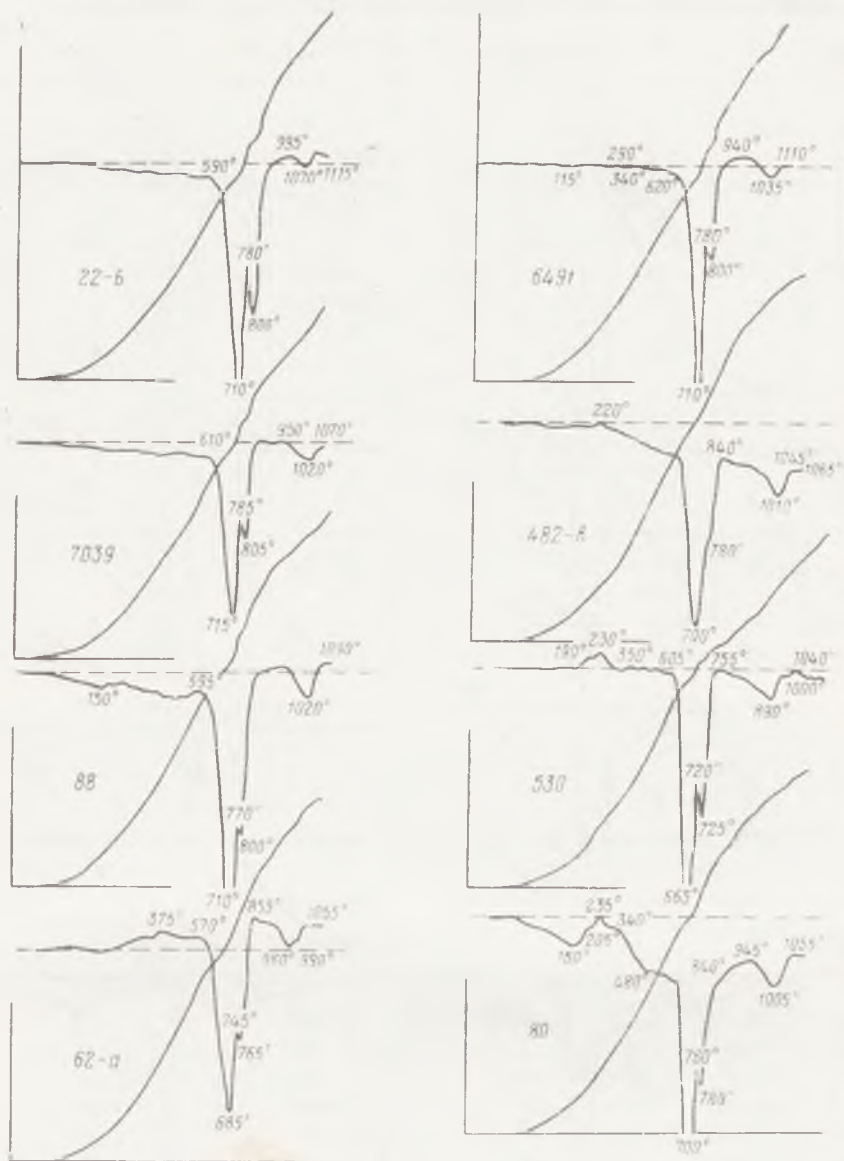


Рис. 40. Кривые нагревания пиролюзита из концентрически-слоистых конкреций

венного университета (Грязнов, 1950). Тогда же было доказано, что этот минерал широко распространен в рудных залежах восточной и западной частей Никопольского месторождения. В дальнейшем манганитовые руды были установлены на Больше-Токмакской рудной площади (Грязнов, Селин, 1959) и в Криворожском районе (Хорошева, 1960).

В рудном пласте распространены следующие разновидности манганита.

1. Плотные микрокристаллические и тонкокристаллические выделения и массы среди минералов группы псиломелана — вернадита в кусковых и прослойных рудах;

2. Пизолиты и концентрически-слоистые конкреции, состоящие из микрокристаллического и криптокристаллического манганита;

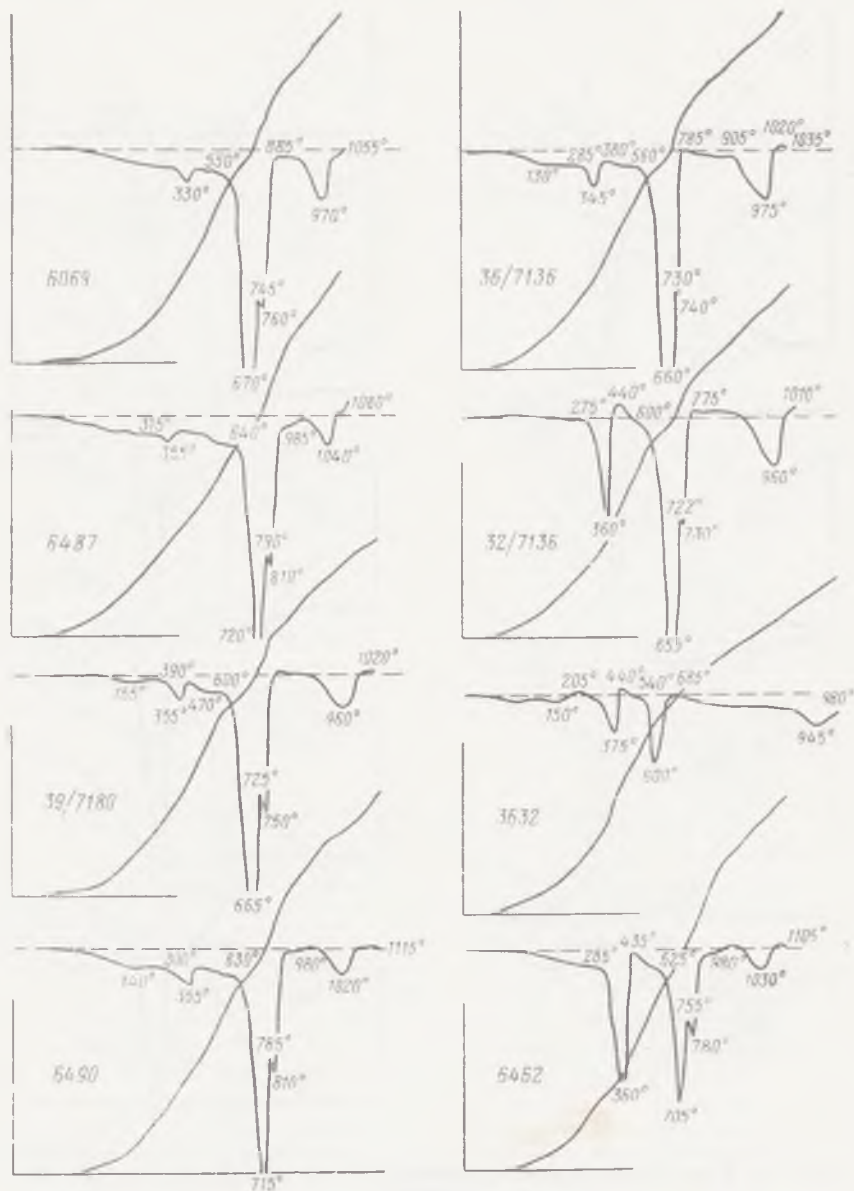


Рис. 41. Кривые нагревания природных скрыто- и тонкокристаллических смесей пиролюзита с манганитом

3. Колломорфные выделения в виде корок и стяжений неправильной формы;

4. Друзы мелких (менее 0,2 мм) призматических кристаллов на стенках полостей и трещин в кусковых, прослойных и конкреционных рудах;

5. Землистые налеты на поверхности конкреций и кусков.

Процессы частичного окисления манганитовых агрегатов привели к возникновению плотных тонкокристаллических смесей манганита

## Химический состав пиролюзита из концентрически-слоистых конкреций, %

Компоненты	№ образцов							
	22-Б	7039	62а/6008	706/8300	530	80	88	482к
SiO <sub>2</sub>	2,04	2,9	8,08	7,18	3,32	4,44	3,14	8,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,62	2,19	6,24	6,72	1,23	4,78	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,33	0,68	1,63	1,6	0,47	1,44	—	—
FeO	0,21	Следы	Нет	Нет	—	—	—	—
MnO	Нет	Нет	4,15	4,26	18,62	20,33	0,16	5,87
MnO <sub>2</sub>	86,04	86,52	76,03	72,88	64	53,04	71,9	58,2
CaO	1,51	2,8	0,62	1,46	0,61	2,9	—	—
MgO	0,52	0,35	0,45	0,97	0,18	1,46	—	—
BaO	—	—	—	—	0,28	Нет	—	—
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,1	0,27	0,7	0,76	0,29	—	—	—
SO <sub>3</sub>	0,42	0,74	0,15	0,24	0,08	0,15	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,38	0,2	—	0,56	1,067	—	—
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,42	0,72	0,72	2,64	0,78	0,72	0,94	2,64
П.п.п	3,9	3,4	1,56	1,58	10,22	10,46	1,49	1,39
С у м м а	98,11	100,9	100,5	100,29	100,64	100,79	—	—
MnO	54,38	54,68	51,26	49,36	54,86	49,26	—	—
P	0,202	—	—	—	0,255	0,486	—	—
P : Mn	0,0037	—	—	—	0,0046	0,0098	—	—

Таблица 38

## Химический состав мanganитовых масс из кусковой и прослойной руды, %

Компоненты	№ образцов					
	3833	48	49	62/1	68/5836	3702
SiO <sub>2</sub>	1,88	14,84	17,46	8,2	4,64	5,56
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,94	8,32	5,8	4,62	3,23	15,87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,39	1,42	1,44	1,92	1,6	1,75
FeO	Нет	—	—	Нет	Нет	Нет
MnO	38,58	27,12	27,93	30,55	25,2	16,05
MnO <sub>2</sub>	50,8	35,36	30,68	35,1	52,15	54,3
CaO	0,39	1,7	1,2	2,26	0,67	0,45
MgO	0,72	1,48	1,32	1,73	0,73	0,72
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,53	—	—	—	0,36	0,62
SO <sub>3</sub>	0,2	0,098	0,08	0,12	0,11	0,12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,35	0,604	0,568	0,458	0,26	0,33
H <sub>2</sub> O	0,41	0,7	1,86	1,94	0,76	0,98
П.п.п.	5,23	8,26	10,94	11,88	9,46	5,76
С у м м а	102,42	99,9	99,28	98,78	99,17	102,51
Mn	61,97	43,34	41,07	45,83	52,46	46,74
P	0,16	0,28	0,26	0,21	0,12	0,15
P : Mn	0,0026	0,0064	0,064	0,0046	0,0021	0,0032

с пиролюзитом, а также псевдоморфоз пиролюзита по мелким кристалликам мanganита.

Кусковые руды с мanganитом представлены крепкими плотными массивными и ячеистыми стяжениями железо-черного цвета. В рудном веществе наблюдаются тонкие прожилки и отдельные участки темно-

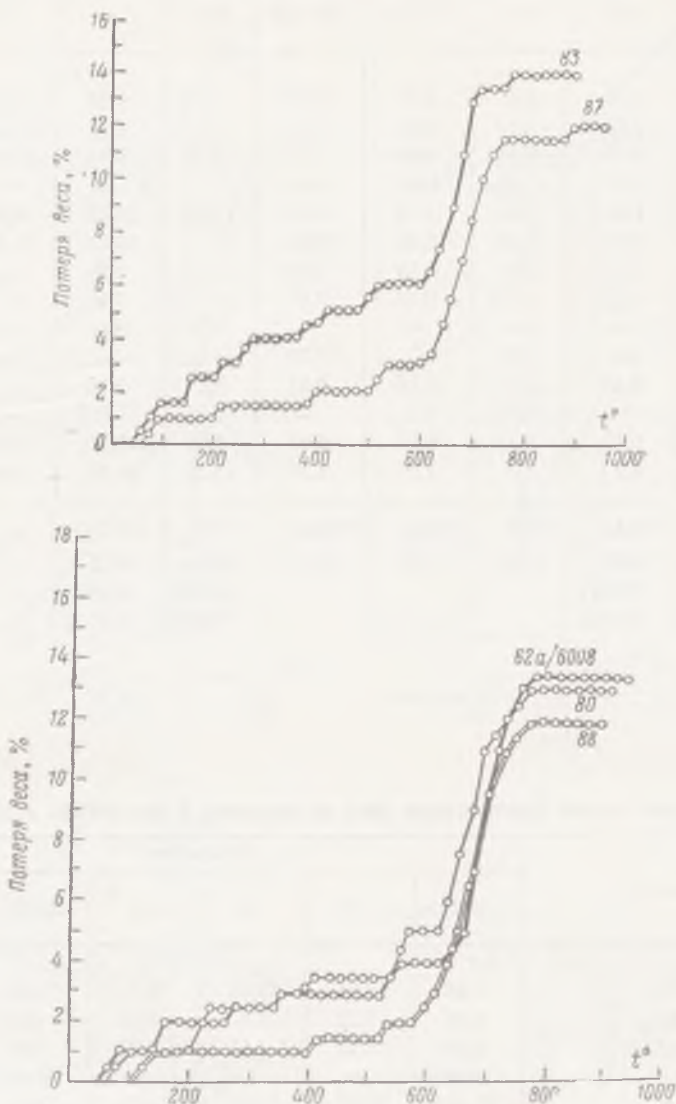


Рис. 42. Кривые потери веса при нагревании. Образцы: 83 и 87 — пиролюзит из кусковой руды; 80, 88 и 62 а/6008 — пиролюзит из концентрически-слоистых стяжений

стально-серого микрозернистого мanganита. На стенках пустот встречаются щетки микроскопических черных кристаллов мanganита с полуметаллическим блеском (рис. 43).

Под микроскопом в полированном шлифе строение рудного вещества представляется в следующем виде. Темно-серая, буроватая изотропная основная масса коллоидальных гидроокислов марганца пронизывается многочисленными жилками мanganита. Жилки мощностью от едва различимой до нескольких миллиметров и распространяются во



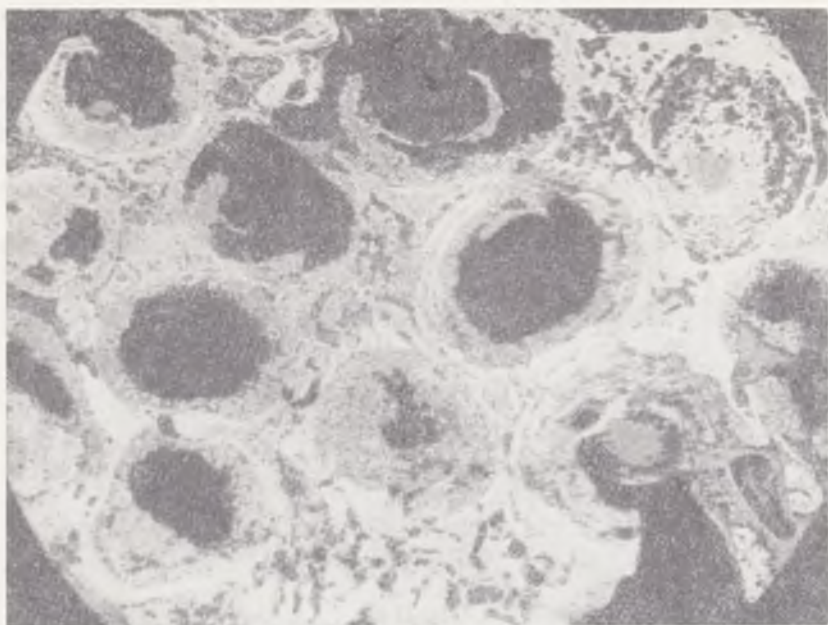


Рис. 43. Внутреннее строение мелкоячеистой марганитовой руды. Максимо-Тимошевский участок, шахта 24. Полированный шлиф 49. Увел. 6.

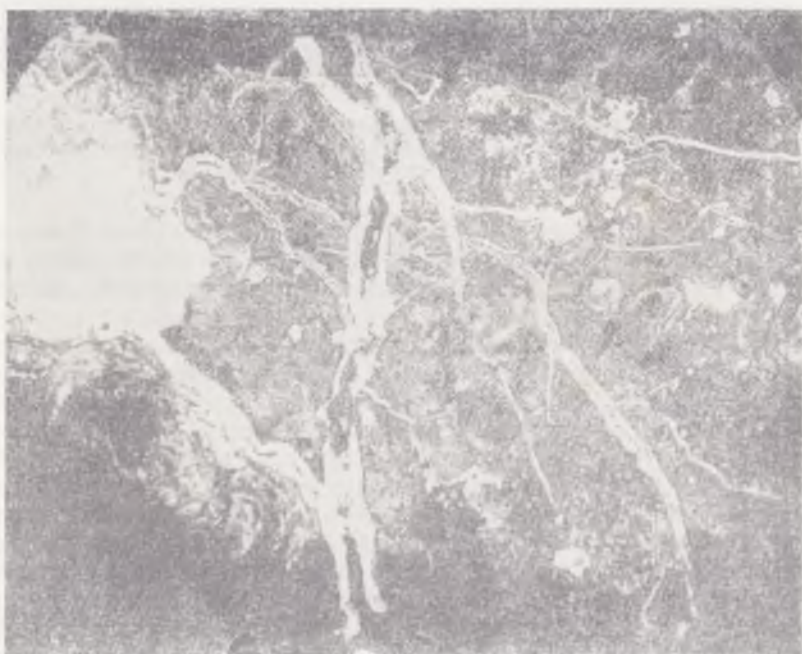


Рис. 44. Выделения марганита в виде жилок (белые) среди гидроокислов Мп типа псиломелана-вада. Марьевский участок, шахта 12. Полированный шлиф 62. Увел. 6

всех направлениях, образуя сетчатый рисунок (рис. 44). Манганит обладает серовато-белым цветом, отражательной способностью около 20, сильной анизотропией, средней твердостью (3—5), красными цветами внутренних рефлексов. Хорошим отличительным признаком является двуотражение. Последнее лучше проявляется при наблюдении с иммерсией, но в агрегатах более крупных зерен изменения яркости во время вращения столика микроскопа при выключенном анализаторе наблюдается вполне отчетливо и без иммерсии.

Можно наметить 3 типа выделений манганита: 1) едва различимые ниточки и петли, заключенные в более темной основной массе; 2) тонкозернистые и микрозернистые сплошные массы, соединяемые жил-

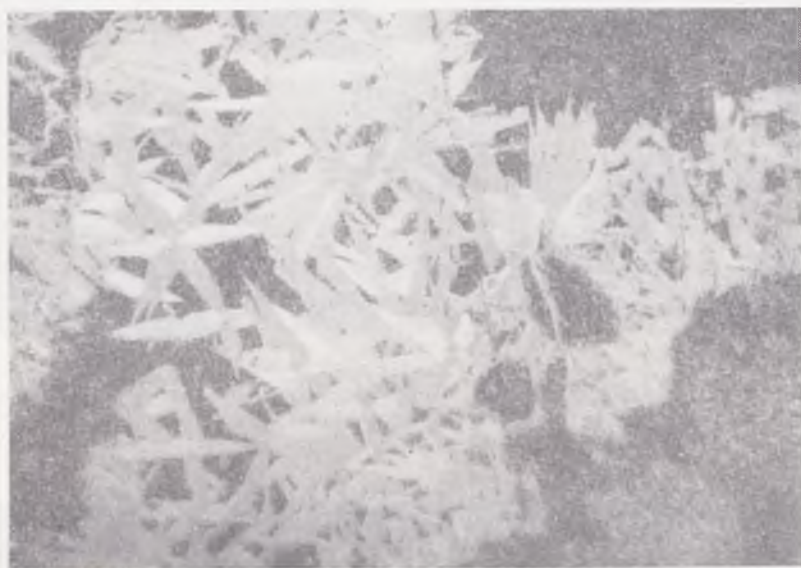


Рис. 45. Сrostки мелких кристаллов манганита на стенках трещин в манганит-псиломелановой кусковой руде. Заметно явление двуотражения. Полированный шлиф 62. Увел. 145

ками; 3) удлиненные призматические кристаллы до 0,15—0,2 мм, заполняющие трещины и пустоты или располагающиеся в виде щеток и друз на стенках трещин (рис. 45). Нередко среди них находятся симметричные звездчатые сrostки.

В рудной массе в переменном количестве встречается кластический материал, представленный главным образом угловатыми и полуугловатыми зернами кварца и полевых шпатов размером 0,05—0,5 мм, реже — до 2—3 мм. Некоторые зерна несут следы разъедания и замещения манганитом.

Наличие в шлифе различных форм манганита (от микрокристаллических масс до агрегатов кристаллов с правильными очертаниями), постепенные взаимные переходы между этими формами и весь структурный облик шлифа свидетельствуют о возникновении манганита за счет первичного коллоидального марганцевого осадка в результате его кристаллизации и перекристаллизации. Эти процессы наиболее полно проходят в трещинах и полостях, возникавших, очевидно, в связи с усыханием осадка.

Относительное количество манганита в разных образцах варьирует в широких пределах, от нескольких до 80—90%. Встречаются отдельные прослой массивной тяжелой манганитовой руды мощностью 5—10 см.

При значительной примеси кластического терригенного материала возникает цементная микротекстура манганитовой руды (см. рис. 25).

Широко распространен манганит в конкреционных рудах. Манганитовые пизолиты и конкреции по форме и размерам совершенно аналогичны пиролюзитовым, но заметно отличаются от последних более высокой механической прочностью (с трудом раскалываются молотком) и коричневым порошковатым налетом на поверхности (черные пиролюзитовые конкреции). В изломе цвет криптокристаллической манганитовой массы железо-черный или темно-стально-серый с синеватым оттенком.

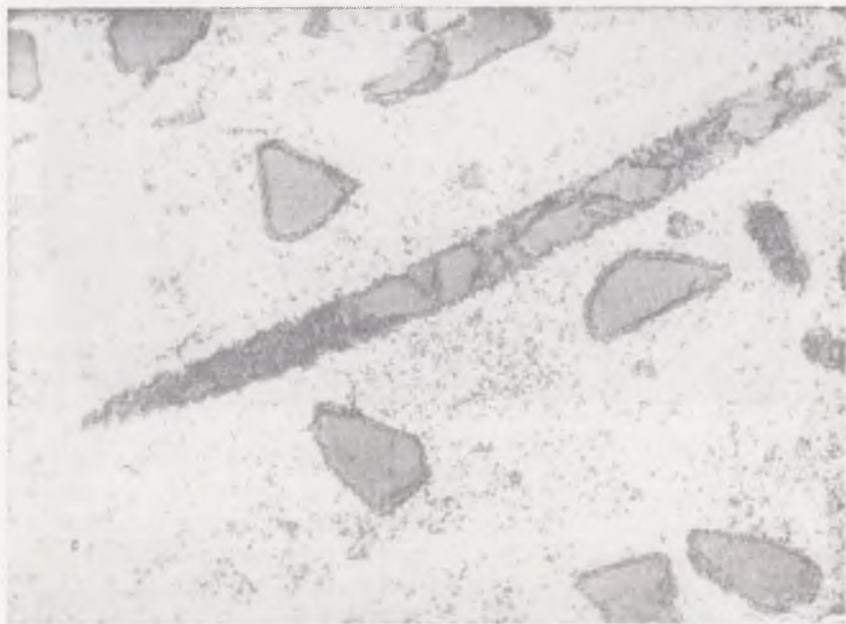


Рис. 46. Разъедание и замещение опалового вещества (спикул губок (удлиненное тело) и кварцевых зерен манганитом (белое). Марьевский участок, шахта 12. Полированный шлиф 68. Увел. 145.

Излом неровный, с тенденцией к раковистому. Цвет черты и порошка бурый, твердость 5 или несколько ниже (3—4), удельный вес около 4.

При исследовании полированных шлифов из конкреций под микроскопом при большом увеличении обнаруживается анизотропия рудной массы и местами явление двуотражения. Определить состав скрытокристаллической минеральной массы без применения специальных методов исследования довольно трудно, тем более, что наряду с манганитовыми имеются манганит-пиролюзитовые конкреции.

В центре пизолитов и конкреций часто имеется кварцевое зерно размером около 1 мм. Менее крупные кварцевые зерна угловатой формы размером 0,05—0,1 мм редко вкраплены в теле конкреций, причем иногда наблюдается зональное расположение зерен. Отмечены также находки включений минерализованных органических остатков — спикул губок, раковинок фораминифер и др. (рис. 46).

Крупные конкреции в 10—15 см менее однородны. На приполированном срезе таких конкреций среди тонкокристаллической манганитовой массы наблюдаются дугообразные «скорлупы» концентрически-слоистого строения, с неровными краями (рис. 47). Скорлупы сложены криптокристаллическим и микрозернистым манганитом, который по краям скорлуп кристаллизован лучше и постепенно переходит в тонкокристаллическую манганитовую массу, включающую скорлупы. Эта

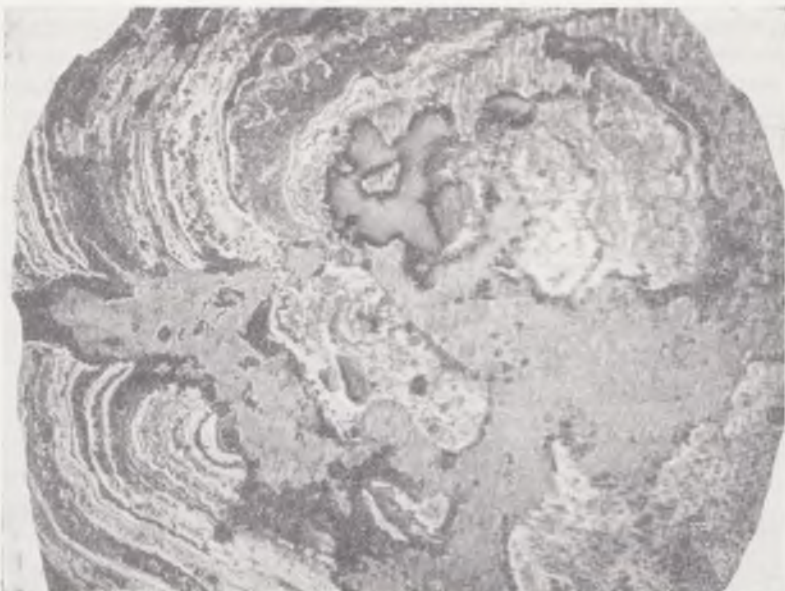


Рис. 47. Внутреннее строение крупной марганцевой конкреции. Полированный шлиф



Рис. 48. Марганец (белый) замещает гидротетитовую бобовину, заключенную внутри марганцевой конкреции. Марьевский участок, шахта 7. Полированный шлиф 76. Увел. 17

масса состоит из мелких (до 0,1 мм) сросшихся кристаллов манганита призматической формы.

Необычное строение имеют манганитовые конкреции, найденные вблизи границы рудного пласта с подстилающими песками на Марьевском участке Никопольского месторождения. Конкреции до 80 мм в диаметре, форма их обычная для такого рода образований.

Под микроскопом в полированном шлифе в основной криптокристаллической манганитовой массе, кроме многочисленных кварцевых и полевошпатовых зерен размером 0,05—0,5 мм, наблюдаются включения гидрогетитовых оолитов до 5 мм в диаметре (рис. 48). Ясно выражен процесс разъедания и замещения манганитом гидрогетитовых оолитов и нерудных зерен. Замещение, в первую очередь, идет по трещинам и слоистости оолитов. Манганит вдавливается в гидрогетит языками, а местами почти целиком его замещает. В этом случае наблюдаются реликты оолитов. Вблизи гидрогетитовых оолитов и на их месте манганит имеет более светлый оттенок (белый) и не содержит видимых нерудных включений. При скрещенных николях он дает здесь лучистую картину угасания. Замещением гидрогетита гидрооксидами марганца следует объяснить тот факт, что гидрогетит в рудных шлифах встречается довольно редко, хотя, по данным химических анализов, Fe содержится в руде повсеместно в количестве 1—3%.

В кусковых и землистых рудах манганит изредка встречается в виде небольших натечных образований на стенках полостей в рудных агрегатах. Поверхность их черная, слегка буроватая, обладает стекляннм блеском, подобным блеску «черной стеклянной головы». На поперечном разрезе полости в полированном шлифе под микроскопом видно, что корочка состоит из радиально расположенных игольчатых кристаллов манганита. Подобные натечные образования в никопольских рудах ранее считали исключительно псиломелановыми, однако минерографическое и рентгенометрическое изучение показали, что, по крайней мере, некоторые из них являются манганитовыми.

Химический состав манганитовых руд разнообразен, поскольку, кроме манганита, они часто содержат минералы группы псиломелана — вернадита или пиролюзит. Близкие к мономинеральным агрегаты встречаются в конкреционных и кусковых рудах. Химический состав манганита, выделенного из таких агрегатов, и состав ряда образцов приведены в табл. 38 и 39.

Теоретический состав манганита, %:  $MnO$  — 40,4,  $MnO_2$  — 49,4,  $H_2O$  — 10,2; теоретическое содержание Mn в нем 62,5%; весовое отношение  $MnO : MnO_2 = 0,816$ .

Расхождение состава исследованных образцов с теоретическим для манганита значительное. Объясняется оно примесью кварца, минералов глин, гидроокислов железа и других компонентов. Кроме того, вместе с манганитом присутствуют другие марганецсодержащие минералы, главным образом псиломеланы и коллоидальная двуокись марганца.

Расчет эмпирических формул манганита для нескольких наиболее «чистых» образцов (табл. 40) показывает, что их состав близок к теоретическому составу манганита по количественному соотношению двух- и четырехвалентного марганца (количеству активного кислорода).  $H_2O^+$  при расчете принималась как разность между потерями при прокаливании и количеством  $CO_2$ , эквивалентным сумме  $CaO + MgO$ . Некоторый избыток воды частично может быть отнесен за счет воды, связанной в гидроокислах железа и глинистых минералах.

Рентгенометрические исследования никопольских манганитов свидетельствуют о том, что последние дают типичные для этого минерала рентгенограммы (табл. 41). Даже небольшие количества манганита (порядка 5—10%) в смесях с другими марганецсодержащими минералами отчетливо обнаруживаются рентгенометрически. Этот метод позво-

## Химический состав манганитовых концентрически-слоистых конкреций, %

Компоненты	№ образцов				
	501	101	64/6032	3925к	2249—0
SiO <sub>2</sub>	3,34	3,98	7,52	3,78	3,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,33	1,06	1,32	1,02	19,51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,07	3,12	2,55	1,6	0,79
FeO	—	0,07	Нет	Нет	Нет
MnO	34,56	33,62	24,64	33,45	24,33
MnO <sub>2</sub>	42,36	43,65	50,41	44,18	40,05
CaO	1,3	0,78	0,45	1,2	0,84
MgO	0,1	0,43	0,5	1,17	1,01
BaO	0,19	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,69	0,53	0,44	1,03	—
SO <sub>3</sub>	0,14	0,19	0,15	0,4	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,25	0,4	0,19	0,35	—
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,3	0,14	0,8	0,6	0,42
П.п.п.	10,68	12,56	11,5	12,5	10,78
Сумма	100,31	100,53	100,47	101,28	101,16
Mn	53,52	53,61	50,93	53,82	44,14
P	0,57	0,18	0,09	0,16	
P : Mn	0,0107	0,033	0,0018	0,0029	

Таблица 40

## Расчет эмпирических формул манганита

Образцы	Компоненты	Содержание, вес. %	Молекулярное количество	Молекулярное отношение, %	Формула
62/1	MnO	30,55	0,43	1	MnO · 0,94 MnO <sub>2</sub> · 1,06 H <sub>2</sub> O
	MnO <sub>2</sub>	35,1	0,403	0,94	
	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	8,24	0,457	1,06	
501	MnO	34,56	0,487	1	MnO · MnO <sub>2</sub> · 1,09 H <sub>2</sub> O
	MnO <sub>2</sub>	42,36	0,487	1	
	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	9,55	0,53	1,09	
101	MnO	33,62	0,474	1	MnO · 1,06 · MnO <sub>2</sub> · 1,34 · H <sub>2</sub> O
	MnO <sub>2</sub>	43,65	0,502	1,06	
	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	11,48	0,638	1,34	

ляет устанавливать манганит в очень тонкозернистых скрытокристаллических колломорфных массах.

Надежным методом диагностики манганита является термография. На кривых нагревания образцов, близких к мономинеральным, отчетливо проявляются следующие термические эффекты (см. рис. 38, обр. 101 и 49).

1. Эндотермический эффект разложения манганита при температуре 290—395° (по Е. Я. Роде, 1952, он отвечает удалению воды из моногидрата с образованием смеси α- и β-курнакита).

2. Экзотермический эффект окисления продуктов диссоциации манганита, образование  $\alpha$ - и  $\beta$ -курнакитовых твердых растворов — максимум при 475—500°.

3. Эндотермический эффект разложения  $\alpha$ -курнакитового твердого раствора при 500—695°.

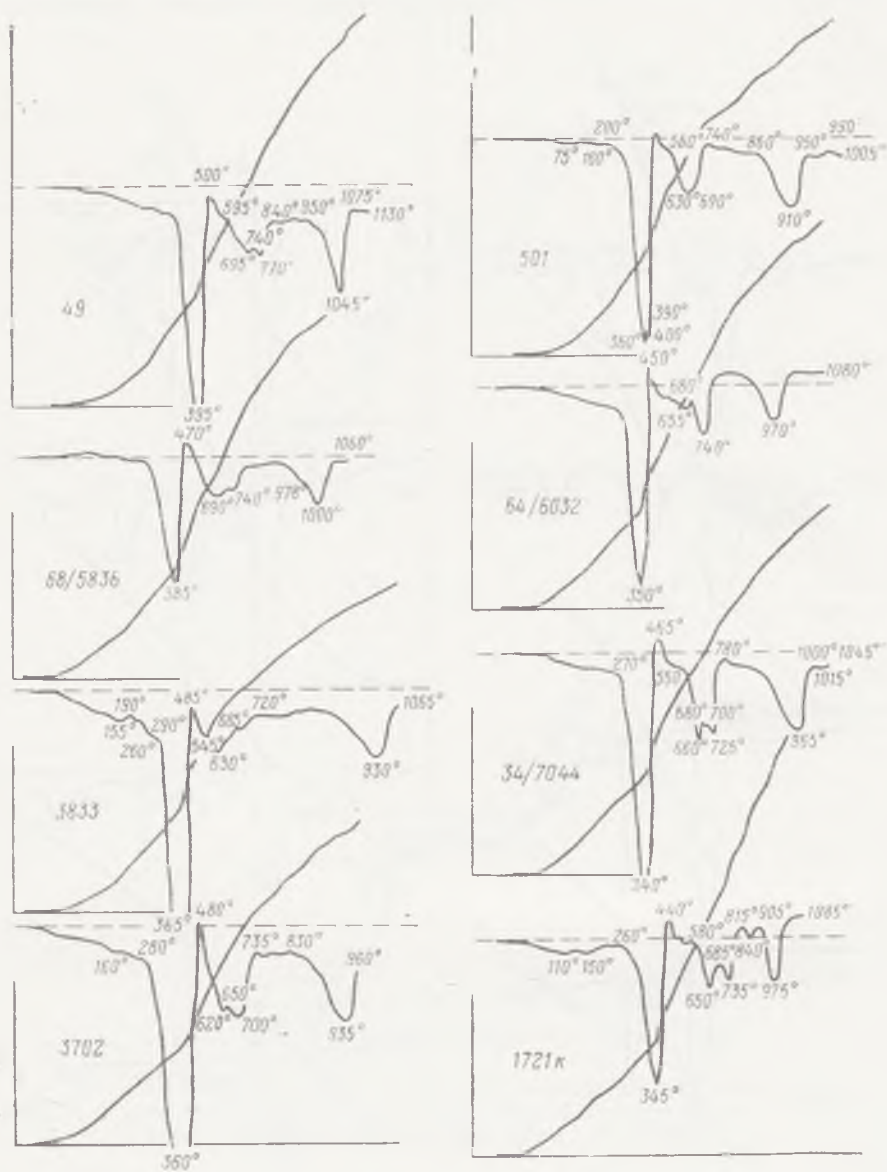


Рис. 49. Кривые нагревания манганита из образцов кусковой руды (образцы 49—3702) и конкреций (образцы 501—1721 к)

4. Эндотермический эффект разложения  $\alpha$ -курнакита с образованием гаусманита при 740—770°.

5. Эндотермический эффект разложения  $\beta$ -курнакита при 930—1045°.

6. Обратимый  $\beta$ -гаусманитовый эндотермический эффект при температуре 1100—1170°.

Для манганита наиболее характерным эффектом, отличающим его от других окисных минералов марганца, является резко выраженный

эндотермический эффект в интервале температур 290—395° (рис. 49 и 50). Этот эффект хорошо виден на термограммах смесей манганита с пиролюзитом и другими минералами.

Кривые нагревания манганита из кусковых руд и концентрически-слоистых конкреционных образований существенно не различаются

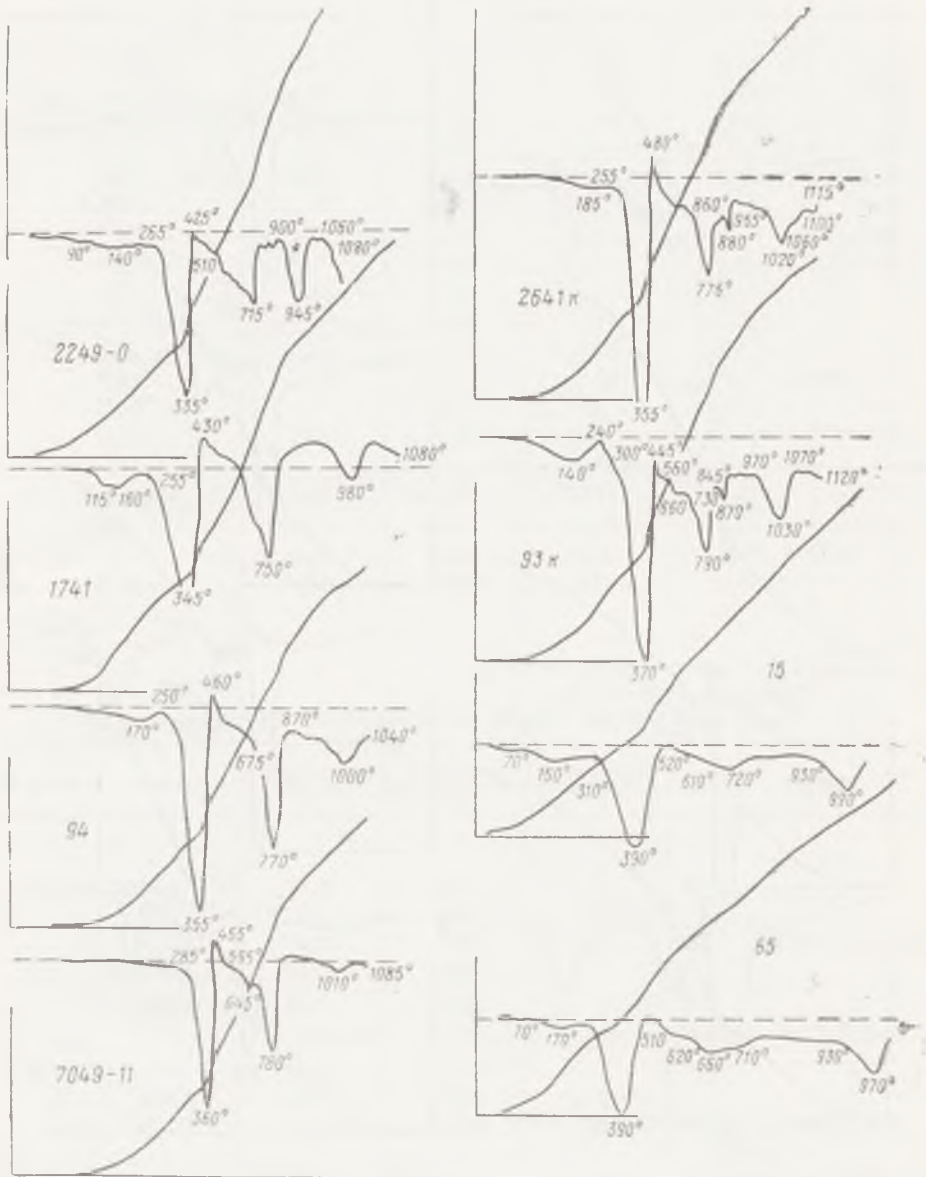


Рис. 50. Кривые нагревания манганитовых концентрически-слоистых конкреций

между собой. Однако на термограммах манганитовых конкреций более резко выражен эндотермический эффект разложения  $\alpha$ -курнакита, причем максимум его соответствует температуре 750—790°, т. е. более высокой, чем температура этого эффекта на термограммах манганита из кусковых руд (см. рис. 49 и 50).

Следует также указать, что при быстром нагревании образцов (порядка 10° в 1 мин) окисление продуктов диссоциации, по-видимому,



не успевают произойти. Это видно из того, что на кривых потери веса (рис. 51) в интервале температур 400—600° наблюдается горизонтальная площадка или дальнейшее уменьшение веса, а не увеличение его. Поэтому экзотермический эффект с максимумом при 500°, возможно, объясняется не окислением, как это считает Е. Я. Роде, а какой-то другой причиной, например кристаллизацией.

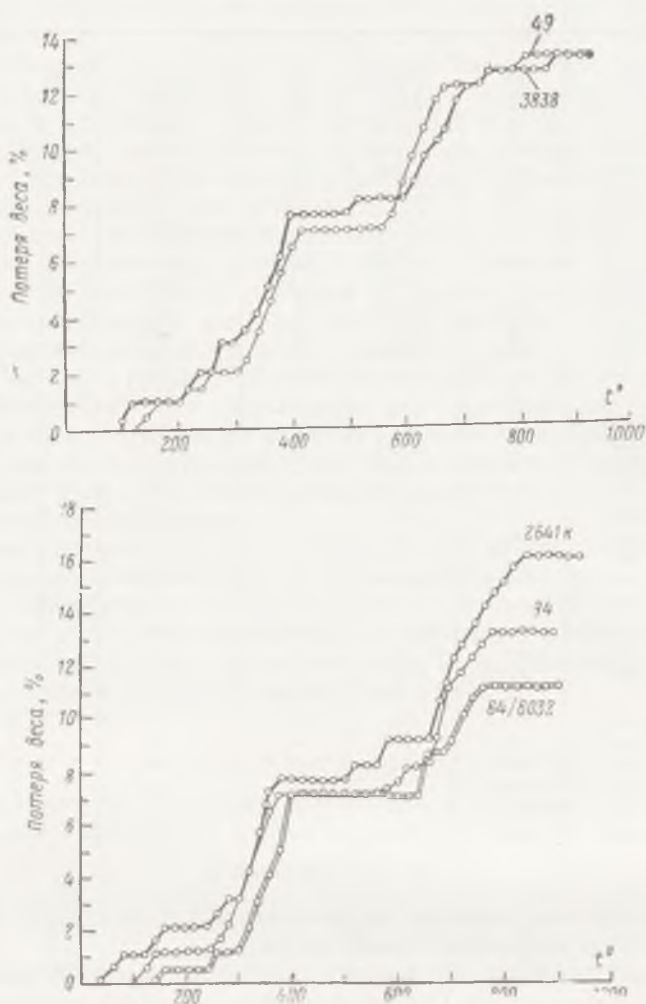


Рис. 51. Кривые потери веса при нагревании образцов мanganита из кусковых руд (обр. 49 и 3838) и концентрически-слоистых конкреций (обр. 2641к, 94, 64/6032)

Кривые потери веса позволяют также скорректировать данные о содержании воды в мanganите. Судя по графикам, образцы теряют в интервале нагрева 250—400° около 6% веса. Эта потеря, соответствующая содержанию воды, примерно в 1,5 раза меньше соответствующей величины потери при прокаливании. Если внести такую поправку в расчеты, приведенные в табл. 40, содержание воды в мanganите будет близким к теоретическому.

**Минералы группы псиломелана — вернадита.** К главнейшим рудообразующим окисным минералам Никопольского марганцеворудного бассейна наряду с мanganитом и пиролюзитом относятся коллоидные и слабо окристаллизованные метаколлоидные минералы сложного и

## Рентгенограммы манганита из никопольских руд

Обр. 3702 из кусковой руды		Обр. 3833 из кусковой руды		Обр. 64/6032 из конкреционной руды		Эталон манганита по РОМ	
<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{\alpha}$	<i>I</i>	$\frac{d\alpha}{n}$
10	3,386	10	3,386	10	2,366	10	3,4
6	2,632	6	2,632	6	2,621	8	2,65
4	2,514	4	2,514	4	2,504	4	2,52
8	2,396	8	2,396	8	2,405	8	2,41
6	2,264	6	2,264	6	2,256	6	2,26
6	2,193	6	2,2	6	2,193	6	2,18
8	1,792	8	1,792	8	1,783	8	1,77
6	1,711	4	1,711	4	1,707	7	1,7
10	1,678	10	1,678	10	1,674	8	1,665
6	1,643	4	1,642	4	1,646	7	1,63
6	1,499	6	1,496	6	1,499	7	1,495
6	1,436	6	1,43	6	1,436	7	1,425
8	1,323	8	1,323	6	1,325	7	1,317
2	1,296	—	—	2	1,306	2	1,292
2	1,269	—	—	2	1,267	2	1,263
2	1,234	—	—	—	—	2	1,24
—	—	2	1,213	2	1,212	2	1,21
4	1,183	4	1,183	2	1,172	4	1,177
4	1,163	4	1,163	2	1,149	4	1,155
8	1,14	4	1,14	2	1,129	6	1,13
—	—	—	—	—	—	2	1,13
—	—	—	—	—	—	2	1,095
—	—	—	—	—	—	2	1,076
—	—	—	—	—	—	4	1,027
—	—	—	—	—	—	4	1,007
—	—	—	—	—	—	4	0,987
—	—	—	—	—	—	2	0,932
—	—	—	—	—	—	2	0,89
—	—	—	—	—	—	2	0,878
—	—	—	—	—	—	2	0,867
—	—	—	—	—	—	2	0,86
—	—	—	—	—	—	2	0,835
—	—	—	—	—	—	2	0,826
—	—	—	—	—	—	2	0,819

переменного состава, которые в литературе, относящейся к бассейну, обычно именуется псиломеланами-вадами.

По относительному количеству и широте распространения роль последних весьма велика. Они повсеместно входят в состав манганитовых и пиролюзитовых руд, причем так тесно связаны с названными минералами, что не отделяются в процессе мокрого гравитационного обогащения. Они слагают также отдельные прослои кусковых руд мощностью до нескольких десятков сантиметров и землистые разновидности руд. При обогащении материал из таких прослоев попадает в низшие сорта концентрата.

Таким образом, присутствие псиломеланов-вадов существенно отражается на эффективности обогащения никопольских руд и несомненно должно учитываться при разработке усовершенствованных схем обогащения, агломерации и других технологических процессов.

О терминах «псиломелан» и «вад». С внедрением рентгенометрии в минералогии выяснилось, что комплекс внешних признаков, служивших ранее для отнесения окислов марганца к псиломелану, не характеризует собой минеральный вид. Музейные образцы псиломелана из различных месторождений при детальном рассмотрении зачастую

оказываются пиролюзитом или смесью пиролюзита с другими минералами (Роде, 1952).

В настоящее время название псиломелан в узком смысле применяется для обозначения минерала, имеющего состав  $m \cdot \text{MnO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n \cdot \text{H}_2\text{O}$ . В химическом отношении он представляет собой перманганит, т. е. соединение, производное от двуокиси марганца как кислотного ангидрида (марганцевая соль марганцоватистой кислоты).

В группу псиломелана объединяются перманганиты и полиперманганиты (производные от полимарганцоватистых кислот  $n\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), содержащие наряду с четырех- и двухвалентным марганцем другие металлы: K, Ba, Ca, Co, Pb и т. д. Состав их можно выразить следующей формулой:  $(R, \text{Mn})\text{O} \cdot n\text{MnO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ , где  $R = \text{K}_2, \text{Ba}, \text{Ca}, \text{Ni}$  и др. Некоторые из них дают характерные рентгенограммы. К этой группе относятся крипомелан, романешит, рансьеит, асболан и др.

По рекомендации М. Ф. Флейшера и В. Е. Ричмонда (1943), применяется также термин «псиломелановый тип» для обозначения в полевых условиях массивных, твердых, тяжелых окислов и гидроокислов марганца, не определенных точными методами. Термин «вад» сохраняется как собирательное название для обозначения массивных мягких окислов и гидроокислов марганца с низким видимым удельным весом.

В приложении к рудам Никопольского бассейна целесообразно в полевых условиях применять последние два термина для обозначения минеральных масс, которые не являются манганитом и пиролюзитом.

Ниже приводятся результаты микроскопического и физико-химического изучения рудного вещества псиломеланового типа и типа вада из Никопольского месторождения.

Руды «псиломеланового типа». Руды этого типа представлены нераскристаллизованным и скрытокристаллическим массивным материалом темно-серого, почти черного с синеватым отливом цвета, с неровным, иногда приближающимся к раковистому изломам, матовой поверхностью. Они хрупки, имеют твердость 2—4, объемный вес 2—3,04, дают черту и порошок черного цвета (табл. 42).

Таблица 42

№ образцов	Удельный вес	Объемный вес	Влажность, %	Объемный вес скелета	Пористость, %
Псиломелановый тип					
7226	3,91	2,86	3,14	2,77	29,15
7250	3,39	2,13	2,87	2,07	38,98
7215	3,92	3,04	2,55	2,96	24,48
521	3,47	2			
Тип вада					
1/200	3,55	1,96	7,97	1,82	48,13
508	4,05	2,07			
506	3,69	1,94			
93ц	3,43	3,36			
62/2	3,37	2,5			

От манганита их обычно отличает меньшая твердость, низкая механическая крепость, более высокая электропроводность\*.

По внешнему виду рудный материал кажется более или менее однородным, но при изучении полированных шлифов в отраженном свете под микроскопом явно проявляется его неоднородность. Он состоит из двух

\* Относительная электропроводность легко и быстро определяется в штуфах простейшим прибором (Грязнов, 1958).

рудных компонентов. На фоне серой, буроватой изотропной мягкой массы вада отчетливо выступают белые, слегка желтоватые или сероватые выделения криптомелана неправильной формы, различных размеров — от точечных, еле видимых при большом увеличении, до пятен величиной около 3 мм. Выделения отличаются от вмещающей серой массы более высокой отражательной способностью (20—30) и более высокой твердостью (2—4). Структура их переходная от коллоидной к весьма тонкозернистой. Анизотропия очень слабо проявляется лишь при больших увеличениях микроскопа.

Выделения имеют различную форму: а) точечные изометричные; б) мелкие неправильно извилистые; в) тонкие жилки, возникшие в результате заполнения трещин; г) тонкие, толщиной около 0,01 мм корочки на стенках пустот и по периферии обломочных кварцевых зерен; д) более крупные сплошные участки неправильной формы с резко выраженными или размывтыми границами. Криптомелан неравномерно распределен в массе вады: наблюдаются участки, почти целиком сложенные выделениями, и, наоборот, участки, где преобладает вад.

Структурные взаимоотношения свидетельствуют о том, что криптомелан кристаллизовался в массе вады.

Примесь нерудных минералов выражена главным образом мелкими угловатыми и слегка округленными зернами кварца размером 0,01—0,2 мм, с преобладанием зерен 0,05—0,1 мм в поперечнике. Количество обломочных зерен 5—20%.

Для химических и других исследований из штуфов псиломеланового типа был отобран материал с преобладанием выделений криптомелана. Он содержал некоторое количество мягких гидроокислов типа вады. Содержание  $MnO_2$  рассчитывалось по активному кислороду, количество которого определялось оксалатным методом.

По данным химических анализов (табл. 43), соотношение между атомами марганца и кислорода у исследованных образцов колеблется от  $MnO_{1,9}$  до  $MnO_{1,97}$ .

Весьма характерно повышенное по сравнению с пиролюзитом, манганитом и вадом содержание щелочных элементов: сумма окислов калия и натрия — 1,53—2,41%.

Пересчет анализов дает следующие эмпирические формулы:



где  $R=K, Na$ ;



При выводе формул псиломелана расчет молекулярного количества окислов щелочных металлов приведен по молекулярному весу калия, вследствие чего коэффициенты при  $K_2O$  являются несколько заниженными. Содержание воды, определенное по величине п. п. п., наоборот, может быть завышенным, так как часть воды связана в минералах-примесях: гидроокислах железа, глинистом веществе, вадовых массах.

Примеси кремнезема, окиси алюминия, окислов железа, кальция и других элементов при расчете формул не учитывались, поскольку они минералогически обособлены.

Исследованные псиломеланы по составу близки к двойному полиперманганиту калия и марганца — гидратированному криптомелану.

Существенной причиной химического различия отдельных образцов псиломеланов нужно считать значительную примесь вещества типа вады.

Рентгенометрические исследования вещества псиломеланового типа из Никопольского месторождения во всех случаях позволили нам полу-

## Химический состав псиломеланов из руд Западно-Никопольского месторождения

Компоненты	Псиломелан (криптомелан)				Пиролозит	Манганит
	7226	7215	522	70а	102	М
SiO <sub>2</sub>	12	7,12	7,9	10,26	3,99	3,45
TiO <sub>2</sub>	0,1	0,13	—	—	0,07	0,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,6	1,95	5,74	7,2	1,33	0,49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,03	4,15	5,58	1,91	0,95	1,43
FeO	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
MnO	2,29	1,95	5,39	4,78	0,73	24,1
MnO <sub>2</sub>	66,92	68,66	61,25	66,62	81,7	59,1
CaO	0,45	0,56	1,62	0,73	0,84	1,12
MgO	0,14	0,1	1,91	0,99	0,11	0,1
BaO	0,08	0,08	—	—	0,09	0,09
NiO	Следы	0,08	—	—	0,05	0,07
CoO	—	Следы	—	—	Следы	Следы
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	0,028	—	—	0,026	0,035
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	2,29	1,99	2,41	1,53	0,91	0,52
SO <sub>3</sub>	0,12	0,14	0,3	0,24	0,26	0,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	0,21	0,3	0,32	0,33	0,22
H <sub>2</sub> O	2,01	2	5,46	3,18	1,43	1,24
П.п.п.	9,53	11,04	2,88	2,16	8,02	8
Сумма	99,73	100,19	100,74	99,92	100,83	100,3
О активный	12,32	12,64	11,27	12,26	15,04	10,88
Число атомов кислорода на 1 атом Mn	1,96	1,97	1,9	1,92	1,99	1,67

Таблица 44

## Рентгенограммы псиломеланов

522		70а		7226 и 7215		Криптомелан*		Вернадит*	
I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	$\frac{d\alpha}{n}$	I	d	I	d	I	d
—	—	—	—	—	—	4	6,92	6	6,98
—	—	—	—	1	4,75	4	4,91	5	4,929
—	—	—	—	—	—	2	3,47	2	3,477
1	3,366	3	3,31	2	3,31	—	—	—	—
1	3,104	2	3,104	4	3,104	5	3,11	9	3,115
—	—	—	—	—	—	2	2,46	2	2,49
5	2,405	5	2,405	4	2,378	8	2,4	10	2,385
2	2,193	2	2,177	1	2,193	4	2,21	4	2,201
—	—	—	—	3	2,148	4	2,16	9	2,147
1	1,987	—	—	—	—	—	—	2	1,959
—	—	—	—	—	—	—	—	3	1,911
1	1,822	3	1,831	3	1,827	5	1,835	9	1,829
—	—	—	—	1	1,646	4	1,64	2	1,687
—	—	—	—	—	—	—	—	3	1,617
1	1,541	4	1,546	4	1,544	5	1,54	10	1,54
1	1,423	2	1,433	3	1,427	4	1,43	8	1,42
—	—	3	1,381	—	—	—	—	3	1,396
—	—	—	—	2	1,37	—	—	7	1,366
—	—	—	—	2	1,353	5	1,35	7	1,349
—	—	—	—	1	1,3	4	1,295	6	1,295
—	—	—	—	1	1,244	2	1,24	4	1,238
—	—	—	—	1	1,199	2	1,22	—	—
—	—	—	—	1	1,185	4	1,15	4	1,15

Примечание. Интенсивность линий для образцов из Никопольского месторождения определялась по пятибалльной шкале.

\* В. И. Михеев, 1957.

чить порошкограммы с достаточно ясно выраженной системой линий (табл. 44). Вследствие неполной кристаллизации для них характерна слабая интенсивность, размытость линий, наличие фона. Сравнение их с эталонами указывает на сходство структуры с минералами группы вернадита, куда, по В. И. Михееву (1957), относится и криптомелан.

На рентгенограммах имеются линии, соответствующие всем наиболее интенсивным линиям криптомелана (безбариевого псиломелана, содержащего 3—4%  $K_2O$ ) из Нассау (Германия), исследованного Л. С. Рамселлом.

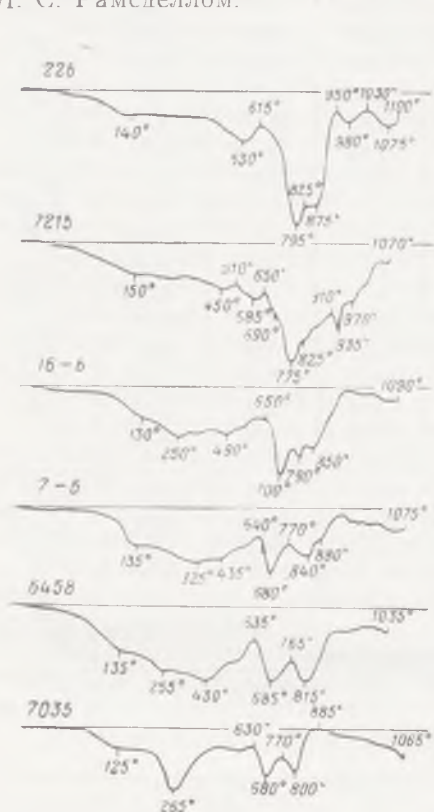


Рис. 52. Кривые нагревания никопольских «псиломеланов»

Образцы 7226, 7215 — материал псиломеланового типа; 7-Б и 6458 — материал типа вада; обр. 7035 — красновато-коричневые продукты окисления карбонатной марганцевой руды

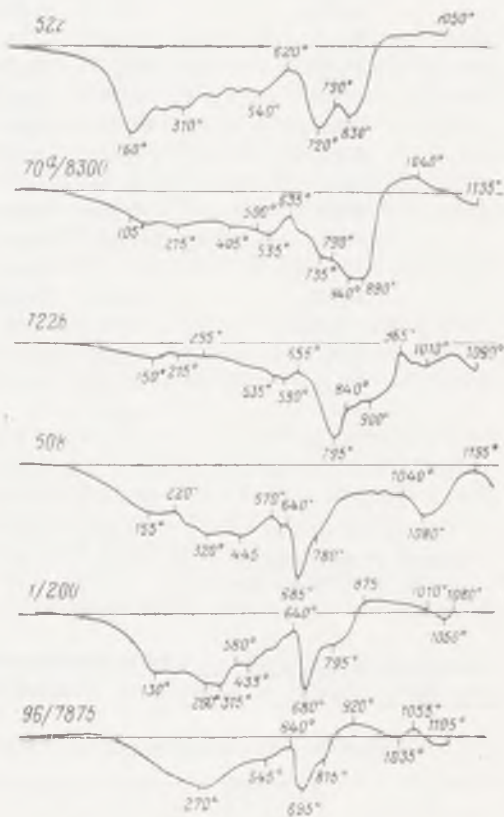


Рис. 53. Кривые нагревания никопольских «псиломеланов»

Образцы 522, 70a/8300, 7226 — материал псиломеланового типа (природные смеси криптомелана,  $\alpha$  — гидрокурнакитового твердого раствора и гидратированной  $MnO_2$ ); 508; 1/200, 96/7875 — материал типа вада (природные смеси  $\alpha$  -гидрокурнакитового твердого раствора и коллоидальной гидратированной  $MnO_2$ )

Следует отметить, что рентгенограммы криптомелана весьма похожи на рентгенограммы пиролюзита, однако у псиломеланов наиболее интенсивной является линия, которая отвечает межплоскостному расстоянию, равному 2,40  $\kappa X$ , а у пиролюзита — линия 3,118  $\kappa X$ . Вследствие примеси кварца на рентгенограммах проявились главные линии этого минерала (линии 4, 12, 15, 17), близко совпадающие с линиями псиломелана, что приводит к утолщению линий.

Согласно Е. Я. Роде (1952), наиболее надежной методикой диагностики окисных минералов марганца является изучение кривых нагревания.

Кривые нагревания наших образцов псиломеланов существенно отличаются от кривых нагревания пиролюзита и манганита (рис. 52 и

53, 54). При некоторых индивидуальных различиях кривые отдельных образцов псиломеланов имеют сходство в характере наиболее интенсивно выраженных эффектов (табл. 45).

Кривые нагревания довольно сложные, и не все выраженные на них термические эффекты легко объясняются. Чтобы установить суть физико-химических явлений, происходящих при нагревании псиломеланов, нами составлены также графики потери веса при нагревании в воздухе (рис. 55 и 56) и диаграммы состав—температура (см. рис. 57).

Изменение веса изучалось на приборе с торзионными весами при скорости нагрева около  $10^\circ$  в 1 мин и исходной навеске 0,2 г.

Кривые состав—температура для особых условий получены следующим образом: отдельные навески в 4 г нагревались в печи с доступом воздуха до заданной температуры со скоростью около  $10^\circ$  в 1 мин и затем выдерживались при этой температуре в течение 5 час. После охлаждения определялись потери веса, содержание Mn и содержание активного O (табл. 46). Часть материала выделялась для рентгенометрических исследований, результаты которых приведены в табл. 48. Аналогично были получены диаграммы состав—температура для условий, когда пробы выдерживались при заданной температуре в течение часа.

При сопоставлении кривых видно, что вследствие кратковременного прогревания равновесные состояния для каждой заданной температуры не были достигнуты, однако диаграммы отображают общий ход процесса, происходящего при нагревании псиломеланов.

Легко убедиться, что до температуры  $520^\circ$  соотношение между кислородом и марганцем у псиломеланов (обр. 7226, 7215) мало изменяется (табл. 47). Значительная потеря веса в этом интервале происходит за счет удаления воды. Первый эндотермический эффект ( $50-160^\circ$ ) отвечает удалению непрочной связанной воды. Он проявляется с различной степенью интенсивности в зависимости от содержания воды в природном материале и продолжительности пребывания на воздухе (высушивания). Примерно до  $400^\circ$  продолжается выделение более прочно связанной воды.

Рентгенометрические исследования со всей очевидностью свидетельствуют, что при нагревании псиломелана до  $520^\circ$  какие-либо новые кристаллические фазы не появляются. Порошкограммы полученных препаратов аналогичны порошкограмме исходного материала.

Слабо выраженному эндотермическому эффекту в интервале температур  $510-585^\circ$  отвечает небольшая потеря веса (около 1%) за счет выделения кислорода.

Следующий значительный эндотермический эффект, проявляющийся при температуре  $615-795^\circ$  с некоторыми различиями у отдельных образ-

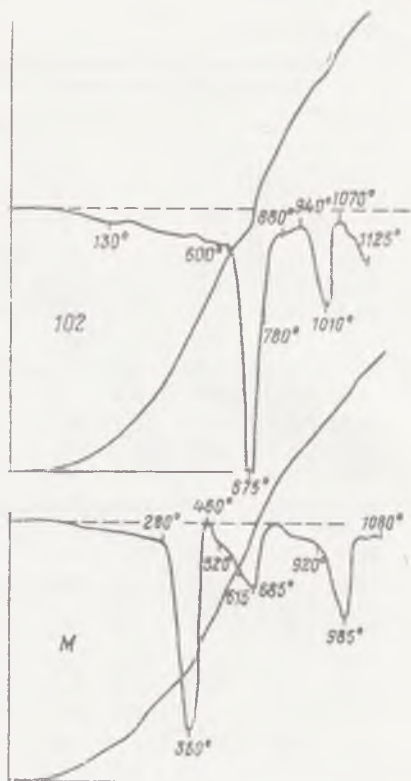


Рис. 54. Кривые нагревания пиролюзита (обр. 102) и манганита (обр. М) из Никопольского месторождения

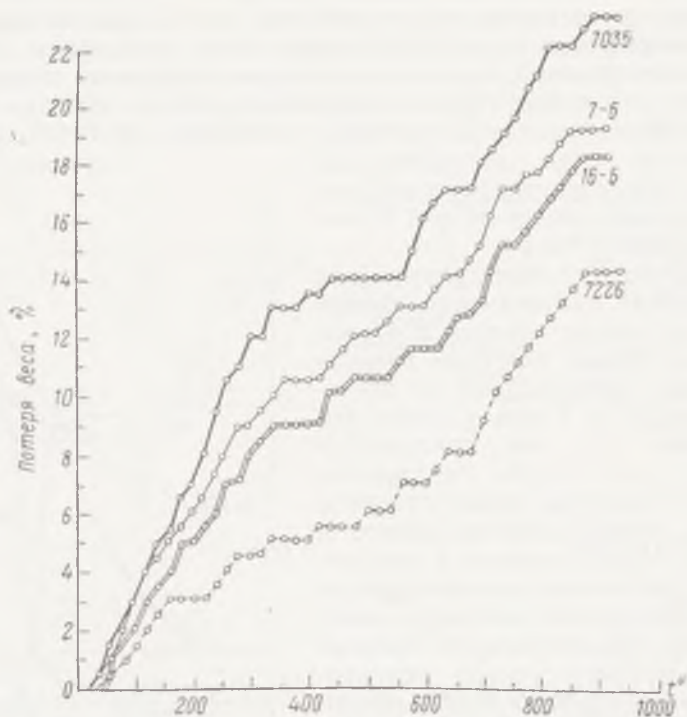


Рис. 55. Кривые потери веса

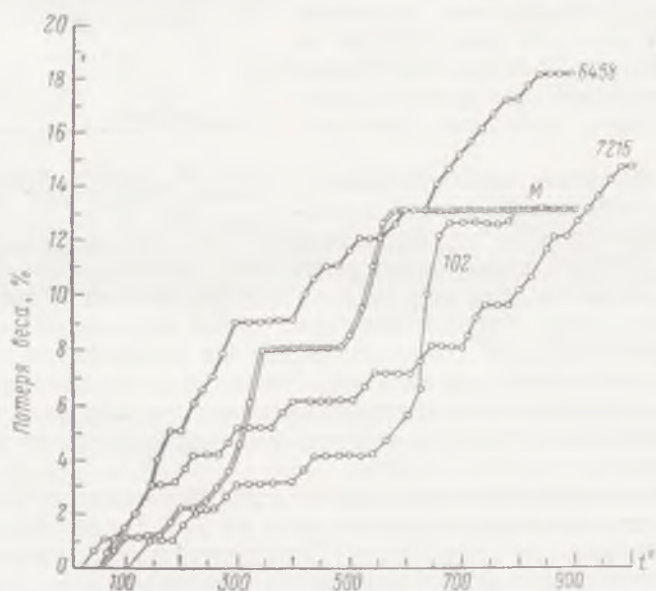


Рис. 56. Кривые потери веса

Образцы: 7226, 7215 — материал псиломеланового состава; 7-Б, 16-Б, 6458 — материал типа вада; 7035 — красновато-коричневые продукты окисления карбонатной марганцевой руды; 102 — пиролюзит; М — маганит



№ образцов псиломеланов		Эндотермические эффекты, °С				
522	160	540	620—720	790—830	—	—
70a	150	535	635—735	790—890	—	1040—1060
7226	130	375—530	615—795	825—875	950—980	1030—1075
7215	150	510—585	650—775	825	910—935	1070

Таблица 46

Потеря веса в % (ПВ) после пятичасового выдерживания проб при заданной температуре, содержание Мп и активного О в полученных препаратах

№ проб	Показатели	Температура, °С								
		20	240	400	500	600	700	800	950	1050
7226	Потеря веса (ПВ)	—	2,1	3,1	3,85	4,48	6,54	9,17	11,41	12,03
	Мп	44	44,9	45,41	45,27	46,08	47,06	48,46	49,67	50,21
	О активный	12,32	12,79	12,64	12,48	11,6	10,8	8,16	6,08	5,84
7215	ПВ	—	2,59	3,76	4,46	5,37	7,58	9,76	12,85	13,1
	Мп	44,86	46,05	46,6	46,92	47,42	48,5	49,72	51,47	51,92
	О активный	12,64	13,52	13,44	13,2	12,4	11,6	8,96	6,24	6
7-Б	ПВ	—	6,72	10,02	10,93	13,24	15,13	17,24	18,02	18,19
	Мп	44,03	47,19	48,92	49,15	50,15	51,86	53,18	53,7	53,25
	О активный	11,59	13,04	12,56	11,84	11,44	9,44	7,04	6,08	6,08
16-Б	ПВ	—	6,3	8,94	9,87	11,45	14,28	16,42	17,52	17,64
	Мп	44,03	47,04	48,4	48,57	49,73	51,45	52,75	53,4	53,25
	О активный	12,24	12,8	12,64	12,4	11,44	9,92	7,28	6,32	6,48
6458	ПВ	—	5,76	8,86	10,17	11,82	13,25	16,61	16,52	16,86
	Мп	41,4	43,95	45,44	45,77	47	48,7	49,64	49,6	49,85
	О активный	10,54	12,16	12,08	11,12	10,56	8,4	7,2	6,08	6,16
7035	ПВ	—	9,98	13	13,96	16,02	19,49	20,78	21,54	21,9
	Мп	29,63	32,92	34,05	34,49	35,28	36,8	37,45	37,75	38,68
	О активный	8,64	9,52	8,96	8,64	8,08	6,4	5,2	4,64	4,16
102	ПВ	—	1,3	1,9	2,3	6,08	10,41	11,02	13,13	13,18
	Мп	52,15	52,84	53,16	53,5	55,54	58,2	58,6	60,01	60,74
	О активный	15,04	15,37	15,48	15,58	13,44	10,08	9,92	8	7,76
М	ПВ	—	1,2	5,65	7,03	9,07	10,28	10,45	13,14	13,16
	Мп	55,89	55,95	59,21	59,68	61,49	62,31	62,38	4,32	64,86
	О активный	10,88	12,48	12,44	12,08	11,12	10	9,92	7,36	7,6

цов, сопровождается значительным уменьшением веса и потерей кислорода. При нагревании пробы до 700° в ней, судя по рентгенограммам, появилась вторая кристаллическая фаза. Новые линии на порошкограмме отвечают наиболее интенсивным линиям природного гаусманита. Интенсивность линий гаусманита возрастает с повышением температуры прогревания псиломелана. При температуре 700° препараты еще содержат значительное количество криptomелана. Кислорода в них намного больше, чем в гаусманите (1,79—1,82 атома О на 1 атом Мп).

Перегиб на кривой нагревания обр. 7215 при температуре 690° указывает на то, что в интервале 615—795° укладываются два эндотермических эффекта. Первый — от 615 до 690° и второй — 690—795°. Первый эффект отвечает температуре разложения двуокиси марганца. Однако при нагревании двуокиси марганца уже при температуре 600° обычно возникает β-курнакит (см. табл. 48, обр. 102), а не гаусманит. Появление гаусманита при сравнительно невысоких температурах (660—740°) наблюдал Е. Я. Роде (1952) при термическом разложении

№ проб	Число атомов О на один атом Мп в препаратах, полученных в результате пятичасового выдерживания проб при заданной температуре, °С								
	20	250	400	500	600	700	800	950	1050
7226	1,96	1,98	1,96	1,95	1,86	1,79	1,65	1,42	1,4
7215	1,97	2	1,99	1,97	1,9	1,82	1,62	1,42	1,4
7-Б	1,9	1,95	1,88	1,83	1,78	1,63	1,46	1,39	1,39
16-Б	1,95	1,94	1,9	1,88	1,79	1,66	1,47	1,41	1,42
6458	1,87	1,95	1,91	1,83	1,77	1,6	1,5	1,42	1,42
7035	2	1,99	1,9	1,86	1,79	1,6	1,48	1,42	1,37
102	1,99	2	2	2	1,83	1,59	1,58	1,46	1,44
	1,67	1,77	1,72	1,69	1,62	1,55	1,55	1,39	1,4

природных пиролюзитов, содержавших примесь  $\alpha$ - $Mn_2O_3$ . Располагая изотермами диссоциации и диаграммами состав—температура, Е. Я. Роде показал, что гаусманит в этих случаях является следствием разложения примеси  $\alpha$ -курнакита, превращающегося в гаусманитовый твердый раствор.

Таким образом, эндотермический эффект в интервале температур 690—790° на термограммах никопольских «псиломеланов» — эффект разложения  $\alpha$ -курнакита. Предшествующий эндотермический эффект (615—690°), по-видимому, отвечает удалению кислорода из  $\alpha$ -курнакитового твердого раствора и, возможно, разложению небольшого количества гидратированной двуокиси марганца.

Пробы никопольских псиломеланов, прогретые при 800°, дали порошкограммы с линиями гаусманита и  $\beta$ -курнакита. Состав препаратов при этой температуре —  $MnO$  1,62—1,65. Эндотермический эффект в интервале 790—890° отвечает разложению криптомелана и появлению  $\beta$ - $Mn_2O_3$ . Дальнейшее повышение температуры приводит к постепенному уменьшению количества кислорода. При температуре 950—1050° состав препаратов уже близок к составу гаусманита.

Эндотермический эффект перехода  $\beta$ -курнакита в гаусманит отчетливо проявился на кривых нагревания обр. 7226 и 7226<sup>1</sup> при температурах соответственно 950—980° и 965—1010°.

В результате сопоставления полученных данных о составе и свойствах вещества псиломеланового типа из никопольских марганцевых руд устанавливается, что вещество псиломеланового типа состоит из калиевого псиломелана — криптомелана, гидратированного  $\alpha$ -курнакитового твердого раствора и гидратированной двуокиси марганца.

Вещество типа вада. К типу вада при полевом описании никопольских руд обычно относят нераскристаллизованные коллоидные массы черного и буровато-черного цвета, мягкие (твердость 1—2), с неровным, местами землистым изломом, матовой поверхностью, черным или буровато-черным цветом черты и порошка. Благодаря повышенной пористости и высокому содержанию воды они обладают более низким объемным весом по сравнению с пиролюзитовыми, манганитовыми и псиломелановыми рудными агрегатами. Обычно вад является субстратом, вмещающим выделения манганита, криптомелана или пиролюзита, различной формы, размеров и в различном количестве, но встречаются также прослой и желваки, состоящие из вещества типа вада без заметной примеси манганита и пиролюзита.

Рудное вещество типа вада царапается ногтем, при значительном нажиме разламывается пальцами. В изломе и на поверхности рудных агрегатов имеются коричневые налеты и участки шлаковидного, пористого строения. Часто в них присутствуют серовато-желтые глинистые включения.

Результаты рентгенометрического исследования препаратов, полученных после нагревания проб до данной температуры и выдерживания при ней в течение 5 час

№ образцов	Температура, °С								
	20	250	400	500	600	700	800	950	1050
Псилометелан 7226	Криптомелан			Криптомелан	Криптомелан	Криптомелан + гаусманит	Гаусманит + $\beta = \text{Mn}_2\text{O}_3$	Гаусманит с примесью $\beta = \text{Mn}_2\text{O}_3$	Гаусманит с примесью $\beta = \text{Mn}_2\text{O}_3$
7-Б	Линий нет				Очень слабые линии гаусманита	Гаусманит	Гаусманит	Гаусманит	
6458	Линий нет			Очень слабые размытые линии криптомелана	Слабые линии криптомелана и гаусманита	Гаусманит	Гаусманит	Гаусманит	
7035	Линий нет	Очень слабые следы линий			Очень слабые линии, не поддающиеся измерению	Гаусманит	Гаусманит	Гаусманит	Гаусманит
Пиролюзит 102	Пиролюзит			Пиролюзит	Пиролюзит + $\beta = \text{Mn}_2\text{O}_3$	$\beta = \text{Mn}_2\text{O}_3$ с примесью гаусманита			Гаусманит с примесью $\beta = \text{Mn}_2\text{O}_3$
Манганит М	Манганит	Пиролюзит + манганит	Пиролюзит	Пиролюзит		$\beta = \text{Mn}_2\text{O}_3$			Гаусманит с примесью $\beta = \text{Mn}_2\text{O}_3$

Под микроскопом в полированных шлифах рудная масса проявляет низкую отражательную способность. Цвет ее темно-серый, буроватый. Твердость низкая. Поверхность плохо поддается полировке, содержит поры различных размеров. Наблюдаются внутренние рефлексы бурого цвета. Рудное вещество изотропное, лишь в отдельных местах, прилегающих к трещинам, в нем проявляется слабая анизотропия. Часто наблюдается колломорфная текстура. Довольно много примесей: терригенные, преимущественно кварцевые зерна размером 0,05—0,2 мм, изредка более крупные, глинистое вещество, гидроокислы железа, кальцит.

Вместе с черными вадами, по единой методике, исследованы продукты окисления карбонатных марганцевых руд, встреченные в Александровском карьере на контакте окисных и карбонатных руд. Они представлены веществом типа вада шоколадно-бурого цвета, слагающим кусковую руду (обр. 7035).

Таблица 49

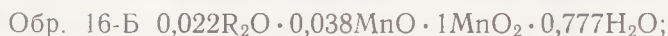
Химический состав вещества типа вада из руд Никопольского месторождения

Компоненты	№ образцов						
	7-Б	16-Б	6458	508	1200	96/7875	7035
SiO <sub>2</sub>	6,37	6,96	11,45	19,22	6,62	11,84	17,31
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,13	0,21	—	0,01	0,13	0,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,54	0,99	2,07	4,12	1,97	3,13	2,85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,07	2,23	2,87	4	4,78	4,95	3,72
FeO	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
MnO	5,49	2,65	8,11	13,77	4,17	*	*
MnO <sub>2</sub>	63,01	66,49	55,63	39	61,62	56,5	46,95
CaO	2,35	1,79	1,7	3	1,79	3,08	7,28
MgO	1,13	1,13	1,18	2,1	1,12	2,33	1,48
BaO	0,1	0,12	0,11	0,22	0,2	0,11	0,14
NiO	0,06	0,06	0,05	—	—	0,14	Следы
CoO	Нет	Следы	Следы	—	—	Следы	*
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,035	0,035	0,033	—	—	—	0,036
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	1,29	1,58	1,11	—	0,74	1,28	0,8
SO <sub>3</sub>	0,44	0,58	0,34	0,59	0,26	0,28	0,38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,5	0,17	0,19	0,543	0,22	0,35	0,35
H <sub>2</sub> O	6	4,66	5,1	—	6,44	5,82	7,23
П.п.п.	9,96	10,69	9,62	13,92	10,6	10,34	9,46
Сумма	100,49	100,27	99,77	100,48	100,54	100,28	98,19
О активный	11,59	12,24	10,88	7,17	11,33	10,4	8,64
Число атомов кислорода на 1 атом Mn	1,9	1,95	1,87	1,69	1,92	2	2

Химический состав характерных образцов материала типа вада приведен в табл. 49. Отмечаются значительные колебания содержания Mn, SiO<sub>2</sub> и других компонентов.

Соотношение между марганцем и кислородом от MnO<sub>1,56</sub> до MnO<sub>2</sub>. Количество щелочных металлов меньше, чем у никопольских псиломеланов (сумма окислов калия и натрия не превышает 1,58%).

Пересчет анализов приводит к следующим эмпирическим формулам:



Обр. 6458  $0,018R_2O \cdot 0,179MnO \cdot 1MnO_2 \cdot 0,835H_2O$ ;

Обр. 508  $0,432MnO \cdot 1MnO_2 \cdot 1,72H_2O$ ;

Обр. 1/200  $0,01R_2O \cdot 0,08MnO \cdot 1MnO_2 \cdot 0,83H_2O$ ;

Обр. 96/7875  $0,02R_2O \cdot 1MnO_2 \cdot 0,885H_2O$ ;

Обр. 7035  $0,016R_2O \cdot 1MnO_2 \cdot 0,972H_2O$

или  $(0,01—0,22)R_2O \cdot (0—0,432)MnO \cdot 1MnO_2 \cdot (0,763—1,72)H_2O$ ,

где  $R = Na, K$ .

Как видно из приведенных данных, состав вадов весьма разнообразен как по соотношению между марганцем и кислородом, так и по содержанию воды.

Рентгенограммы вадов мало способствуют расшифровке их состава. Как правило, это вещества нераскristализованные, рентгеноаморфные. На порошкограмме обр. 508 обнаружены лишь очень слабые линии, отвечающие кварцу. Обр. 1/200 дал очень слабые линии кварца и криптомелана. В ряде других исследованных образцов вадов рентгенометрически были обнаружены небольшие примеси кварца, манганита, слабые линии криптомелана.

На кривых нагревания вадов обычно различаются следующие эндотермические эффекты (табл. 50 и см. рис. 52 и 53).

Таблица 50

№ образцов— вадов	Эндотермические эффекты, °C					
7-Б	50—135	200—325	435	645—680	770—840	1050
508	50—155	220—320	445	640—685	780	1040—1080
1/200	50—130	315	435	640—680	795	1010—1050
96/7875	—	50—270	—	640—695	815	1035
7035	50—125	210—265	—	630—680	770—800	1065

Эндотермический эффект в интервале температур 50—320° отвечает удалению воды, в первую очередь, непрочно связанной (до 130—160°), а затем связанной более прочно. Выделение воды, по-видимому, продолжается и при более высокой температуре, проявляясь в виде слабо выраженного эндотермического эффекта в интервале 400—445°. На кривых потери веса (см. рис. 55 и 56) наиболее интенсивно этот процесс зафиксирован в интервале от начальной температуры до 300—350°. Горизонтальная площадка на кривой между 300—400°, по всей вероятности, объясняется тем, что в этом интервале потеря веса воды компенсируется окислением. На кривой состав—температура (см. рис. 57) максимум содержания кислорода падает на более низкую температуру (250°), что, с одной стороны, объясняется более продолжительным нагревом проб, а с другой—отсутствием замеров при 300—350°.

Для выяснения природы наиболее сильно выраженных эндотермических эффектов, соответствующих температурным интервалам 640—680° и 770—840° произведено рентгенометрическое изучение продуктов прогревания вада в воздухе в течение 1 час и 5 час при различных температурах (см. табл. 46 и 47). Установлено, что при нагревании до 500 и 540° в пробах появляется незначительная примесь криптомелана. Однако линии криптомелана весьма слабые, размытые. По Е. Я. Роде (1952), кристаллизация перманганитов выражается на кривых нагревания экзотермическим эффектом при температуре 400—500°. На термограммах никопольских вадов и псиломеланов экзотермические эффекты в указанном температурном интервале отсутствуют.

На порошкограммах препаратов, полученных прогреванием вадов при температуре 600 и 620°, имеются очень слабые линии криптомелана и линии гаусманита. Содержание О на один атом Мп постепенно уменьшается, начиная с температуры 250°, но все же остается еще высоким ( $MnO_{1,78}$ ).

Порошкограммы материала, подвергавшегося нагреванию до температур 700, 800, 950 и 1050°, отличаются от предыдущих тем, что на них линии гаусманита выражены более интенсивно. При температуре 900—950° все исследованные образцы имели состав, близкий к составу гаусманита ( $MnO_{1,4}$ ). Необходимо обратить внимание на существенное различие между полученными нами кривыми состав — температура для вадов, с одной стороны, и кривыми никопольских пиролюзита и манганита

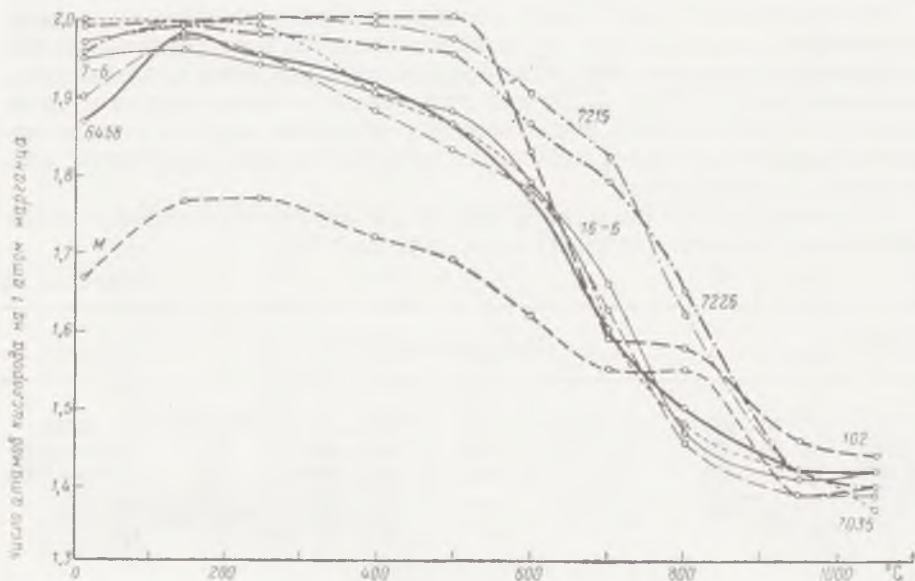


Рис. 57. Диаграммы состав — температура для особых условий

Образцы 7226 и 7215 — природные смеси криптомелана, гидрокурнакитового твердого раствора и гидратированной  $MnO_2$ ; 7-Б, 16-Б и 6458 — природные смеси  $\alpha$ -гидрокурнакитового твердого раствора и гидратированной  $MnO_2$ ; 7035 — красно-коричневые продукты окисления карбонатной марганцевой руды; 102 — пиролюзит; М — манганит

нита — с другой. На диаграммах для пиролюзита (обр. 102) и манганита (М), которые получены при тех же условиях, имеются хорошо выраженные горизонтальные участки в интервале температур 700—800°. Они подтверждают, что при нагревании до температуры 700° пиролюзит и манганит переходят в  $\beta$ -курнакит ( $\beta-Mn_2O_3$ ), который при дальнейшем повышении температуры (более 800°) разлагается с образованием гаусманита (рис. 57).

На диаграммах состав — температура никопольских вадов таких горизонтальных участков нет. Поскольку рентгеновские исследования продуктов нагревания и характер диаграмм состав — температура не указывают на присутствие  $\beta$ -курнакита как промежуточного продукта, приходится принять, что в исходных пробах не было большого количества пиролюзита или гидропиролюзита, так как последние при нагревании превратились бы в  $\beta$ -курнакит.

Сопоставляя кривые состав — температура, полученные для особых условий, и кривые нагревания, следует иметь в виду, что по условиям нагревания эффекты на диаграмме состав — температура фиксируются при несколько более низкой температуре, чем соответствующие эффекты

на кривой нагревания. Так, при исследовании обр. 6458 значительное количество гаусманита обнаружено в препарате, который получен при нагревании образца до  $700^{\circ}$  и выдерживании при этой температуре в течение 5 час. На кривой нагревания образованию гаусманита отвечает эндотермический эффект при температуре  $765\text{--}815^{\circ}$ .

По соображениям, высказанным выше при интерпретации кривых нагревания вещества псиломеланового типа, эндотермический эффект на кривых нагревания вадов в интервале  $765\text{--}840^{\circ}$  следует считать эффектом разложения  $\alpha$ -курнакита.

Эндотермический эффект при температуре  $630\text{--}695^{\circ}$  по температурному интервалу соответствует пиролюзитовому эффекту, однако, учитывая, что в продуктах нагревания отсутствует  $\beta$ -курнакит, что амплитуда отклонения дифференциальной кривой в этом температурном интервале невелика и наблюдается постепенное выделение кислорода при нагревании, начиная с  $250^{\circ}$ , правильно будет рассматривать этот эффект как результат удаления кислорода из гидратированного  $\alpha$ -курнакитового твердого раствора. При этом не исключается возможность присутствия примеси коллоидальной гидратированной двуокиси марганца.

Небольшой эндотермический эффект на кривых нагревания некоторых образцов при температуре около  $850\text{--}880^{\circ}$  соответствует разложению примеси криптомелана.

Встреченные на некоторых участках Никопольского месторождения коричневые продукты окисления карбонатных марганцевых руд дали рентгенограммы, кривые нагревания и кривые состав — температура, не отличающиеся от таковых для черных вадов. Главным компонентом окисленных руд является  $\alpha$ -гидрокурнакитовый твердый раствор.

Выводы. 1. Никопольские псиломеланы-вады представляют собой смесь нескольких минеральных видов: а) калийсодержащего псиломелана (криптомелана); б) коллоидального гидратированного твердого раствора кислорода в  $\alpha$ -курнаките; в) коллоидальной двуокиси марганца. Указанные составляющие очень тесно связаны между собой и с другими рудообразующими минералами, присутствуя в виде взаимных включений микроскопических размеров в разных количественных соотношениях.

2. Криптомелан при значительном содержании распознается по характерной рентгенограмме, повышенному количеству окиси калия, эндотермическому эффекту разложения криптомелана на кривой нагревания в температурном интервале  $850\text{--}880^{\circ}$ . На диаграмме состав — температура кривая криптомелана располагается обособленно от кривых других минералов.

3. Никопольские «вады» представлены коллоидальными гидроокислами марганца с содержанием О на один атом Mn —  $1,56\text{--}2$  и содержанием  $\text{H}_2\text{O}$  на один атом Mn —  $0,69\text{--}1,2$  молекулы. Они рентгеноаморфны (на рентгенограммах иногда обнаруживаются слабые линии минеральных примесей: кварца, криптомелана и др.).

Судя по этим данным, кривым нагревания и диаграммам состав — температура, главными рудными компонентами вада являются твердые растворы кислорода в гидратированном  $\alpha$ -курнаките ( $\alpha\text{-Mn}_2\text{O}_3$ ) и коллоидальная гидратированная двуокись марганца.

В качестве названия минерала для гидратированной двуокиси марганца имеется термин вернадит, предложенный А. Г. Бетехтиным (1937в). Что касается твердых растворов кислорода в гидроокислах марганца типа установленных Е. Я. Роде (1852) —  $\alpha$ -гидрокурнакитового,  $\alpha$ -гидрогаусманитового твердых растворов, то они еще не имеют общепринятых среди минералогов названий. Недавно Л. О. Станкевич (1957) предложил назвать их соответственно «оксигидрокурнакитом» и «оксигидрогаусманитом».

4. Как показал Е. Я. Роде на материале Чиатурского и других марганцевых месторождений,  $\alpha$ -гидрокурнакитовые твердые растворы в природных условиях образуются при окислении соединений закиси марганца, например при окислении карбонатных марганцевых руд.

Приведенные выше результаты исследований никопольских окисленных руд доказывают, что последние в качестве главного компонента содержат  $\alpha$ -гидрокурнакитовый твердый раствор. Одновременно установлено сходство в составе, текстурах и структурах окисленных руд и черных вадов. Таким образом, вполне вероятно, что вады могли образоваться путем окисления карбонатных марганцевых руд.

**Манганокальцит и кальциевый родохрозит.** Первое описание манганокальцита из карбонатных марганцевых руд Никопольского месторождения опубликовано П. М. Каниболоцким (1940). Впоследствии выяснилось, что П. М. Каниболоцкий располагал каменным материалом преимущественно из переходной зоны смешанных руд. Позже буровыми работами и карьерами были вскрыты руды собственно карбонатной зоны.

А. Т. Суслов в 1947 г. в рукописном отчете сообщил результаты детального изучения нескольких образцов руды из Марьевской залежи. Минералогические исследования карбонатных руд на различных участках бассейна выполнены В. И. Грязновым в период развертывания геологоразведочных работ на Никопольском и Больше-Токмакском месторождениях, в междуречье Днепр — Ингулец и на других участках. П. Ф. Андрущенко описала карбонатные руды Грушевского участка.

Сведения по минералогии карбонатных руд опубликованы В. И. Грязновым (1955, 1956б, 1956в, 1956г, 1959), Л. О. Станкевичем (1957), Д. П. Хорошевой (1960).

Макроскопическая характеристика рудных агрегатов, состоящих из манганокальцита, приведена выше, в разделе «Типы руд». Манганокальцит имеет вид скрытокристаллического кавернозного или массивного известняка темно-серого, серого, светло-серого цвета, иногда со слабым зеленоватым или желтоватым оттенком.

Темно-серая карбонатная масса желваков довольно однородна. Она имеет скрытокристаллическое строение, характеризуется неровным изломом, часто с тенденцией к раковистому, средней твердостью (3—4) и слабой, но заметной реакцией с соляной кислотой. При нагревании в 10%-ном растворе HCl карбонат растворяется с бурным выделением CO<sub>2</sub>. Светло-серая и желтовато-серая карбонатная масса вскипает с холодной кислотой довольно энергично.

Как устанавливается в результате микроскопических исследований, основная масса желваков состоит из мельчайших зерен карбоната, большая часть которых меньше 0,01 мм в поперечнике. Под микроскопом в шлифах на общем сером мутноватом фоне выделяются мелкие более светлые участки, размером до 0,5 мм, сложенные тонкозернистым карбонатом с зернами порядка 0,01—0,025 мм. Некоторые из этих пятен округлые, другие неправильной формы, многие в виде каемки вокруг зерен кластического материала. Часто, наоборот, тонкозернистый карбонат служит фоном, на котором вырисовываются более темные мутные пятна овальной формы размером около 0,25 мм. Сгустковая и пятнистая структуры основной массы объясняются неравномерной кристаллизацией марганцевого карбоната.

К вторичным образованиям относятся кристаллы карбоната на стенках мелких трещинок в рудном веществе. На месте трещин возникли тонкие жилки. Трещины заполнялись карбонатом в виде сферолитов, чаще всего по одному слою сферолитов с каждой стороны, а середина их — зернистым карбонатом. Размер сферолитов не превышает 0,2 мм (рис. 58).



На периферии желваков наблюдаются участки желтовато-серого, палевого карбоната, связанного с основной карбонатной массой постепенными переходами. Карбонат палевого цвета по крепости уступает темно-серому. Он легко соскабливается и крошится, дает неровный и землистый излом. Эти свойства палевого карбоната объясняются его пористым строением. При увеличении 120 под микроскопом отчетливо видны изометричные зерна размером около 0,01 мм, почти все одинаковой величины. Лишь вблизи многочисленных пор, имеющих неправильную форму и размеры 0,1—0,8 мм, величина зерен несколько больше. Внутри некоторых пор заключено глинистое вещество, другие поры пустые. С соляной кислотой палевый карбонат реагирует слабо.



Рис. 58. Карбонат сферолитового строения в виде жилок среди мангано-кальцитовой скрытокристаллической основной массы желвака карбонатной руды. Шлиф 2223. Увел. 46

В шлифах видно, что карбонатная масса содержит небольшое количество кластического материала, зерна глауконита, включения сульфидов железа, глинистое вещество, иногда реликты органических остатков. В ряде образцов в небольшом количестве обнаружен барит.

Чрезвычайно малые размеры зерен рудных карбонатов затрудняют их минералогическую диагностику, поэтому в дополнение к данным микроскопического изучения ниже приводятся результаты химических, термических и рентгенометрических исследований, а также данные спектрального и фазового анализов некоторых образцов.

Показатели преломления. В связи с некоторой неоднородностью карбонатной массы перед определением показателей преломления было произведено предварительное разделение ее на фракции по удельному весу. Дробленный до размера менее 0,05 мм материал разделялся в жидкости Туле с удельным весом 2,9 и 3,15 (табл. 51).

Обе тяжелые фракции всех образцов состоят в основном из карбонатов, в легкой фракции наряду с карбонатом присутствуют обломочные кварцевые зерна, так что действительное соотношение между количе-

Результаты разделения карбонатной массы на фракции по удельному весу и показатели преломления выделенных карбонатов

№ образцов	Фракция <2,9			Фракция 2,9-3,15			Фракция >3,15		
	выход, %	n <sub>o</sub>	n <sub>e</sub>	выход, %	n <sub>o</sub>	n <sub>e</sub>	выход, %	n <sub>o</sub>	n <sub>e</sub>
Карбонаты из желваков									
2222	12,6	1,71	1,519	3,8	1,721	1,534	83,6	1,731	1,537
197/23	6,2	1,658	1,534	18,8	1,681	—	75	1,702	1,519
197/25	10,8	1,68	1,507	17,4	1,708	1,522	71,8	1,702	1,519
197/28	40,7	1,661	1,504	32	1,68	1,507	27,3	1,702	1,519
Карбонаты из сплошной руды									
317/35	1,8	1,678	1,505	30	1,68	1,505	68,2	1,721	1,534
1594a	16,7	1,68	1,507	41,1	1,68	1,507	42,2	1,721	1,534
Карбонаты из окисно-карбонатной руды									
2234	48,9	1,680	1,531	15,3	1,721	1,543	35,8	1,728	1,537
Белая конкреция из сплошной руды									
2485	7,1	1,681	1,507	10,4	1,728	1,537	82,5	1,743	1,54

## Результаты химического анализа

Компоненты	Содер									
	Из желваковых руд									
	2223	1738	197/23	197/28	2222	2249	1757	197/27	2226	2229г
SiO <sub>2</sub>	6,1	6,23	4,62	10,02	6,41	14,27	21,37	8,12	4,47	7,63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,86	1,44	1,68	6,26	4,54	3,73	4,67	1,48	1,06	3,66
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	Следы	—	—	Нет	—	—	—	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,01	2,56	1,82	1,08	0,72	4,24	3,59	2,44	1,22	1,12
FeO	1,86	1,42	0,84	0,43	1,15	0,14	Следы	0,54	0,71	0,43
MnO	40,28	36,25	35,64	34,02	32,59	30,85	14,92	14,89	37,25	36,29
MnO <sub>2</sub>	Нет	Нет	Следы	Нет	Нет	4,32	Нет	Следы	Нет	Нет
CaO	5,54	10,16	15,12	11,1	13,46	7,4	22,28	32,92	12,69	11,01
MgO	0,88	2,14	1,83	1,36	1,52	1,43	1,41	2,01	1,08	1,14
BaO	—	0,27	—	—	0,18	—	—	Следы	—	—
NiO	—	Следы	—	—	Следы	—	—	—	—	—
K <sub>2</sub> O+N <sub>2</sub> O	0,93	0,74	0,9	0,97	0,74	1,05	0,82	0,6	0,4	1,44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,42	0,84	1,08	0,58	0,79	1,06	0,25	0,36	0,35	0,22
SO <sub>3</sub>	0,1	0,53	0,58	0,53	0,12	0,12	0,3	0,52	0,04	0,06
H <sub>2</sub> O	—	0,56	0,24	0,36	0,44	—	0,84	—	0,84	0,54
CO <sub>2</sub>	—	35,96	—	33,44	35,72	—	30,8	—	37,07	35,06
П.п.п.	—	—	—	—	—	30,01	—	34,64	—	—
Сумма	60,98	99,1		100,15	98,38	98,62	101,25	98,52	97,18	98,6
Mn	31,16	28,08		26,3	25,22	26,6	11,55	11,53	28,8	28,08
P	0,192	0,383		0,264	0,36	0,483	0,114	0,164	0,16	0,1

Образцы: 1738, 197/23, 2222, 2226, 2229г, 317/35, 2248г, 1717 — карбонатная масса серая; 2249 — светло-серая из нижнего песчаного слоя руды; 197/28 — палевая из окисно-карбонатной руды; 1591 — белая из окисно-карбонатной руды.

ствами карбоната различного удельного веса может несколько отличаться от приведенного в таблице.

Все полученные показатели  $n_0$  больше, чем у кальцита и меньше, чем у чистого родохрозита. С увеличением удельного веса карбоната, как правило, возрастает его показатель преломления  $n_0$ .

Поскольку, как мы увидим ниже, в состав минералов, кроме марганца и кальция, входят железо и магний, однозначно решить вопрос о минералогической принадлежности карбонатов основной массы по показателям преломления не представляется возможным.

В результате разделения карбонатов по удельному весу и определения показателей преломления устанавливается, что в составе основной массы присутствуют карбонаты с переменным удельным весом и соответственно переменными показателями преломления. Численные значения удельного веса и показателей преломления не противоречат отнесению карбонатов к манганокальциту и кальциевому родохрозиту.

Химические особенности карбонатов. Анализировался тщательно отобранный, макроскопически однородный материал характерных разностей карбонатной массы (табл. 52).

Отметим, что, кроме главных компонентов, входящих в состав карбоната, в нем имеются примеси. Все образцы содержат небольшое количество двуокси кремния, окиси алюминия и щелочей. Эти компоненты, главным образом связанные в терригенном обломочном материале и глинистом веществе, составляют в сумме около 10%. Окись железа

Таблица 52

манганокальцита и кальциевого родохрозита

Из сплошных руд										
2230	2229с	317/35	2252	2248г	2234	2248с	1717	1591	1741	
13,71	15,38	4,56	6,12	17,69	39,16	7,04	16,04	13,8	9,45	
2,97	4,12	4,68	0,24	1,69	4,04	1,03	3,7	1,69	3,1	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,3	2,62	2,41	1,48	3,27	2,09	3,04	1,68	1,28	11,8	
1,72	1,86	0,71	23,69	0,57	0,28	0,14	0,28	0,14	0,14	
34,95	33,22	29,58	27,37	25,64	22,66	15,35	15,4	14,06	13,99	
Нет	Нет	0,84	Нет	Нет	6,98	0,84	Нет	Нет	Нет	
6,31	4,24	16,32	3,36	12,09	4,9	30,87	24,04	31,56	23,8	
1,29	1,63	1,15	1,22	1,64	0,68	1,14	6,03	1,6	2,83	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,16	1,62	0,82	0,72	1,19	1,04	0,84	0,68	0,48	0,99	
0,12	0,28	0,19	0,23	0,18	0,18	0,28	0,34	0,18	0,09	
0,44	0,04	0,25	0,2	0,23	0,12	0,24	0,3	0,27	1,3	
—	—	—	—	—	1,64	1,52	0,16	0,3	0,28	
—	—	—	—	—	18,06	35,2	33	34,14	33,92	
—	—	39,07	34,51	—	—	—	—	—	—	
63,97	65,01	100,58	99,14	64,19	101,83	97,53	101,65	99,5	101,69	
27,05	25,7	23,42	21,15	19,84	21,95	12,4	11,92	10,88	10,82	
0,057	0,128	0,087	0,15	0,082	0,082	0,128	0,155	0,082	0,011	

темно-серого цвета; 197/27, 2230, 2252 — зеленовато-серая; 2223, 2229с, 2248с, 2234 — периферической части желвака; 1757 — желтовато-серая; 1741 — желтовато-серая из

также, если не вся, то основная ее часть, входит в состав глинистых включений и глауконита. Таким образом, отбрасывая элементы, находящиеся в примесях, устанавливаем, что в состав собственно карбонатного вещества могут входить катионы марганца, кальция, магния и железа. При этом резко преобладают марганец и кальций, а магний и железо присутствуют в подчиненном количестве.

Допустив, что эти катионы связаны в соответствующих углекислых солях, в результате пересчета получаем следующие соотношения между ними (табл. 53).

Таблица 53

Пересчет анализов на содержание углекислых солей  
(в молекулярных % от суммы углекислых солей)

Соли	№ образцов							
	2223	1738	197/23	197/28	2222	2249	1757	197/27
MnCO <sub>3</sub>	79,5	66,16	60,65	66,85	60,11	72	32,71	24,5
CaCO <sub>3</sub>	13,8	24,42	32,47	27,58	32,82	21,8	61,84	68,75
MgCO <sub>3</sub>	3,07	6,84	5,43	4,73	4,97	5,87	5,45	5,86
FeCO <sub>3</sub>	3,63	2,58	1,45	0,84	2,1	0,33	—	0,89
MnCO <sub>3</sub>	5,75	2,7	1,86	2,43	1,83	3,3	0,53	0,36
CaCO <sub>3</sub>								

В большинстве изученных образцов молекулярное количество закиси марганца в 1,83—5,75 раза больше количества окиси кальция. Лишь отдельные пробы показывают преобладание карбоната кальция. Принимая деление марганцево-кальциевых карбонатов на кальциевый родохрозит и манганокальцит по содержанию молекулы CaCO<sub>3</sub> меньше или больше 25%, приходится отнести обр. 2223, 1738 и 2249 к кальциевому родохрозиту, а остальные к манганокальциту.

Как уже указывалось выше, в общем случае мы имеем дело со смесью нескольких карбонатов с разным удельным весом и отличающимися показателями преломления. Поэтому приведенные цифры характеризуют средний состав карбонатной массы, а не состав минерала. Сопоставление данных химического анализа с оптическими константами и удельным весом минералов приводит к выводу о том, что обычно в минеральной массе желваков присутствуют и манганокальцит и кальциевый родохрозит, причем в одних образцах преобладает первый из них, в других — второй, а третьи представлены целым рядом изоморфных смесей промежуточного состава между родохрозитом и кальцитом.

Mg и Fe входят в состав карбоната, по-видимому, изоморфно замещая в нем катионы Mn и Ca, так как обособленные выделения сидерита или магнезита в основной массе не наблюдаются. Сидерит, во всяком случае, был бы обнаружен при исследованиях благодаря высокому значению показателя преломления.

Спектральные анализы указывают на присутствие в карбонате Ti (около 0,01%), V (около 0,001%), Ni, Co, Cu (следы). Реже в виде следов встречаются Sr, Mo, Zr и некоторые другие элементы.

Кривые нагревания и фазовый анализ. Приведенные выше выводы о минеральном составе основной карбонатной массы подтверждаются термическими исследованиями.

На рис. 59 сверху вниз последовательно расположены кривые нагревания, полученные для образцов со все уменьшающейся величиной молекулярного отношения MnCO<sub>3</sub> к CaCO<sub>3</sub>. Химический состав изученных образцов приведен в табл. 52.

Как известно, на кривых нагревания чистого родохрозита ясно выражены два эффекта: эндотермический эффект диссоциации карбоната марганца в интервале 500—600° и экзотермический эффект в интервале

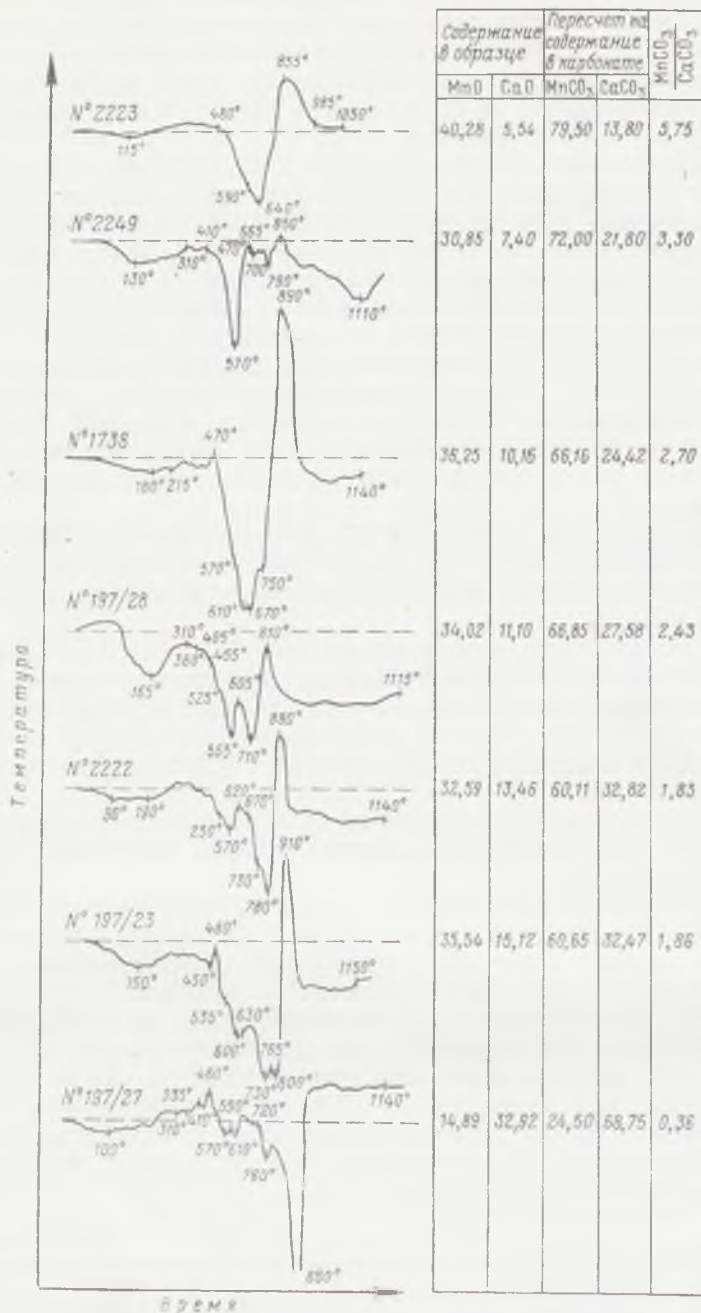


Рис. 59. Кривые нагревания карбонатов марганца и кальция из желваков

750—960°, отвечающий окислению закиси марганца, образовавшейся при разложении карбоната. При нагревании кальцита обнаруживается эндотермический эффект диссоциации CaCO<sub>3</sub> в интервале температур 750—940°. Известно также, что в случае присутствия в изучаемом веществе карбонатов марганца и кальция эндотермический эффект диссоциации

карбоната марганца проявляется тем значительнее, чем больше относительное количество этого карбоната. С уменьшением содержания родохрита эндотермический эффект диссоциации карбоната марганца уменьшается, а эффект диссоциации кальцита возрастает. Экзотермический эффект окисления продуктов диссоциации  $MnCO_3$  при наличии в образцах  $CaCO_3$  налагается на эндотермический эффект диссоциации последнего и становится ясно выраженным лишь после диссоциации  $CaCO_3$ . Таким образом, он смещается в область более высоких температур (Берг и др., 1944; Цветков, 1949).

Полученные нами кривые обр. 2223, 2249, 1738 могут интерпретироваться как характерные для родохрита, содержащего изоморфную примесь карбоната кальция, что соответственно уменьшило и несколько сместило вправо основные термические эффекты, а у обр. 2249 сивелировало экзотермический эффект. Эндотермическая остановка при температуре 115—160° отвечает, по-видимому, выделению воды из глинистого вещества, присутствующего в карбонатной массе.

Более сложный состав имеет палевый карбонат из обр. 197/28. На кривой нагревания, кроме родохритового эффекта, зафиксирована вторая эндотермическая остановка в интервале 605—710°. Она вызвана термической диссоциацией манганокальцита. Таким образом, палевый карбонат представляет собой смесь кальциевого родохрита и манганокальцита.

Кривые обр. 2222, 197/23, 197/27, кроме слабо выраженного родохритового эффекта, несут на себе по две-три эндотермические волны, отвечающие разложению манганокальцита с различным соотношением  $MnCO_3$  и  $CaCO_3$ .

Резко выраженный высокотемпературный эндотермический эффект разложения кальцита отмечен только на двух нижних кривых, хотя все образцы содержат окись кальция в значительных количествах. Указанные факты заставляют считать, что кальций присутствует в минеральной массе большинства образцов главным образом в виде изоморфной смеси с марганцем.

Аналогичный вывод напрашивается и на основании данных фазового анализа, выполненного по методу, который предложен Л. Г. Бергом (1952).

Навеска исследуемого вещества весом 0,2 г нагревалась в специальном реакционном сосуде в трубчатой печи. Объем выделявшегося газа измерялся газовой бюреткой, соединенной с реакционным сосудом, а температура фиксировалась с помощью термомпары.

Судя по полученной кривой выделения газа (рис. 60, обр. 2223), процесс выделения  $CO_2$  начинает заметно проявляться при 460°. В интервале 520—650° он происходит наиболее интенсивно. Далее объем газа нарастает несколько медленнее до 720°, затем в интервале 720—725° выделение его вновь усиливается, а выше этой температуры постепенно затухает. Количество  $CO_2$ , соответствующее указанным температурным интервалам, показано в табл. 54.

Таблица 54

Температура, °C		Объем выделившегося $CO_2$ , см <sup>3</sup>	Количество $CO_2$ , % к навеске
от	до		
460	650	31,96	28,67
650	720	2,77	2,49
720	725	1,8	1,61
725	945	0,98	0,88
460	945	37,51	33,65

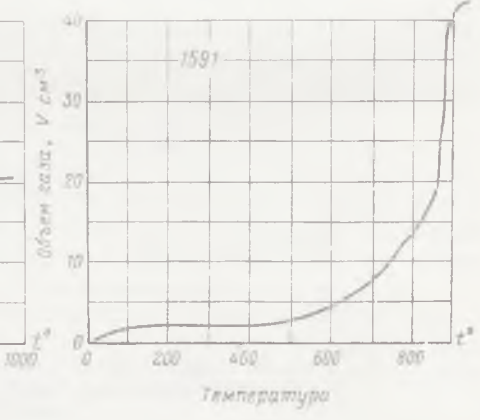
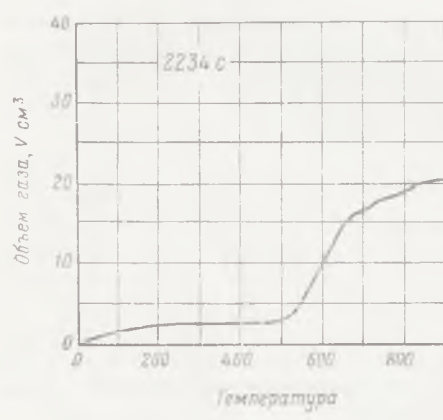
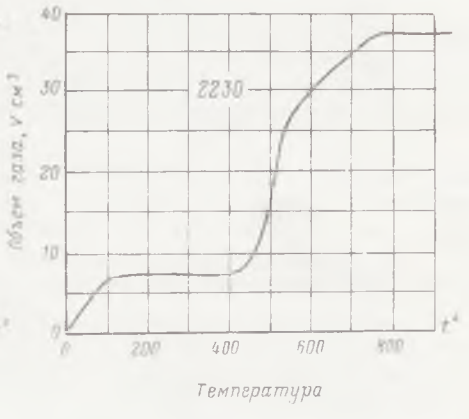
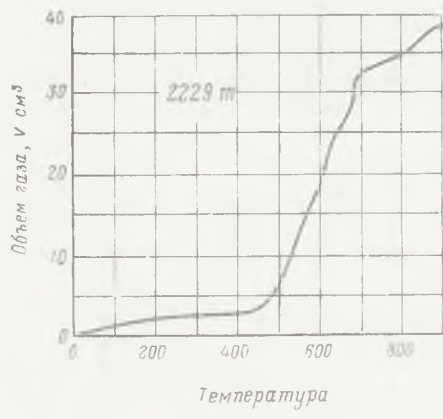
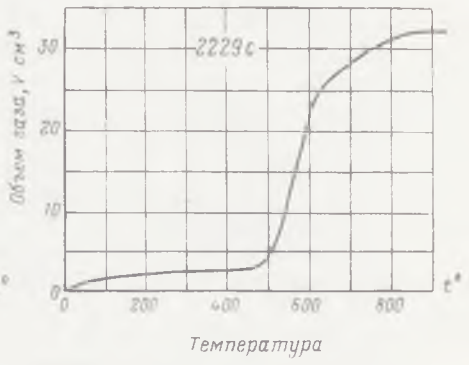
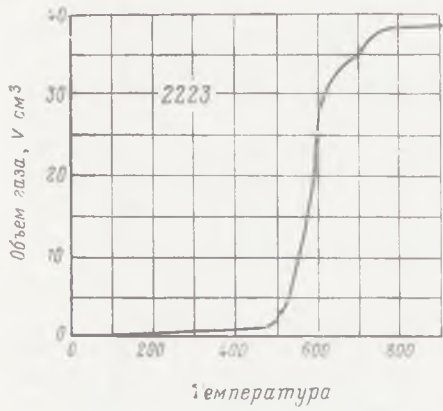


Рис. 60. Кривые выделения газа при термической диссоциации карбонатов марганца и кальция

Наибольшее количество  $\text{CO}_2$  выделилось в интервале 460—650°, соответствующем разложению кальциевого родохрита; дальнейшее слабое выделение  $\text{CO}_2$  связано с постепенным разложением освобожденного  $\text{CaCO}_3$ .

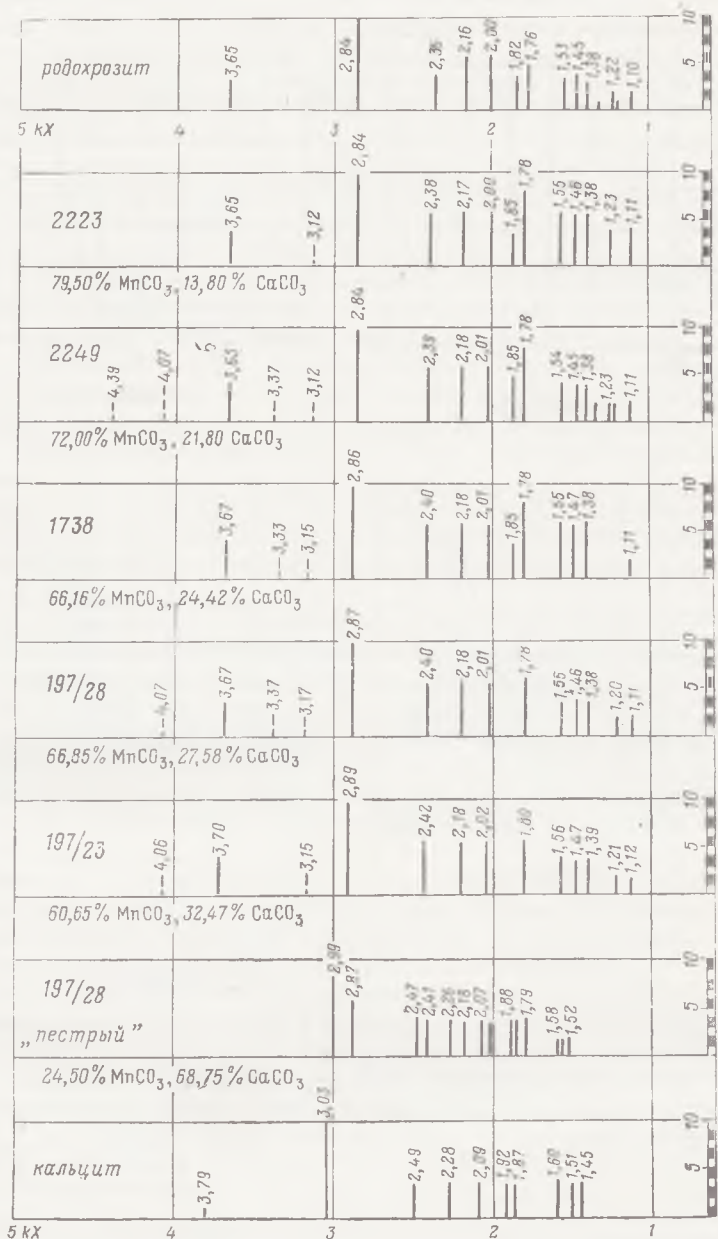


Рис. 61. Межплоскостные расстояния и относительная интенсивность дифракционных линий на рентгенограммах рудообразующих карбонатов

По данным химического анализа, обр. 2223 содержит 5,54%  $\text{CaO}$ . Если бы весь кальций был связан в кальците, то соответствующее количество  $\text{CO}_2$ , равное 6,2%, должно было выделиться в температурном интервале 750—940°. Фактически при этой температуре освобоилось около 2,5%  $\text{CO}_2$ , т. е. значительная часть кальция изоморфно связана



с марганцем. Некоторое усиление газовыделения при  $720^\circ$  допускает мысль о присутствии в смеси доломита, однако, по данным химанализа, содержание окиси магнезия в образце невелико (0,88%), и доломит не обнаруживается другими анализами.

Примерно такие же результаты, но без эффекта при  $720^\circ$ , дал фазовый анализ обр. 1738.

Рентгенометрические исследования. Результаты рентгенометрических исследований приведены на графике (рис. 61), где для каждого образца по горизонтали изображена шкала межплоскостных расстояний, а по вертикали — относительная интенсивность дифракционных линий. Пунктиром нанесены линии некарбонатных примесей (кварц, пирит и др.).

Химический состав изученных образцов представлен в табл. 52 и 53.

Путем сравнения с рентгенограммами химически чистых искусственных солей  $MnCO_3$  и  $CaCO_3$  устанавливаем следующее.

1. В большинстве случаев на наших рентгенограммах имеется одна система линий. Лишь на рентгенограмме пестрого обр. 197/28 запечатлелись две системы линий. Почти все линии широкие, чем отличаются от обычно наблюдаемых на дебаеграммах однородного вещества.

2. По структуре карбонаты занимают промежуточное положение между чистым родохрозитом и чистым кальцитом.

3. По мере уменьшения относительного количества  $MnCO_3$  в карбонате и увеличения содержания  $CaCO_3$  наблюдается закономерное смещение линий в сторону увеличения межплоскостных расстояний. Такая закономерность изменения структуры была отмечена для родохрозитов Ф. Кригером (Kriger, 1930).

Не остается сомнений в том, что карбонаты представляют собой изоморфные смеси типа  $(Mn, Ca)CO_3$ . Тот факт, что линии на порошковых рентгенограммах шире нормальных, заставляет говорить о присутствии в каждом образце системы изоморфных смесей, близких по составу.

В обр. 197/28 «пестрый», кроме изоморфной смеси типа обр. 197/28, имеется карбонат, близкий по составу и структуре к кальциту.

Таким образом, в результате разносторонних исследований устанавливается, что крипстокристаллическая карбонатная масса представлена одним или несколькими промежуточными минералами изоморфного ряда родохрозит—кальцит с незначительной изоморфной примесью  $FeCO_3$  и  $MgCO_3$ . В большинстве случаев карбонат желваков относится к кальциевому родохрозиту (содержание молекулы  $CaCO_3$  меньше 25%) и манганокальциту с содержанием  $CaCO_3$  25—50%. Образцы с большим количеством молекулы  $CaCO_3$  среди желваков редки.

Среди карбонатной массы сплошных руд по внешнему виду и цвету могут быть выделены те же разности, что и среди желваковых руд. Основная масса в общем слабо реагирует с разбавленной соляной кислотой, но отдельные светлые участки ее сложены карбонатом, дающим сильную реакцию. Местами заметна неясная концентрическая слоистость.

Под микроскопом в прозрачных шлифах устанавливается полное сходство карбонатной массы сплошных руд с карбонатной массой желваковых руд, поэтому нет необходимости повторять здесь микроскопическое описание (рис. 62, 63, 64, 65, 66, 67).

Отметим, что при разделении порошка проб в тяжелых жидкостях обнаруживается неоднородность карбоната (см. табл. 51). Химические анализы (см. табл. 52) и термические исследования свидетельствуют о существовании разновидностей с различным содержанием Mn и Ca, изоморфно связанных в кальциевом родохрозите и манганокальците. Рентгенометрические исследования выявили, что большая часть образцов имеет структуру родохрозита и манганокальцита. Даже те образцы,

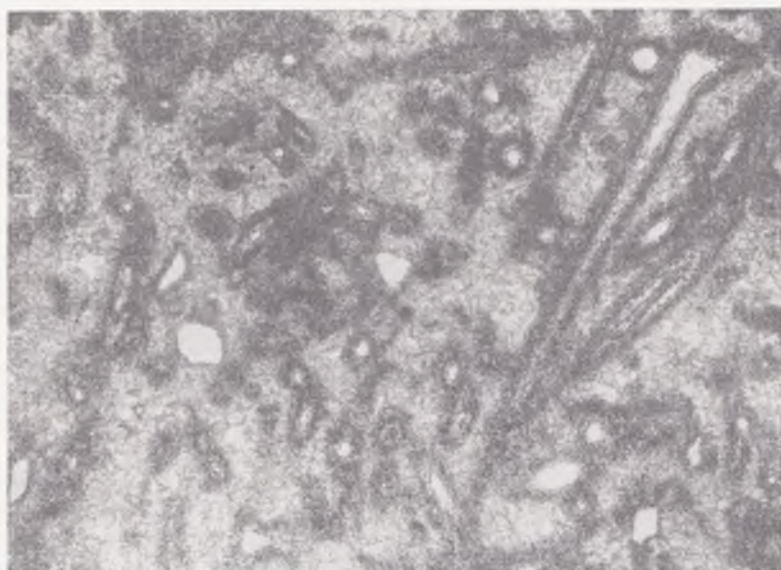


Рис. 62. Спонги губок в манганокальците. Покровский участок. Шлиф 1591. Увел. 46

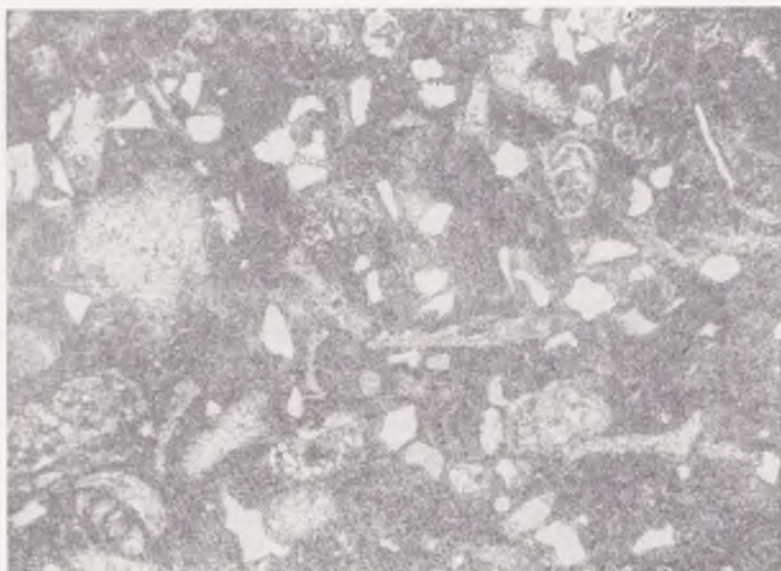


Рис. 63. Фораминиферы в манганокальците. Покровский участок. Прозрачный шлиф 1593. Увел. 46

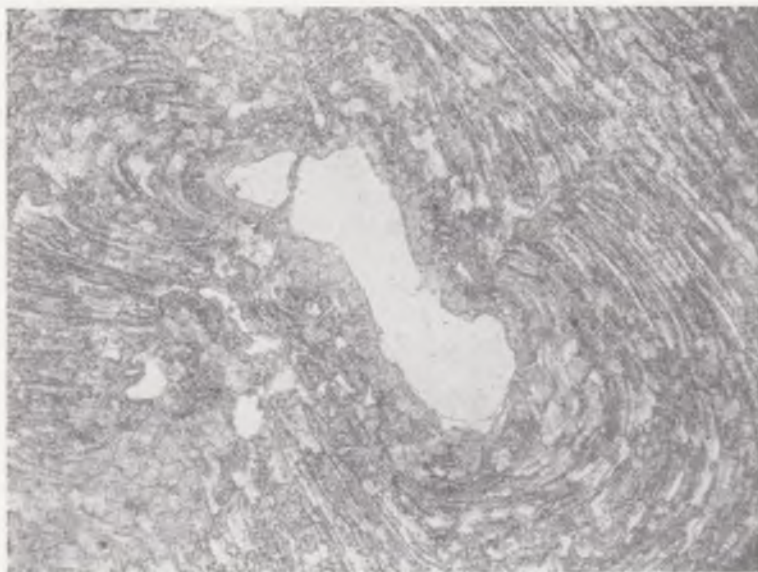


Рис. 64. Слои в манганокальцитовом пизолите следуют очертаниям кварцевого зерна (белое), находящегося в центре пизолита. Шлиф 2206. Увел. 46

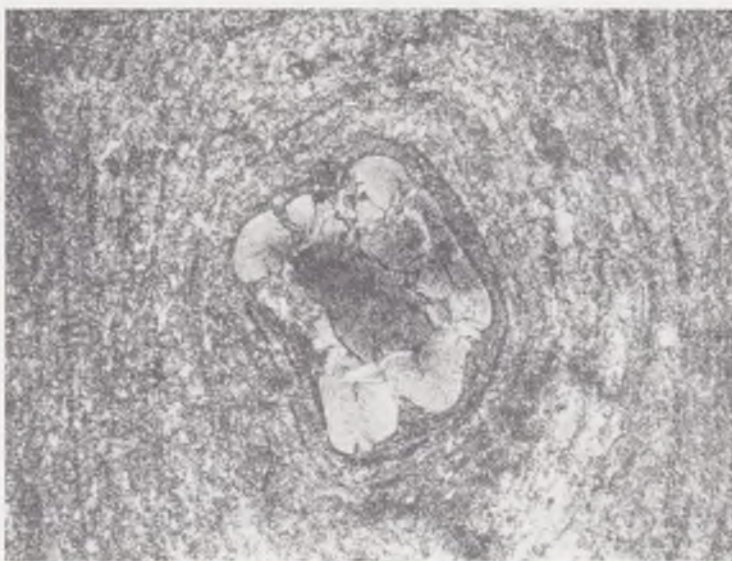


Рис. 65. Зерно глауконита в центре манганокальцитового пизолита. Шлиф 2217. Увел. 46

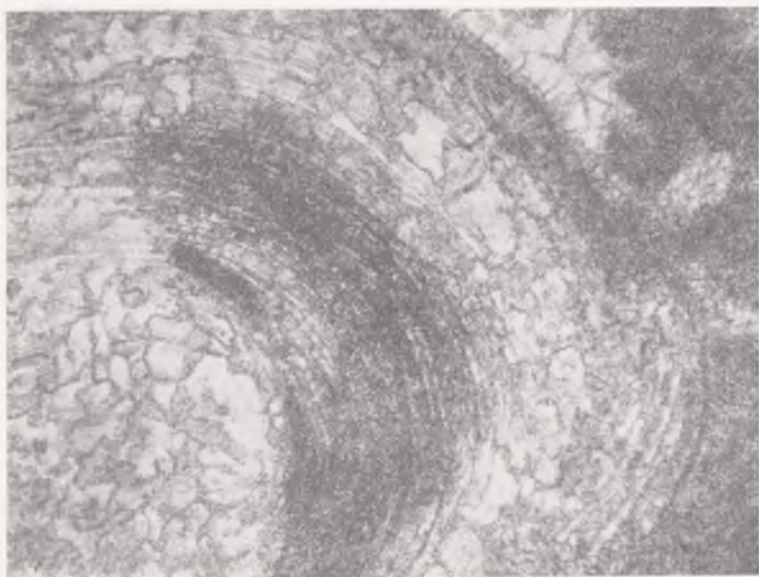


Рис. 66. Деталь строения манганокальцитового пизолита из карбонатной марганцевой руды. Видны сферолиты карбоната и выделения пирита (черное). Шлиф 3647. Увел. 46

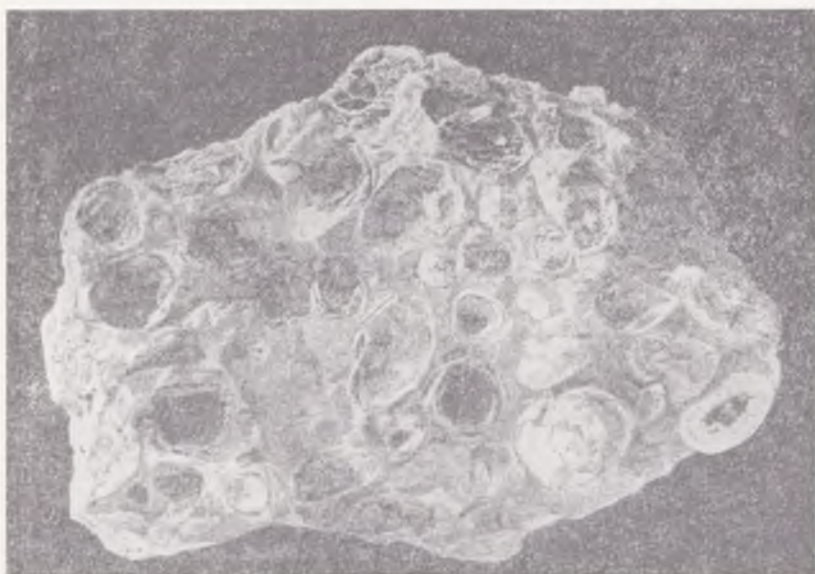


Рис. 67. Манганокальцитовые пизолиты (белые) среди манганокальцитового цемента. Штуф карбонатной марганцевой руды. Увел. 1,3

которые по внешнему виду, интенсивному вскипанию с 10%-ным раствором соляной кислоты и по данным химического, термического и фазового анализов близки к кальциту, дают порошкограммы, характерные для манганокальцита.

**Минералы железа.** Лимонит (гидрогетит). В марганцеворудном пласте широко распространены желто-бурые и коричневые включения лимонита (гидрогетита). Содержание этого минерала обычно невелико, не превышает нескольких процентов, и присутствует он в виде мелких рассеянных включений. Имеются также единичные линзовидные слои глины мощностью 5—10 см, обогащенные гидроокислами железа до 10—20%, главным образом за счет лимонитовых оолитов и пизолитов.

Почти всегда совместно присутствуют две разновидности лимонита — коричневая и желто-бурая, причем коричневые более плотные и более крепкие ядрышки и корки располагаются среди желто-бурой охристой разности. Совместное нахождение лимонита и глинистых силикатов железа (феррихлорита, глауконита, нонtronита) и их структурные взаимоотношения указывают на то, что значительная часть лимонита возникла за счет окисления и гидратации силикатов железа. Часть лимонита образовалась при окислении сульфидов железа. Л. О. Станкевич (1957) отметил сходство внешнего вида и микроструктуры никопольского лимонита с лимонит-феррихлоритовыми образованиями керченских «коричневых» руд.

Окисные никопольские руды содержат рыхлые землистые массы, пленки, натеки лимонита в порах рудных агрегатов, на стенках пустот (ячеек или каверн), а также среди массивных и землистых гидроокислов марганца и песчано-глинистой пустой породы. Скопление землистого лимонита, как правило, наблюдается на контакте рудного пласта с покрывающими глинами.

Вторую морфологическую группу лимонита в окисных рудах представляют концентрически-слоистые и концентрически-скорлуповатые оолиты и пизолиты величиной 1—6 мм. Лимонитовые стяжения заключены в массе гидроокислов марганца, пустотах внутри рудных агрегатов и песчано-глинистой породе. Преобладают некрепкие пизолиты, распадающиеся на отдельные скорлупы. Массивные пизолиты встречаются реже. Пизолиты приурочены преимущественно к прослоям кусковых и землистых руд, располагающихся в верхней и нижней частях пласта. Конкреционные марганцевые руды почти не содержат лимонитовых пизолитов.

О химическом составе пизолитов можно судить по результатам анализа проб, отобранных из слоя землистой руды в нижней части рудного пласта (см. табл. 55, проба 3835).

К третьей морфологической группе лимонита относятся крупные концентрически-скорлуповатые стяжения неправильной округлой формы размером 2—15 см, с преобладанием конкреций 3—5 см. Конкреции хрупкие, при извлечении из пласта распадаются на крупинки коричневых гидроокислов железа и желто-бурое охристое вещество. Судя по данным химического анализа (см. табл. 55, проба 7034ж) и микроскопии, конкреции, кроме лимонита, содержат некоторое количество глинистого вещества.

Химический состав тщательно отобранных коричневых крупинок (проба 7034жк) незначительно отличается от состава охристого материала (проба 7034жз) несколько более высоким содержанием окиси железа и меньшим количеством кремнезема. На кривых нагревания тех же проб (рис. 68) ясно выражена гетитовая эндотермическая остановка с максимумом при температуре 325—335° и ряд эндотермических эффектов, свойственных глинистым минералам. Последние эффекты резче

выражены на кривой нагревания пробы охристого материала. Кривые потери веса при нагревании лимонита приведены на рис. 69.

Рентгенометрические исследования коричневых гидроокислов железа также подтверждают принадлежность их к гидрогетиту (табл. 56, проба 7034жк).

В карбонатных марганцевых рудах распространены те же формы выделения лимонита, что и в окисных рудах, но в меньшем количестве. Отчетливо выражен процесс образования лимонита путем замещения железосодержащих зеленых глинистых включений. Лимонитовые пизолиты варьируют в размерах от мелких (1—6 мм) до более крупных (10—20 мм), причем обычно в одном слое сосредоточены пизолиты близких размеров (рис. 70). Наряду с некрепкими охристыми пизолитами имеются крепкие, состоящие из чередующихся концентрических слоев лимонита и манганокальцита. В нижнем слое рудного пласта в Марьевском карьере такие крепкие

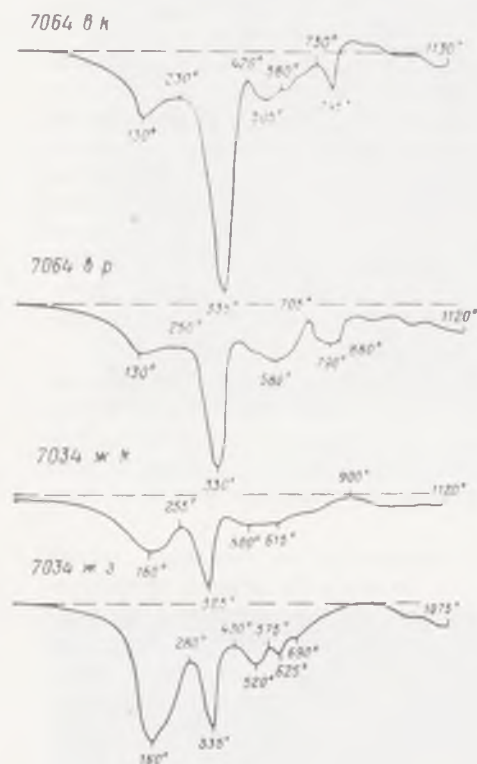


Рис. 68. Кривые нагревания лимонита

Образцы: 7064 вк — коричневые скорлупы лимонитовых пизолитов из манганокальцитовой руды; 7064 вр — землистый лимонит из тех же пизолитов; 7034 жк — коричневые крупинки, отобранные из лимонитовых конкреций в пласте окисной руды; 7034 жз — землистый лимонит из тех же конкреций

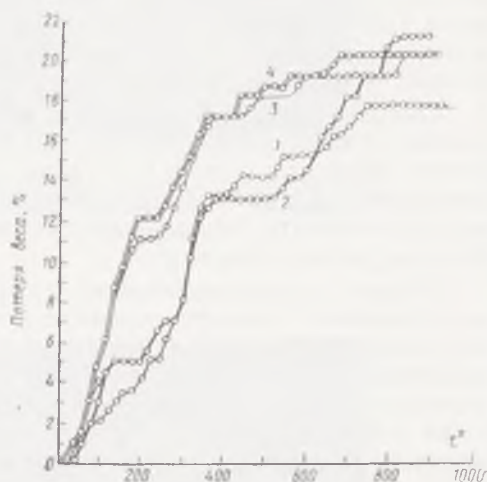


Рис. 69. Кривые потери веса при нагревании лимонита

Образцы: 1 — 70—74 вк; 2 — 7064 вр; 3 — 7034 жк; 4 — 7034 жз

лимонитовые пизолиты вместе с манганитовыми пизолитами и кварцевыми зернами диаметром 2—5 мм заключены в крепком сером манганокальцитовом цементе. Выделенные из лимонитовых пизолитов крепкие коричневые скорлупы, кроме лимонита, содержат примесь манганокальцита и глинистых минералов (см. табл. 55, проба 7064 вк). Судя по термограммам и рентгенограммам (см. рис. 68 и табл. 56), в охристом материале лимонита меньше, чем в коричневых скорлупах.

Спектральным анализом в лимонитовых пизолитах величиной до 20 мм из крепкой серой карбонатной руды Больше-Токмакского месторождения (скв. 147, глубина 96,35—96,6 м) обнаружено около 0,04% Ti, 0,015% V, около 0,01% Cr, Mo и Pb, около 0,002% Ni и Cu, следы Co, Sn и As.

Структурные взаимоотношения лимонита с марганцевыми минералами таковы, что можно выделить несколько генераций гидроокислов

## Химический состав лимонитовых включений, выделенных из окисных и карбонатных руд, %

Компоненты	№ образцов							
	3828а	3835	7034ж	7034жк	7034жз	7064вк	2236	3847д
SiO <sub>2</sub>	15,9	4,3	28,62	27,74	31,02	8,62	26,23	12,68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,44	7,32	3,22	4,59	3,3	3,71	2,16	26,28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	67	67,62	44,68	45,33	41,5	56,33	39,1	36,22
FeO	—	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Следы	—
MnO	—	1,19	0,32	0,92	0,62	9,46	5,56	4,68
MnO <sub>2</sub>	—	—	1,3	0,43	0,86	1,3	Нет	—
CaO	3,7	1,74	1,26	1,4	1,37	3,78	2,89	2,63
MgO	2,5	1,33	3,06	2,89	3,14	1,05	2,22	1,79
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	—	—	0,93	—	—	—	1,27	—
SO <sub>3</sub>	—	—	0,34	—	—	—	0,18	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,72	0,17	0,47	—	—	—	0,31	0,56
H <sub>2</sub> O	—	2,56	3,12	4,36	4,38	0,86	8,34	1,68
П.п.п.	—	13,2	13,02	12,46	13,32	15,34	12,06	13,64
С у м м а	—	99,43	100,45	100,12	99,51	100,45	100,32	100,16
CO <sub>2</sub>	—	2,61	—	—	—	—	3,96	—

В обр. 7034ж, кроме того, определены: ВаО — 0,10%; Ni — следы; СаО — не оказалось.

Образцы: 3828а — мелкие линзочки, примазки, налеты желто-бурого охристого лимонита из землистой окисной руды, Больше-Токмакское месторождение, скв. 1377, глубина 90 м; 3835 — пизолиты размером 3—6 мм из землистой окисной руды; там же, глубина 91,5 м; 7034ж — крупные, до 80 мм, стяжения неправильного концентрически-слоистого сложения, глинисто-лимонитового состава из пласта окисной руды, Александровский карьер; 7034жк — коричневые крепкие крупинки, отобранные из того же образца; 7034жз — землистый охристый материал из того же образца; 7064вк — пизолиты величиной 10—20 мм, извлеченные из крепкой карбонатной руды в подошве пласта, Марьевский карьер; 2236 — нонтронит-гидрогетитовые глинистые пизолиты размером 5—10 мм из пласта карбонатной руды, Больше-Токмакское месторождение, скв. 383, глубина 103,9 м; 3847 — плотные скорлупы из пизолитов размером до 15 мм, заключенных в карбонатной руде, Больше-Токмакское месторождение, скв. 1378, глубина 92 м.

железа. Лимонит первой генерации возник до выделения окисных и карбонатных минералов марганца, так как он замещается последними (рис. 71). Характерный пример такого замещения приведен при описании конкреционного манганита.

Лимонит более поздней генерации возник после выделения марганцевых минералов. Он располагается на поверхности рудных агрегатов или на стенках пустот в них и связан с процессами эпигенеза, главным образом окислением силикатов, карбонатов и сульфидов железа.

Минералы ряда манганосидерита — олигонита. Смешанные карбонаты Fe, Mn и Ca с высоким содержанием молекулы FeCO<sub>3</sub> обнаружены среди олигоценовых глин в ряде скважин на площади Больше-Токмакского месторождения, в скважине на станции Серогозы, на территории совхоза «Переможец» в Акимовском районе Запорожской области и др. Карбонаты залегают единичными линзами мощностью 5—10 см. На площади Больше-Токмакского месторождения они обычно встречаются в нескольких метрах выше рудного пласта, но в скв. 604, расположенной в 2 км западнее рудной залежи, юго-восточнее с. Астраханка, аналогичная порода занимает в разрезе место руд-



Рис. 70. Манганокальцитовая руда с лимонитовыми пизолитами.  
Натур. вел.



Рис. 71. Часть лимонитового пизолита с кварцевым зерном (темно-серое) в центре. Лимонит (светло-серый) замещается манганокальцитом (серый в правой части фотографии). Увел. 40



## Рентгенограммы лимонита

7034жк		7064вк		7064вр		3847		2236		Гидрогетит, эталон	
<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$
2	4,44	—	—	—	—	—	—	1	4,46	2	(4,613)
5	4,17	4	4,17	4	4,17	3	4,17	1	4,14	10	4,178
1	3,65	1	3,72	1	3,69	—	—	—	—	—	—
2	3,31	1	3,38	2	3,33	1	3,34	—	—	3	3,385
1	2,96	1	2,98	1	2,96	1	2,99	—	—	1	(2,975)
—	—	1	2,88	3	2,84	—	—	—	—	—	—
4	2,69	4	2,72	3	2,68	3	2,72	2	2,72	8	2,69
3	2,58	2	2,6	1	2,57	1	2,6	2	2,6	3	2,58
5	2,434	5	2,463	5	2,434	4	2,46	3	2,45	10	2,45
3	2,248	3	2,28	2	2,256	2	2,25	—	—	4	2,253
3	2,185	3	2,201	2	2,177	2	2,19	—	—	6	2,189
1	1,993	1	1,963	1	2,01	1	2,09	—	—	1	2,02
1	1,917	1	1,934	—	—	1	1,92	—	—	1	1,923
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	(1,895)
1	1,807	1	1,827	1	1,802	1	1,81	—	—	2	1,832
4	1,716	4	1,733	2	1,733	3	1,73	2	1,73	8	1,719
—	—	—	—	—	—	1	1,68	1	1,68	2	1,692
2	1,666	1	1,631	—	—	—	—	—	—	1	1,659
—	—	—	—	1	1,613	1	1,62	—	—	2	1,603
3	1,571	3	1,577	2	1,577	2	1,58	1	1,58	6	1,564
4	1,508	3	1,527	2	1,525	2	1,52	4	1,52	4	1,51
3	1,455	3	1,463	2	1,457	2	1,45	1	1,46	4	1,454
1	1,419	1	1,430	—	—	1	1,42	—	—	2	1,423
1	1,382	1	1,372	—	—	—	—	—	—	2	1,395
1	1,358	—	—	—	—	1	1,36	—	—	1	1,362
2	1,323	1	1,323	—	—	2	1,32	—	—	2	1,319
—	—	—	—	—	—	1	1,29	—	—	1	1,292
—	—	—	—	—	—	1	1,24	—	—	1	1,266
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,246
—	—	—	—	—	—	1	1,13	—	—	1	1,127

Эталон гидрогетита, по В. И. Михееву (1957), рентгенограмма № 310.

Характеристика образцов дана в примечании к табл. 71. Проба 7064вр — охристый материал из обр. 7064

ного пласта на границе между олигоценовыми алевро-песчаными породами и вышележащими глинами.

Таким образом, карбонатные породы заслуживают изучения как минеральные образования, стратиграфически близкие к марганцеворудному пласту, а возможно, и его аналоги в районах, более удаленных от кристаллического щита.

Карбонатная порода, встреченная в скв. 604 в интервале 126,5—126,57 м, внешне напоминает мергель или мергелистую глину. Цвет ее светло-палевый, излом неровный, порода однородная неслоистая, с 10%-ной соляной кислотой реагирует очень слабо, но при нагревании в том же растворе бурно вскипает.

Структура породы алевро-пелитовая: основная масса, состоящая из зерен карбоната размером в тысячные доли миллиметра и чешуек глинистых минералов, включает до 5% алевритовых частиц в виде угловатых, реже слабо округленных кварцевых зерен размером 0,05—0,1 мм и до 1% глауконитовых зерен тех же размеров, но округлых, часто лопчатых. В зернах глауконита и среди основной карбонатной массы имеются точечные хлопьевидные включения сульфида железа.

Порода содержит компоненты, представленные в табл. 57.

Судя по кривым нагревания (рис. 72), можно считать, что в породе из скв. 604 преобладает карбонат железа и марганца из ряда манганосидерит — олигонит. Он содержит около 65 молекулярных процентов  $\text{FeCO}_3$  и около 35%  $\text{MnCO}_3$ . В обр. 2 из скважины на ст. Серогозы присутствуют, по крайней мере, два карбонатных минерала: а) сидерит или манганосидерит; б) манганокальцит. В породе из Акимовского района карбонат представлен манганосидеритом с незначительной примесью кальцита.

Таким образом, минеральный состав рассматриваемых пород разнообразен. По мере удаления от кристаллического щита в сторону Причерноморской впадины и от кровли рудного пласта вверх по разрезу олигоцена состав диагенетических карбонатов в общем изменяется от олигонита в сторону манганосидерита и сидерита.

Глауконит. В морских палеогеновых отложениях на юге УССР глауконит в небольшом количестве постоянно входит в состав песков, алевроитов и глин. Концентрация глауконита резко проявляется в подстилающих марганцеворудный пласт грубозернистых песках и опоках. Заметно повышенное количество глауконита и на контакте рудного пласта с покрывающими песчано-глинистыми породами. В рудном пласте, в рудных агрегатах и сопутствующей породе глауконит не играет существенной роли, но единичные зерна \* его присутствуют постоянно в окисных и карбонатных рудах.

Зерна глауконита, как правило, имеют размеры алевроитовой части терригенных компонентов осадка 0,05—0,1 мм. Лишь на контакте с подрудным глауконитовым песком в карбонатных рудах встречается значительное количество более крупных зерен глауконита, достигающих 1,5 мм.

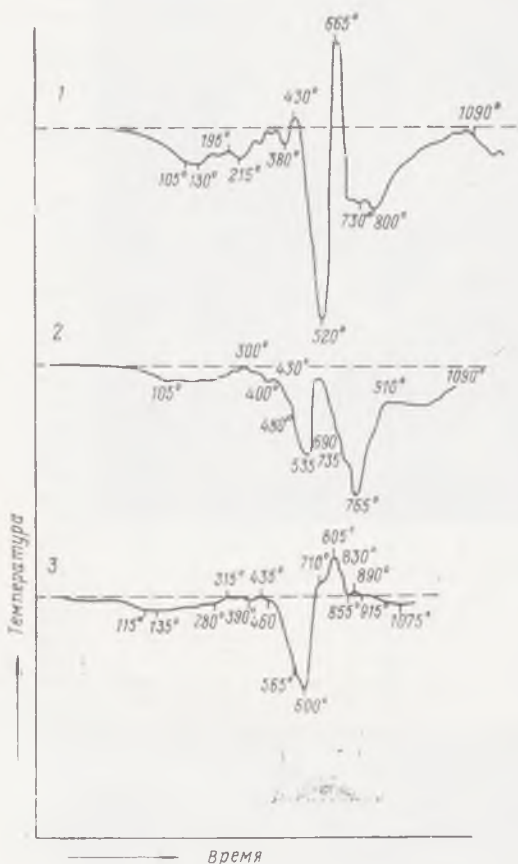
Рис. 72. Кривые нагревания марганцево-железистых карбонатов из толщи олигоценовых глин

Образцы: 1 — из скв. 604; 2 — из скважины на ст. Серогозы; 3 — из скважины в совхозе «Перевожец»

Форма зерен глауконита преимущественно неправильная округленная и реже лопастная (рис. 73). В редких случаях глауконит развивается на зернах плагиоклаза по трещинам спайности. Он образует также псевдоморфозы по спикулам губок и другим органическим остаткам.

Внедрение рудного вещества в трещины глауконитовых зерен можно рассматривать как указание на образование глауконита до выделения марганцеворудных минералов. Наряду с целыми округлыми зернами глауконита встречаются обломки зерен.

\* Зернами глауконита здесь и ниже для краткости названы агрегаты, состоящие из мельчайших чешуй минерала.



Компоненты	№ образцов		
	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	20,78	22	8,52
TiO <sub>2</sub>	—	0,03	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,74	2,68	1,34
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,46	3,86	4,28
FeO	22,25	14,93	32,31
MnO	12,97	10,76	6,25
CaO	3,4	14,88	6,35
MgO	2,11	2,8	4,28
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	—	0,68	0,81
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,29	0,33	1,41
SO <sub>3</sub>	0,2	0,68	0,13
H <sub>2</sub> O	1,52	1,02	0,94
П.п.п.	24,06	25,56	32,1
С у м м а	93,78	100,21	98,72

Образцы: 1 — скв. 604; 2 — ст. Серогозы; 3 — совхоз «Переможец».

Различаются две разновидности глауконита: а) зеленые зерна от темно- до светло-зеленого цвета; б) желтовато-зеленые зерна. В карбонатных рудах распространен зеленый глауконит, а в окисно-карбо-

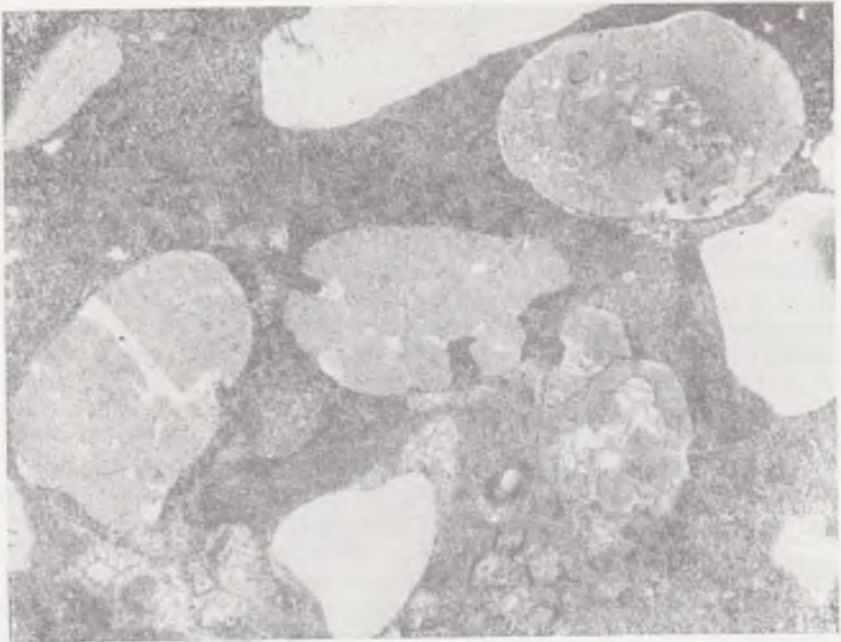


Рис. 73. Глауконит (светло-серый) и кварцевые зерна (белые) в манганокальциевом желвачке из нижней части рудного пласта. Прозрачный шлиф. Увел. 46.

натных и окисных глауконит желтовато-зеленый. Таким образом, желтоватый оттенок глауконита естественно связывать с окислительными условиями среды. На многих зернах желтовато-зеленого глауконита имеются выделения лимонита.

Обе разновидности глауконита состоят из мелких различно ориентированных чешуй, обуславливающих микроагрегатную поляризацию. Показатели преломления зеленого глауконита — 1,585—1,612, желтовато-зеленого — 1,568—1,6.

В шлифах, изготовленных из карбонатной руды, довольно часто наблюдается замещение глауконита пиритом и мельниковитом. Сульфиды железа в виде глобул и мелких зерен рассеяны в массе глауконита или объединены в агрегаты, которые располагаются по трещинам в глауконитовых образованиях и обволакивают их. Вокруг глауконитовых зерен часто имеется также узкая зона вкрапленности сульфидов железа в цементирующем рудном карбонате (см. рис. 73).

Процесс метасоматического замещения глауконита сульфидами железа осуществлялся в сравнительно позднюю стадию диагенеза осадка, когда в нем господствовали восстановительные условия.

По химическому составу, рентгенометрической и термографической характеристикам глауконит, выделенный из песчано-глинистых пород нижней части рудного пласта в зоне карбонатных руд и из подрудных глауконитовых песков на Марьевском участке, принципиально не отличается от описанных в литературе типичных образцов этого минерала (табл. 58 и рис. 74). В результате спектрального анализа в глауконите обнаружены: Ni,

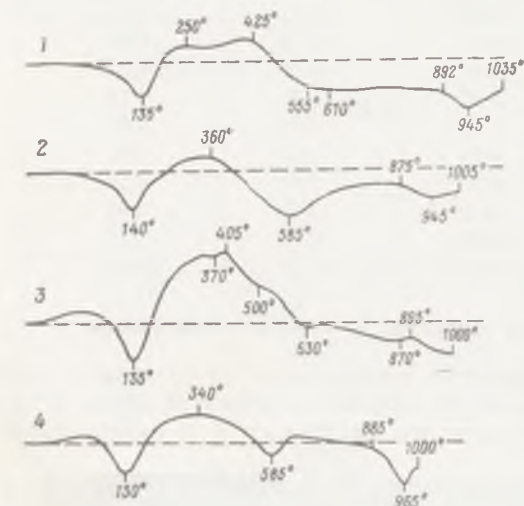


Рис. 74. Кривые нагревания глауконита

1 — глауконит из олигоценовых песков, Малая Белозерка; 2 — то же, после обработки 5%-ным раствором соляной кислоты и перекисью водорода; 3 — глауконит из подрудных песков; 4 — то же, после обработки

Со, Сг и Си — каждого элемента около 0,01%; Zr и Pb — около 0,02%; V — около 0,03%; Ga — около 0,005%; следы Sn.

Наиболее широко распространен железистый глауконит. В подрудных песках Н. В. Костылевой (1959) был встречен также глауконит с повышенным содержанием Mn (см. табл. 58, обр. 2). Марганцево-железистый глауконит по внешним признакам не отличается от железистых глауконитов, но имеет несколько более высокий удельный вес (2,79—2,89), тогда как у железистой разновидности — 2,6—2,7.

Рентгенографические исследования глауконита, выделенного из песка с желваками карбонатов марганца, доказали идентичность структуры с эталонами этого минерала (табл. 59). На порошкограмме имеются также линии пирита (2,71 кX; 2,42 кX; 2,22 кX; 1,91 кX и др.).

Кривые нагревания глауконита получены для проб, не подвергавшихся предварительной обработке, и для проб, которые были предварительно обработаны 5%-ным раствором соляной кислоты до прекращения выделения пузырьков газа и перекисью водорода в течение суток. В первом случае на кривой, кроме эндотермических эффектов, характерных для глауконита, проявились экзотермические эффекты в интервале температур 200—425°, обусловленные присутствием примесей.

Пробы, обработанные соляной кислотой и перекисью водорода с целью удаления примесей, дали кривые нагревания, типичные для глауконита. На них видны эндотермические эффекты с максимумами при температурах 130—140°, 585° и 945—965°.

Химический состав глауконита и других железистых силикатов

Компоненты	№ образцов						
	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	47,66	48,77	50,64	46,66	34,72	49	57,22
TiO <sub>2</sub>	0,29	—	—	0,22	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,74	5,78	6,84	1,48	1,76	0,72	6,35
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,09	20,12	18,86	23,78	37,64	28,25	17,56
FeO	2,03	0,93	2,58	Нет	Нет	0,29	0,72
MnO	0,53	2,74	0,54	0,4	2,04	2,21	0,53
MnO <sub>2</sub>	—	—	—	2,6	—	—	—
CaO	1,7	2,32	2,8	1,12	2,15	2,52	1,4
MgO	4,3	3,57	3,57	2,33	4,21	3,5	4,09
K <sub>2</sub> O	3,08	6,12	2,41	0,26	0,94	—	0,59
Na <sub>2</sub> O	2,81	2,32	—	0,44	—	—	—
SO <sub>3</sub>	—	—	0,17	0,19	0,42	0,42	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,92	0,78	0,11	0,1	0,03	—
H <sub>2</sub> O	4	3,72	3,96	12,9	10,16	8,73	—
П.п.п.	6,3	4,39	6,49	6,72	5,2	3,88	11,34
Сумма	99,53	101,70	99,64	99,21	99,34	99,55	99,8

Глауконит: 1 — из подрудных песков, Марьевский участок; 2 — из подрудных песков, анализ Н. В. Костылевой; 3 — из олигоценых песков, с. Малая Белозерка.

Нонтронит: 4 — конкреции размером до 15 мм из зоны окисных руд; 5 — то же из зоны карбонатных руд; 6 — жилки и линзочки из карбонатных руд; 7 — включения в надрудных глинах.

Глиноподобные железистые силикаты (нонтронит?). Кроме типичного глауконита, в рудном пласте имеются глиноподобные железистые силикаты, которые по оптическим свойствам и химическому составу определялись различными исследователями как железистые хлориты, нонтронит и глауконит.

Содержание их в рудном пласте невелико, но распространены они широко, особенно в карбонатных рудах. Главные формы выделения железистых силикатов следующие: а) линзочки и неправильной формы выделения размером до нескольких миллиметров, а также примазки и землистые частицы среди глин рудного пласта и в пустотах рудных агрегатов; б) пизолиты и конкреции. От глин рудного пласта эти образования отличаются более интенсивным зеленым или желтовато-зеленым цветом. При окислении железистые силикаты разлагаются, превращаясь в лимонит.

Вследствие того, что железистые силикаты тонкодисперсны, слабо окристаллизованы и обычно находятся в смеси с гидрослюдами и лимонитом, их минералогическая диагностика представляет известные трудности и требует разносторонних исследований. Детальное рентгеноструктурное изучение глиноподобных железистых силикатов из рудного пласта еще не произведено. Поэтому приведенные ниже данные следует считать предварительными.

Исследованы пизолиты и конкреции размером до 15 мм, извлеченные из кусковой псилломелановой руды (скв. 200-бис близ р. Соленая, нижняя часть рудного пласта). Это стяжения с концентрической отдельностью, сложенные желтовато-зеленым глинистым минералом.

Межплоскостные расстояния  $\frac{d}{n}$  и относительная интенсивность  $I$  дифракционных линий на дебаеграммах глауконита в образцах 1 и 2

1		2		Эталон РОМ	
$I$	$\frac{d}{n}$	$I$	$\frac{d}{n}$	$I$	$\frac{d}{n}$
—	—	—	—	2	9,94
2	4,77	—	—	1	4,91
5	4,51	4	4,51	4	4,49
4	3,67	4	3,65	4	3,67
6	3,32	4	3,33	6	3,313
2	3,11	2	3,12	2	3,092
2	2,98	—	—	—	—
2	2,87	4	2,86	2	2,859
2	2,71	4	2,71	—	—
—	—	—	—	1	2,681
8	2,59	8	2,6	8	2,582
6	2,42	4	2,41	4	2,402
2	2,26	2	2,27	1	2,256
6	2,22	—	—	—	—
2	2,14	—	—	2	2,141
2	2,	2	2,01	2	1,999
6	1,91	—	—	—	—
2	1,8	2	1,83	1	1,823
—	—	—	—	1	1,718
4	1,65	4	1,66	4	1,656
—	—	—	—	1	1,596
4	1,51	4	1,52	4	1,516
2	1,5	—	—	2	1,501
2	1,45	2	1,44	1	1,445
—	—	2	1,37	1	1,379
—	—	2	1,34	1	1,337
2	1,3	4	1,31	2	1,306
2	1,26	2	1,26	2	1,284
2	1,25	—	—	1	1,254
2	1,21	2	1,21	1	1,203

1 и 2 — глауконит из рудного горизонта. Эталон глауконита по рентгенометрическому определителю минералов (1939).

В свежем состоянии минерал мягкий, восковидный. При высыхании стяжения растрескиваются и распадаются на части.

В шлифе под микроскопом видно, что зеленые скорлупы незаконномерно чередуются с неправильными участками, окрашенными в бледно-зеленый цвет. Первые — более однородные — состоят из одинаково ориентированных чешуй и обладают несколько повышенным двупреломлением по сравнению со вторыми, которые состоят из различно оптически ориентированных участков с волокнисто-чешуйчатой строением и участков с микроагрегатной поляризацией. Показатели преломления минерала 1,538—1,552.

Химический состав минерала (см. табл. 58, обр. 4) больше отвечает нонтрониту и глаукониту, чем железистому хлориту. Во-первых, обращает на себя внимание весьма низкое содержание  $Al_2O_3$ , более низкое, чем у железистых хлоритов. Во-вторых, в минерале очень мало двухвалентного железа, что также нетипично для железистых хлоритов.

На кривой нагревания минерала (рис. 75, обр. 4) резко выражены эндотермические эффекты с максимумами при температуре  $160^\circ$  и  $510^\circ$  и менее заметен эндотермический эффект (перегиб кривой) при  $710^\circ$ , переходящий в экзоэффект с максимумом при  $840^\circ$ . Кривые такого типа наиболее характерны для монтмориллоноидов, в частности для нонтро-

нитов. У гидрослюды и хлоритов первый эффект обычно выражен слабее второго.

Кривая потери веса при нагревании минерала (рис. 76) указывает на то, что этот процесс происходит по типу обезвоживания нонтронита.

На порошкограмме минерала получено небольшое число сравнительно слабых диффузных линий (табл. 60, обр. 4). В области больших межплоскостных расстояний линии отсутствуют; таким образом, нет возможности воспользоваться главным критерием для распознавания хлоритов и нонтронита — базальными отражениями первого и второго

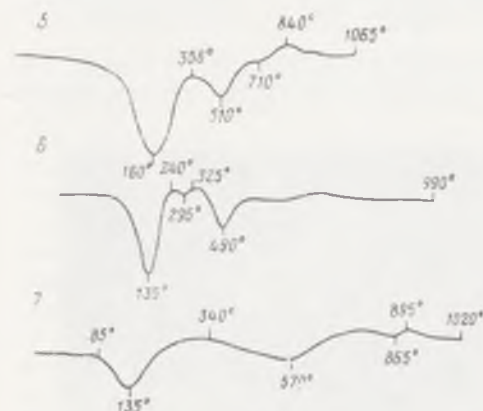


Рис. 75. Кривые нагревания зеленых глиноподобных железистых силикатов. Образцы те же, что в табл. 58

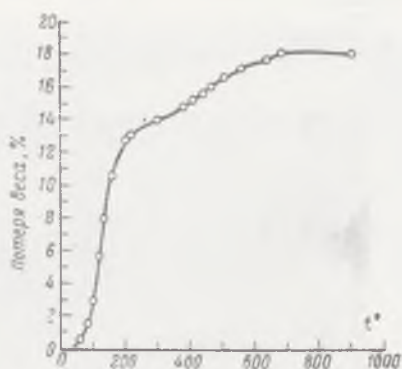


Рис. 76. Кривая потери веса. Обр. 4 — зеленые глинистые конкреции размером до 15 мм из зоны окисных руд

порядка. В остальном рентгенограмма не противоречит отнесению минерала к нонтрониту.

Близкие результаты получены при химических, термографических и рентгенометрических исследованиях зеленых глинистых пизолитов величиной 4—15 мм, извлеченных из ячеек в карбонатной руде (обр. 5), и линзочек зеленого глинистого минерала из надрудных глин (обр. 7).

Таблица 60

Рентгенограммы глиноподобных железистых силикатов для образцов 4, 5, 6, 7

4		5		6		7	
<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$
2	4,48	2	4,51	2	4,44	9	4,48
2	4,17	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	2	4,04	—	—
2	3,72	—	—	—	—	1	3,69
4	3,33	—	—	—	—	3	3,32
2	3,01	—	—	2	2,99	—	—
2	2,82	—	—	2	2,81	1	2,841
4	2,6	2	2,58	4	2,56	7	2,572
2	2,43	2	2,45	—	—	4	2,401
4	1,827	2	1,82	—	—	—	—
—	—	2	1,72	2	1,7	—	—
2	1,666	2	1,67	2	1,66	1	1,66
6	1,525	6	1,52	8	1,5	8	1,507
2	1,423	—	—	4	1,44	—	—
4	1,372	—	—	2	1,37	2	1,378
2	1,302	2	1,3	2	1,29	2	1,303
—	—	—	—	2	1,24	2	1,256
—	—	—	—	—	—	1	1,199
—	—	—	—	2	1,1	—	—

Образцы те же, что в табл. 58.

В нижней части пласта карбонатных руд на Больше-Токмакском месторождении встречены жилки и неправильной формы линзовидные включения нонтронита в манганокальците. Включения мощностью 0,5—2 мм длиной до нескольких сантиметров. Благодаря ярко-зеленому цвету нонтронита и красно-бурому цвету нонтронит-гидрогетитовых конкреционных образований этот пестрый слой резко выделяется на фоне манганокальцита.

Зеленый нонтронит заполняет трещинки в марганцевом карбонате и красно-бурых конкрециях, но чаще располагается на границе железистых конкреций и карбонатного цемента, как бы обволакивая конкреции.

Выделения нонтронита имеют поперечночешуйчатое строение (подобно асбестовым жилкам). Цвет минерала от густо- до желтовато-

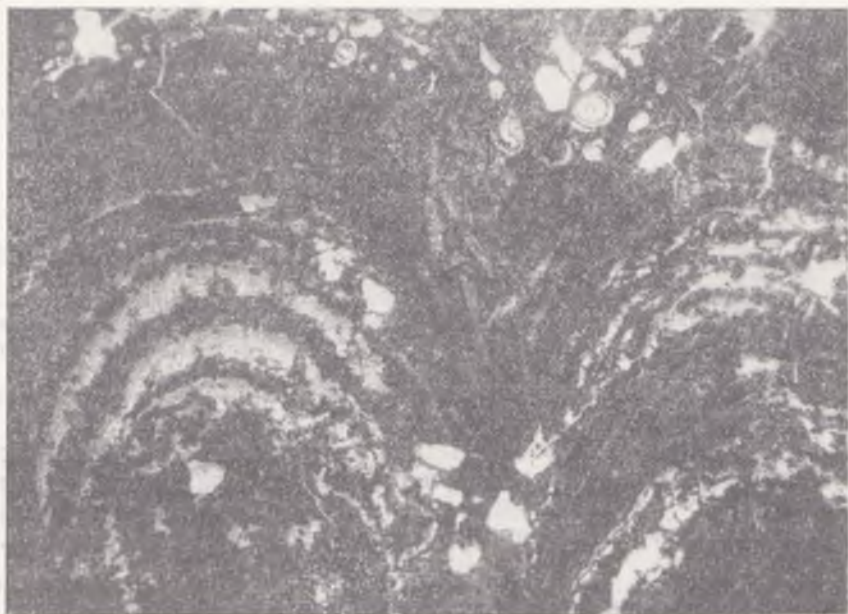


Рис. 77. Колломорфное переслаивание пирита (черный) и манганокальцита. Прозрачный шлиф. Увел. 46

зеленого. Блеск шелковистый. Поверхность нонтронитовой жилки бархатистая темно-зеленая, почти черная.

В шлифе чешуйки и таблички нонтронита имеют зеленый цвет. Заметен очень слабый плеохроизм от светло-буровато-зеленого по  $n_p$  до более темного зеленого по  $n_g$ . Угасание близкое к прямому. Показатели преломления:  $n_g^1 = 1,571$ ;  $n_p^1 = 1,542$ ;  $n_g^1 - n_p^1 = 0,029$ . Величина двупреломления у нашего образца несколько превышает обычно наблюдаемые у нонтронитов средние величины порядка 0,02—0,025, но не выходит из пределов, указываемых для этого минерала в литературе.

Химический состав этого минерала и другие данные, приведенные в соответствующих таблицах (обр. 6), позволяют отнести его к нонтрониту.

Пирит, марказит, мельниковит. Сульфиды железа являются более или менее постоянными компонентами минеральной ассоциации карбонатных марганцевых руд, реже встречаются в смешанных и не наблюдались в окисных рудах. Общее количество сульфидов в карбонатной руде невелико, обычно выражается десятками долями



процента. Сульфиды рассеяны в марганцевых минералах и вмещающей породе. Некоторая концентрация их отмечается в верхней части пласта, а наименьшее количество — в слоях, расположенных несколько выше подошвы пласта. Можно говорить также об увеличении количества сульфидов в пласте в направлении падения пласта, однако эта вторая закономерность не везде выдерживается.

Простым глазом видны тонкозернистые выделения пирита в колломорфно-зональных манганокальцитовых массах. Колломорфные зональные текстуры манганокальцита встречаются в желваках и сплошных рудных прослоях (рис. 77). Обычно они обусловлены чередованием тонких карбонатных зон с глинистыми, сложенными зеленой железистой глиной. Нередко можно видеть, что по глине развиваются сульфиды железа, причем наблюдаются все стадии замещения (участки с единичными включениями сульфидов, участки полного замещения). На таких участках глина потеряла зеленый цвет, стала почти изотропной, уменьшился ее показатель преломления.

Величина зерен пирита колеблется в широких пределах: от почти не различимой при большом увеличении микроскопа до 0,1 мм. Зерна рассеяны в карбонатной массе или группируются в пятна неправильной формы, ветвящиеся жилки и др.

Структурные взаимоотношения, в частности пересечения карбонатных зон сульфидными жилками, указывают на более позднее образование пирита по отношению к марганцевому карбонату.

Невооруженным глазом заметны также выделения тонкозернистого пирита на стенках пустот в рудных стяжениях. Иногда они достигают 6—10 мм и частично заполняют мелкие пустоты. На рис. 78 изображено включение сульфидов железа, обнаруженное внутри желвака манганокальцита. Стяжение располагается на дне сферической полости, занимая примерно треть ее объема. Форма стяжения неправильная, приплюснутая, поверхность неровная. Пирит слагает периферическую часть стяжения — корку толщиной 2—3 мм. Близ наружной поверхности корки пирит мелкозернистый, близ внутренней — тонко- и микрозернистый. Внутренняя часть стяжения сложена черной землистой массой мельниковита и мельниковит-пирита с подчиненным количеством зеленого глинистого минерала.

Есть все основания рассматривать указанное минеральное тело как продукт старения коллоидального сгустка железистого силиката, заключенного в карбонатном цементе, и преобразования силиката в коллоидальный сульфид железа с последующей частичной кристаллизацией.

Как показывают микроскопические исследования, сульфиды железа встречаются также в виде единичных мелких зерен и пылевидной вкрапленности в массе марганцевых карбонатов и вмещающих глинах. Довольно часто они заключены внутри зерен глауконита или на поверхности этих зерен. Отмечены случаи замещения сульфидными органических остатков (раковин фораминифер, игл губок и др.), причем замещение обычно идет в две стадии: сначала органический материал замещается зелеными железистыми силикатами, а потом уже эти минералы — пиритом (рис. 79).



Рис. 78. Конкреция сульфидов железа (пирит, мельниковит) внутри крупной округлой полости в манганокальцитовом желваке

Следует отметить также присутствие пылевидной вкрапленности сульфида железа в карбонате, замещающем мелкие кристаллы барита.

В изученных шлифах кристаллический сульфид железа изотропен и должен быть отнесен к пириту. Лишь местами проявляется анизотро-

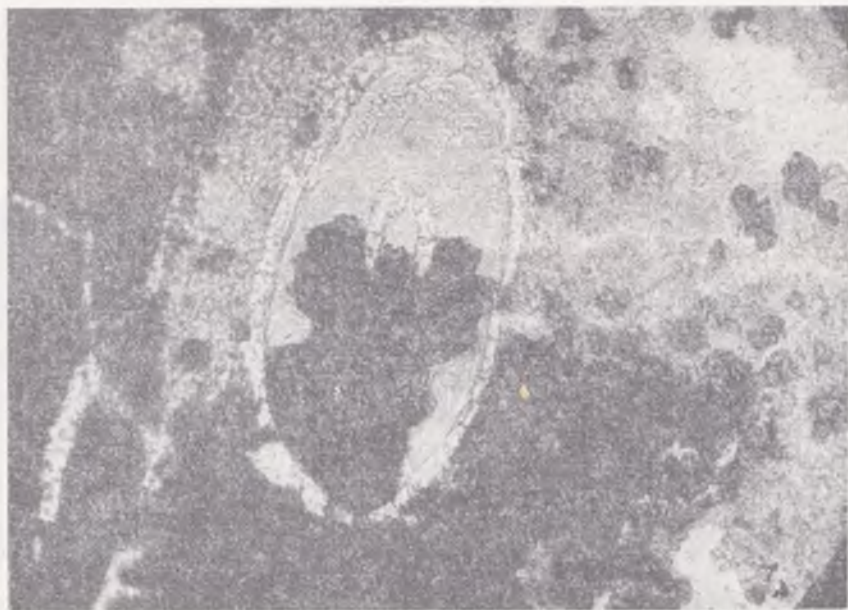


Рис. 79. Метасоматическое замещение глауконита пиритом. Овальная форма выделения глауконита объясняется тем, что он развивался псевдоморфно по спиккуле губки. Увел. 290

пия, указывающая на примесь марказита. На рентгенограмме скрытокристаллического сульфида железа (табл. 61), кроме хорошо выраженных линий пирита, имеются слабые линии 1,31 и 1,28 кХ, которые могут относиться к марказиту.

Таблица 61

Рентгенограмма скрытокристаллического сульфида железа из рудного пласта (обр. 3795)

Обр. 3795		Эталон пирита по РОМ		Обр. 3795		Эталон пирита по РОМ	
<i>l</i>	$\frac{d}{n}$	<i>l</i>	$\frac{d}{n}$	<i>l</i>	$\frac{d}{n}$	<i>l</i>	$\frac{d}{n}$
2	3,12	2	3,102	2	1,61	2	(1,592)
2	2,96	2	(2,973)	2	1,57	3	1,56
8	2,7	8	2,696	4	1,51	4	1,498
—	—	2	2,664	4	1,46	6	1,444
—	—	—	—	1	1,31	—	—
8	2,42	8	2,417	1	1,28	—	—
—	—	—	—	2	1,24	3	1,239
8	2,22	7	2,206	4	1,22	4	1,208
2	2,12	1	(2,106)	4	1,19	4	1,179
6	1,92	6	1,908	2	1,16	2	(1,153)
6	1,8	4	(1,796)	5	1,1	5	1,103
10	1,64	10	1,629	6	1,04	6	1,04

Очень мелкие шаровидные конкреции марказита радиально-лучистого строения имеются в глинах, вмещающих рудные желваки. При гранулометрическом анализе они попадают во фракцию 0,25—0,05 мм вместе с мелкими псевдоморфозами сульфидов железа по спиккулам губок и растительному детриту, а также единичными зернами пирита.

Изредка в верхней части пласта карбонатных руд и надрудных глинах находят более крупные конкреции пирита, подобные изображенной на рис. 80.

**Другие аутигенные минералы.** Барит. В осадочных месторождениях марганца барит встречается в небольшом количестве. Чиатурские карбонатные марганцевые руды содержат этот минерал в виде кристалликов и небольших конкреций (Бетехтин, 1946). В Никопольском бассейне барит также найден в карбонатных марганцевых рудах (Каниболоцкий, 1940). Новые данные позволяют охарактеризовать минерал более подробно.

Барит встречен нами в Никопольском и Больше-Токмакском месторождениях среди пласта карбонатных марганцевых руд и в нижней части толщи темно-серых олигоценовых глин, покрывающих рудный пласт.

Следует отметить, что находки барита в карбонатных рудах относительно редки. При исследовании рудного керна из сотен скважин отобрано только несколько десятков образцов с включениями кристаллов барита и несколько баритовых конкреций.

Мелкие (до 1 мм) кристаллы барита обычно образуют друзы на стенках небольших полостей и пор внутри желваков манганокальцита. Величина друз до 3—4 мм. Кристаллы преимущественно удлиненно-призматические и таблитчатые. Широко развиты двойники и различного вида сростки. Цвет барита серый и серовато-белый, показатели преломления обычные для этого минерала.

В ряде образцов руды друзы кристаллов барита, находящиеся в полостях, сцементированы новообразованиями карбоната и макроскопически различаются с трудом. Интересно, что карбонат оказывал корродирующее воздействие на кристаллы барита. Новообразования карбоната отличаются от манганокальцита основной массы рудного желвака буроватым цветом, несколько большей величиной кристаллических зерен и пылевидной вкрапленностью сульфидов железа. Некоторые баритовые кристаллы почти полностью замещены карбонатом и распознаются лишь при скрещенных николях по характерному прямому угасанию.

Кристаллические агрегаты барита в виде серовато-белых корок толщиной до 2,5 мм, поперечно-волокнистого сложения, найдены в крепкой серой кавернозной манганокальцитовой руде, включающей крупные корродированные манганитовые конкреции. Баритовые корки образовались на стенках полостей в манганокальците. Размер корок до 2,5 × 2 см. Волокнистый барит подстилается тонкозернистой баритовой массой (рис. 81).

Баритовые конкреции размером 1—6 см. Форма мелких конкреций близка к шарообразной, крупных — менее правильная или неправильная (рис. 82). Поверхность конкреций мелкобугорчатая, белая или желтовато-белая. В изломе цвет баритовой массы светло-серый. Излом неровный. Внутри конкреций обычно бывает полость, стенки которой усеяны прозрачными кристаллами барита призматической и таблитчатой формы длиной до 3—5 мм. Размеры внутренней полости и толщина массивного слоя у разных конкреций значительно колеблются. Наблю-



Рис. 80. Трещины в конкреции пирита из надрудной глины возникли в ходе уплотнения и кристаллизации коллоидного сгустка

дались полости с поперечником 2—30 мм. Мелкие конкреции массивные. Крупные экземпляры имеют следующее строение: мелкокристаллический наружный слой толщиной 5—8 мм по направлению к центру конкреции сменяется некрепким порошковатым внутренним слоем 3—5 мм толщиной. На поверхности внутреннего слоя и в радиальных трещинах, образовавшихся в результате усыхания внутреннего слоя, развиты мелкие кристаллы барита (рис. 83).



Рис. 81. Поперечно-волокнистые корки барита на стенках полостей в желваке манганокальцита. Naturalная величина

1 — барит волокнистый; 2 — барит тонкозернистый; 3 — манганокальцит; 4 — манганитовые оолиты

Микроскопическое изучение показывает, что оба слоя состоят из кристаллических зерен барита величиной 2—5 мк, образующих сноповидные агрегаты размером 0,2—0,5 мм. Внутренний слой конкреции более пористый.

По данным рентгенометрических исследований, тонкозернистый минерал и кристаллы внутренних полостей конкреций по структуре аналогичны эталонам барита (табл. 62).

Химический состав барита, по данным анализа половины конкреции, найденной в пласте карбонатной руды в Марьевском карьере, следующий:  $\text{SiO}_2$ —2,52;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —1,97;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —1,91;  $\text{MnO}$ —1,06;  $\text{CaO}$ —0,6;  $\text{MgO}$ —0,47;  $\text{BaO}$ —59,12;  $\text{SO}_3$ —30,91; сумма 98,56%.

Молекулярное соотношение  $\text{BaO}$  и  $\text{SO}_3$  точно отвечает формуле барита. Сульфат бария содержится в конкреции в количестве 90%. Остальные 10% представлены примесями: глинистыми частицами, гидроксидами железа, карбонатами марганца, кальция, магния и др. Спектраль-

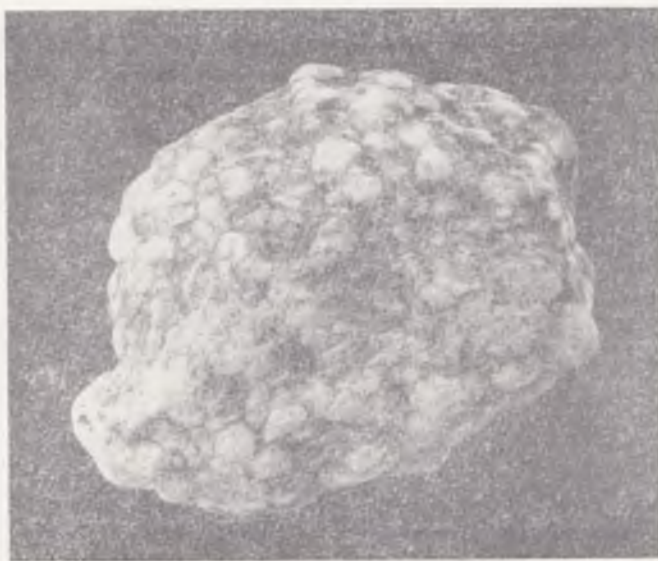


Рис. 82. Внешний вид баритовой конкреции из пласта карбонатной марганцевой руды. Марьевский карьер. Увел. 1,35

ный анализ позволил обнаружить, кроме того, небольшие количества следующих элементов, %:  $\text{Ti}$  — около 0,2,  $\text{Sr}$  — около 0,1,  $\text{Zr}$  — около 0,01,  $\text{V}$  — около 0,004,  $\text{Cu}$  — около 0,003,  $\text{Pb}$  — следы.

Как можно заключить из приведенного выше описания, отложение барита в рудном пласте происходило в течение длительного времени

в несколько стадий. К первой стадии относится отложение тонкодисперсного, вероятно, коллоидного барита вокруг некоторого центра и образование баритовых конкреций. В более позднюю стадию в результате кристаллизации и уплотнения возникали в конкреции внутренняя полость и трещины усыхания на внутреннем слое конкреции. На стенках полости нарастали кристаллические новообразования барита в виде друз.

Друзы кристаллов барита и корки волокнистого барита на стенках ячеек в желваках манганокальцита возникли в позднюю стадию диагенеза, когда желваки манганокальцита были уже твердыми.

Представляет интерес конкреция барита, найденная в Марьевском карьере не в глине, а в манганокальцитовом желваке. Размер ее 3,5 см.



Рис. 83. Внутреннее строение баритовой конкреции из пласта карбонатной марганцевой руды. Увел. 1,35

Внутри этой конкреции имеется концентрически-скорлуповатый манганито-псиломелановый пизолит диаметром около 20 мм. Пизолит сильно корродирован, причем пространство между скорлупами гидроокислов марганца заполнено кристаллами барита. Наружная тонкозернистая баритовая оболочка толщиной до 5 мм. По составу этой оболочки и бугристой поверхности конкреция аналогична баритовым конкрециям, найденным среди глин рудного пласта.

Нет сомнения в том, что манганито-псиломелановый пизолит сформировался до отложения барита, а манганокальцитовая основная масса рудного желвака затвердела позже отложения барита. Таким образом, часть баритовых конкреций возникла в сравнительно раннюю стадию диагенеза.

Глинистые минералы рудного пласта: гидрослюда, монтмориллонит. Вопросам минералогии глин Никопольского марганцеворудного месторождения посвящена специальная работа Н. В. Костылевой. Основные результаты исследований изложены Н. В. Костылевой в автореферате кандидатской диссертации (1959). Материалы по минералогии глин имеются также в статьях Н. В. Костылевой (1957, 1958), Л. О. Станкевича и Н. В. Костылевой (1958), В. И. Грязнова (1956а, 1957).

Глинистые минералы в рудном пласте находятся в смеси с кластическим кварцем, цеолитами и другими терригенными и аутигенными

Межплоскостные расстояния и относительная интенсивность линий барита на рентгенограммах в образцах 1 и 2

1		2		Эталон барита (Михеев, 1957)	
<i>l</i>	$\frac{d}{n}$	<i>l</i>	$\frac{d}{n}$	<i>l</i>	$\frac{d}{n}$
—	—	—	—	1	3,974
—	—	2	3,789	2	3,819
—	—	—	—	3	3,588
—	—	1	3,488	6	3,456
3	3,386	—	—	—	—
—	—	5	3,348	5	3,33
3	3,274	4	3,238	—	—
5	3,062	6	3,056	7	3,058
3	2,804	4	2,791	5	2,843
—	2,716	4	2,716	5	2,725
—	—	—	—	1	2,47
6	(2,306)	7	(2,306)	6	(2,322)
4	2,193	4	2,185	5	2,202
10	2,105	10	2,098	10	2,106
1	2,038	2	2,045	2	2,048
3	1,928	2	1,917	1	1,922
3	1,852	4	1,847	4	1,847
3	1,764	4	1,746	4	1,745
3	1,728	4	1,674	4	1,669
—	—	2	1,631	1	1,625
—	—	2	1,595	2	1,581
4	1,541	4	1,527	6	1,526
2	1,469	4	1,466	2	1,467
4	1,43	4	1,419	5	1,42

1 — мелкие кристаллы барита из внутренней полости в баритовой конкреции, Марьевский карьер, обр. 7048; 2 — мелкозернистый барит, слагающий ту же конкрецию. Линии, соответствующие межплоскостным расстояниям, менее 1,42 кХ, не замерялись вследствие наличия вуали.

минералами. Гранулометрический состав пород колеблется в широких пределах (см. табл. 21 и 23), соответственно варьирует химический состав. Цвет глинистых пород преимущественно зеленовато-серый, но встречаются также светло-серые и буровато-серые прослои. Надрудные глины имеют яблочно-зеленый цвет там, где они залегают над пластом окисных руд, и темно-серый цвет с зеленоватым оттенком — над карбонатными рудами.

Исследования показали, что, несмотря на внешнее разнообразие пород, глинистые минералы, выделенные путем отмучивания из пород пласта окисных руд, карбонатных руд и надрудных глин в фракцию менее 0,001 мм, имеют близкий химический состав (табл. 63) и близкие физические свойства.

Глинистая масса во влажном состоянии мягкая, легко скатывается в тесто, слегка жирная на ощупь, имеет шелковистый блеск, при высушении твердеет, становится более светлой. В воде размокает слабо. Под микроскопом окраска глинистых частиц желтовато-серая или буровато-серая, показатели преломления  $n_p = 1,526—1,55$ ;  $n_g = 1,53—1,57$ ;  $n_g - n_p = 0,017—0,023$ . Показатели преломления возрастают с увеличением содержания К и Fe. Удельный вес глинистых частиц 2,4—2,5.

Все пробы глинистой фракции, как приведенные в таблице, так и др., незначительно отличаются друг от друга по содержанию SiO<sub>2</sub>. Более заметны колебания содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 2,54—4,85.

Химический состав (%) глинистой фракции (&lt;0,001 мм) пород рудного пласта и надрудных глин

Элементы	9034	66-Б	1738	7056	ГБ-1	ГШ-2	1752	ГТ-3
SiO <sub>2</sub>	50,03	52,7	49,49	52,59	49,85	51,03	51,46	48,72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,77	15,35	11,57	16,04	19,64	17,16	15,23	18,64
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,97	8,15	9,66	5	6,23	7,34	9,82	7,36
FeO	0,07	0,14	1	2,29	0,43	0,07	0,21	1,29
MnO	0,25	0,13	2,56	0,4	0,25	0,46	0,36	0,25
MnO <sub>2</sub>	Нет	Нет	—	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
CaO	0,92	1,04	1,68	1,04	1,04	1,42	1,42	1,34
MgO	4,14	4,42	3,7	4,14	3,34	4,02	3,31	3,38
K <sub>2</sub> O	2,1	0,72	3	1,9	0,8	0,8	1,11	0,87
Na <sub>2</sub> O	0,76	0,52		0,57	0,73	0,51	0,39	0,41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,11	0,04	0,09	0,09	0,1	0,16	0,09
SO <sub>3</sub>	0,24	0,15	0,34	0,2	0,39	0,3	0,18	0,43
H <sub>2</sub> O	7,71	7,49	8,74	7,26	8,89	8,83	7,97	8,55
П.п.п.	7,41	8,23	8,66	8,06	8,76	8,61	8,51	9,11
Сумма	100,46	99,15	100,44	99,58	100,44	100,65	100,12	100,44

Образцы: 9034, 66-Б — из окисных руд; 1738, 7056 — из карбонатных руд; ГБ-1, ГШ-2 — из надрудной яблочно-зеленой глины; 1752, ГТ-3 — из надрудной темно-серой глины.

Характерно невысокое содержание двухвалентного Fe, Ca, K и Na и, наоборот, несколько повышенное по сравнению с обычными глинами количество Mn. Весь марганец представлен двухвалентной формой. По-видимому, он связан с кальцием в манганокальците. Соответствующее количество CO<sub>2</sub> (2—3%) установлено анализами.

Кривые нагревания (рис. 84) однотипны у всех образцов. Они свидетельствуют о том, что глинистые минералы близко стоят к монтмориллоноидам и гидрослюдам. То же подтверждают кривые обезвоживания глинистой фракции (рис. 85).

Рентгенограммы никопольских глин, полученные порошковым методом (табл. 64), весьма близки к рентгенограмме бейделлита из Бейделл, округ Сагуахе, Колорадо. На них имеются все линии бейделлита и несколько более слабых отражений, часть которых может быть отнесена к минералам-примесям. Характерная для монтмориллоноидов линия 14,8—15,17 кХ выражена достаточно четко, но менее интенсивна, чем, например, на рентгенограмме крымского монтмориллонита. При насыщении образцов глицерином этот базальный рефлекс заметно смещается. Получены следующие значения для образцов, насыщенных глицерином: обр. 9034—16 кХ; обр. 1738—16,79 кХ; обр. 1752—17,54 кХ. Положение базальных рефлексов высшего порядка и других отражений после насыщения образцов глицерином не изменилось. Таким образом, судя по рентгенограммам, глинистая фракция имеет признаки монтмориллонита и гидрослюд.

Приведенные выше фактические материалы о химическом составе никопольских глин и их термограммы в основном согласуются с данными Л. О. Станкевича и Н. В. Костылевой (1958). Однако этого нельзя сказать о результатах рентгенометрических исследований. Рентгенограммы глин рудного пласта из упомянутой работы сходны с нашими в интервале 5,03—1,327 кХ, но не имеют отражений в области

13—16 кХ. Они сопоставлены с глауконитом с оговоркой о несовпадении или отсутствии ряда линий. Глинистый минерал назван гидратированным глауконитом или сокращенно гидроглауконитом (глауконитом, у которого частично вынесены основания из межпакетных слоев и двух- и трехвалентные катионы — из октаэдрических слоев).

В связи с этим обстоятельством были сделаны контрольные съемки наших образцов глин в рентгенометрической лаборатории Киевского геологического треста при содействии Е. Г. Куковского. На контрольных рентгенограммах линии 14—17 кХ ясно отражены, чем еще раз подтверждено наличие монтмориллоноида в никопольских глинах.

Известно также, что по сорбционным и отбеливающим свойствам никопольские глины сравнимы с некоторыми бентонитовыми глинами (Рынская, 1958).

Поскольку детальный рентгеноструктурный анализ глин не произведен, вопрос о том, смесь ли это гидро-

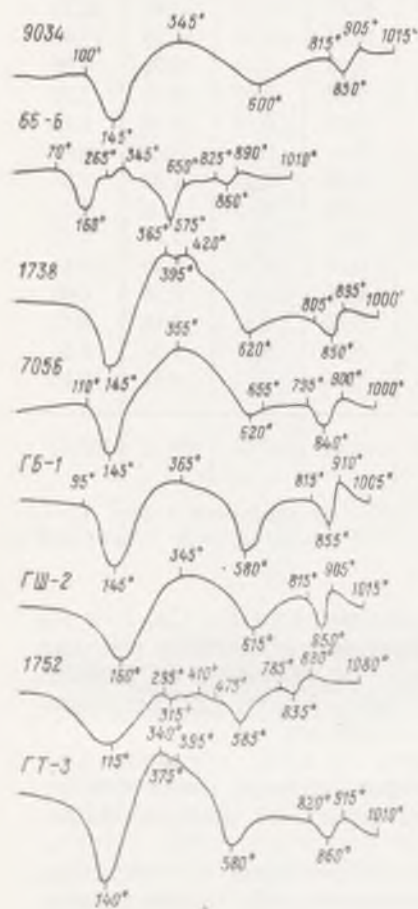


Рис. 84. Кривые нагревания глинистой фракции (0,001 мм) пород рудного пласта и надрудных глин. Образцы те же, что в табл. 63

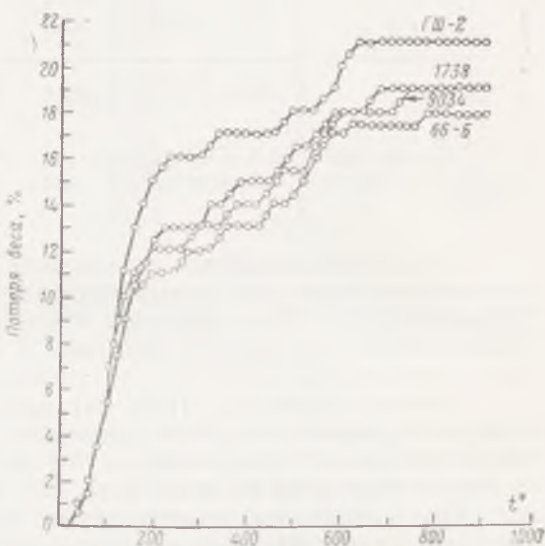


Рис. 85. Кривые потери веса при нагревании глинистой фракции (<0,001 мм) пород рудного пласта и надрудных глин

слоуды и монтмориллонита или смешаннослоистый минерал с упорядоченным переслаиванием структурных пакетов монтмориллонита и гидрослоуды, пока остается открытым. Как известно, первоначанный бейделлит из Бейделл (США) впоследствии оказался смесью глинистых минералов. Наличие четко выраженной линии 10—10,45 кХ на рентгенограммах никопольских глин свидетельствует в пользу отнесения их к смесям гидрослоуды и монтмориллонита.

**Обломочные минералы.** Обломочные минералы сосредоточены преимущественно в пустых породах рудного пласта. Содержание их в рудных стяжениях обычно 5—15% и лишь в стяжениях из некоторых слоев пласта, главным образом в его нижней части, до 40%.



## Рентгенограммы глинистых минералов из окисных руд (обр. 9034), карбонатных руд (1738), надрудных глин (1752) Никопольского месторождения

9034		1738		1752		Бейделлит по РОМ*	
<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$
6	14,8	8	14,8	10	15,17	6	15,2
3	10,45	3	10,45	1	10	—	—
2	4,988	—	—	—	—	4	5,05
10	4,509	10	4,43	10	4,49	10	4,51
1	3,918	—	—	—	—	—	—
1	3,642	—	—	1	3,555	—	—
7	3,347	8	3,31	6	3,347	4	3,36
1	2,997	1	2,983	—	—	4	3,03
1	2,827	2	2,816	0,5	2,82	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
7	2,587	6	2,567	8	2,587	10	{ 2,6 2,54
2	2,452	3	2,445	—	—	—	—
2	2,393	3	2,382	1	2,404	4	2,38
1	2,261	2	2,254	1	2,22	2	{ 2,24 2,14
1	2,141	1	2,125	1	2,141	—	—
1	1,987	1	1,974	1	1,987	—	—
1	1,805	2	1,809	1	1,805	—	—
2	1,693	3	1,69	2	1,696	6	1,7
2	1,654	3	1,655	2	1,658	—	{ 1,64
—	—	3	1,53	—	—	—	—
7	1,499	7	1,495	7	1,499	10	{ 1,5
1	1,432	—	—	1	1,432	—	—
1	1,372	4	1,368	1	1,371	—	—
—	—	—	—	1	1,333	—	{ 1,302
4	1,294	4	1,292	3	1,291	4	{ 1,285 1,245
—	—	—	—	—	—	—	—

\* В. И. Михеев, 1957, рентгенограмма 885в.

Размер включений обломочных минералов отвечает песчаной и алевритовой фракциям породы. Только кварц и полевые шпаты местами встречаются в виде частиц размером 3—5 мм, а в отдельных случаях — в виде гальки и неокатанных обломков размером до нескольких сантиметров. Известны единичные находки и более крупных обломков кристаллических пород в виде глыб весом в несколько десятков и даже сотен килограммов в основании рудного пласта, вблизи выступов кристаллических пород. Такие глыбы могли перемещаться волнами, а возможно, и льдами.

Перечень терригенных минералов рудного пласта с указанием их относительного количества, по данным изучения минерального состава тяжелой и легкой фракций песчано-глинистых пород рудного пласта Никопольского и Больше-Токмакского месторождений, приведен в табл. 65. Для выражения относительного количества минералов приняты следующие обозначения: «много» — преобладающий минерал в обломочной части легкой или тяжелой фракции; «мало» — минерал составляет более 10% в обломочной части изученной фракции; «очень мало» — единицы процентов; «+» — встречаются единичные зерна.

Результаты исследования 14 проб из зоны карбонатных руд на Западной рудоносной площади и такого же количества проб из пласта карбонатной руды Больше-Токмакского месторождения в общем согласуются с данными П. М. Каниболоцкого, относящимися к окисным рудам Никопольского месторождения (правая колонка). П. М. Каниболоцкий различает породообразующие минералы (+++), постоянно

## Обломочные минералы фракции 0,25—0,01 мм песчано-глинистых пород рудного пласта

Минералы	Месторождения		
	Никопольское	Больше-Токмакское	Никопольское (по П. М. Каньболоцкому)
Легкая фракция			
Кварц	много	много	+++
Полевые шпаты	мало	мало	+++
Тяжелая фракция (с удельным весом более 2,9)			
а) Весьма устойчивые			
Циркон	очень мало	+	++
Рутил	" — "	очень мало	++
Лейкоксен		+	—
Турмалин	очень мало	очень мало	++
б) Устойчивые			
Андалузит	" — "	+	+
Ильменит	много	мало	—
Дистен	мало	очень мало	++
Силлиманит	очень мало	" — "	++
Сфен	—	+	
Магнетит	—	мало	
в) Умеренно устойчивые			
Гранат	очень мало	очень мало	++
Ставролит	" — "	+	++
Хлоритоид	—	+	
Эпидот	мало	мало	++
Цоизит	—	очень мало	
Апатит	+	+	
г) Неустойчивые			
Роговая обманка	+	+	+
Бiotит	мало	+	+
Хлориты	+	+	++

встречающиеся аксессуары (++) и минералы, встречающиеся повсеместно и в незначительном количестве (+).

Ниже указываются морфологические особенности обломочных минералов.

Кварц среди обломочных минералов наиболее распространен; представлен неправильными угловатыми и окатанными зернами. Размер зерен обычно от тысячных долей до 2 мм, но в нижней части пласта встречаются, как отмечено выше, более крупные зерна (гравий, галька). В рудных стяжениях преобладают угловатые и остросереберные кварцевые зерна размером 0,05—0,1 мм (см. рис. 46 и 63). Для зерен крупнее 0,1 мм характерна различная степень окатанности — от слабой до совершенной. Встречаются зерна с причудливыми очертаниями, обусловленными процессами разъедания, а также обломки, разбитые трещинами. Имеются сростки, состоящие из нескольких различно ориентированных зерен кварца, происходящие, по-видимому, из кварцитов. Известны редкие находки мелких остроконечных кристаллов кварца.

В отдельных зернах кварца под микроскопом обнаружены включения иголок рutilа, округлых и стебельчато-удлиненных зерен турмалина, циркона и апатита.

На поверхности некоторых кварцевых зерен имеются налеты гидроокислов марганца, зеленого глинистого силиката железа и лимонита.

Полевые шпаты представлены зернами плагиоклаза, ортоклаза и микроклина, по форме и размерам близкими к описанным

выше кварцевым. Полевые шпаты слабо каолинизированы и серицитизированы; по распространенности значительно уступают кварцу.

Неправильные остроугольные обломки и окатанные зерна плагиоклазов часто узнаются благодаря характерному полисинтетическому двойникованию. По величине показателей преломления часть плагиоклазов может быть отнесена к альбиту ( $n_g=1,53$ ;  $n_p=1,525$ ) и часть — к альбит-олигоклазу ( $n_g=1,54$ ;  $n_p=1,536$ ). Характерно явление хлоритизации плагиоклазов.

Ортоклаз имеет низкие показатели преломления ( $n_g=1,525$ ,  $n_p=1,517$ ). Он встречается в виде таблитчатых кристаллов с совершенной спайностью, пертитовых и микроптитовых образований.

Незначительно распространен микроклин, встречающийся в виде крупных зерен размером до 3 мм, с хорошей спайностью и типичной двойниковой решеткой. Зерна полевых шпатов свежие, незначительно затронуты выветриванием.

Циркон — призматические кристаллы зонарного строения с пирамидальными окончаниями, окатанные обломки кристаллов. Минерал бесцветный, розовый или буроватый.

Рутил — зерна разнообразной формы: округленные и угловатые обломки, игольчатые и короткопризматические кристаллы, очень редко — коленчатые двойники. По цвету выделяется золотисто-желтая разновидность рутила и буровато-коричневая, переходная к ильмениту.

Турмалин — окатанные зерна, короткопризматические и игольчатые кристаллы с резко выраженным плеохроизмом — от светло-желтого до темно-зеленого. Некоторые кристаллы заканчиваются пирамидой.

Андалузит — удлиненные призматические кристаллы и угловатые обломки зерен, бесцветные или буровато-серые.

Ильменит — угловато-окатанные зерна неправильной формы.

Дистен — удлиненно-пластинчатые и полуокатанные уплощенные зерна с характерной спайностью в двух направлениях.

Силлиманит — бесцветные прозрачные призматические кристаллы с продольной штриховкой и прямым угасанием.

Гранат — бесцветные и розовые зерна неправильной формы.

Ставролит — угловато-окатанные зерна неправильной формы, часто трещиноватые, обладают резким плеохроизмом в желтых тонах.

Эпидот — неправильные, удлиненные угловатые и остроугольные зерна со слабым плеохроизмом — от бесцветного до светло-желто-зеленого.

Роговая обманка — изометричные и удлиненные зерна темно-зеленого цвета со следами спайности и плеохроизмом — от желтовато-зеленого до сине-зеленого.

Биотит — чешуйки бурого и бледно-коричневого цвета со слабым плеохроизмом и сильным двупреломлением.

Хлориты — спайные пластинки и чешуйки зеленого цвета с показателями преломления 1,633—1,643, а также бесцветные и светло-голубые со слабовыраженным плеохроизмом от бесцветного до голубовато-зеленого и показателями преломления 1,58—1,59.

При изучении морфологических особенностей обломочных минералов не удалось установить каких-либо закономерностей в распределении отдельных разновидностей. Так, все три разновидности турмалина — бурая, зеленая и синяя — обычно встречаются совместно на всех участках марганцеворудного бассейна. Циркон различается по цвету и зонарному строению, но разновидности его также распространены совместно на всех участках. То же можно сказать и о других минералах.

Количественное соотношение обломочных минералов более или менее одинаково на различных рудных площадях в бассейне. Исключе-

чение представляет ильменит, количество которого закономерно уменьшается в направлении с запада на восток.

В установленном комплексе обломочных минералов рудного пласта видное место занимают устойчивые минералы: кварц, циркон, рутил, турмалин, гранат. Известно, что они могут происходить из разрушающихся изверженных и метаморфических пород и выдерживают неоднократное переотложение в осадочных толщах. Наряду с ними присутствуют характерные минералы метаморфических пород: дистен, силлиманит, ставролит, андалузит. Перечисленные выше минералы широко распространены в кристаллических породах приднепровской части Украинского щита. Из других минералов заслуживают внимания роговая обманка и эпидот. Роговая обманка типа находимой в рудном пласте является породообразующим минералом амфиболитов, например амфиболитов р. Соленая. Типичный эпимагматический минерал эпидот встречается во многих породах Украинского щита. Накопление ильменита и других устойчивых минералов, по-видимому, связано с размывом осадочных пород.

Наличие в рудном пласте остроугольных обломков минералов и пород, совместное нахождение устойчивых и неустойчивых минералов свидетельствуют о том, что некоторая часть терригенных компонентов не претерпевала длительного переноса.

Аналогичная ассоциация обломочных минералов установлена нами в подрудных и надрудных олигоценовых отложениях, а по данным М. И. Ожеговой, исследовавшей нижнетретичные породы одной из скважин в Никопольском районе, те же минералы в различном количественном соотношении и почти всегда с преобладанием стрессминералов характерны для всех стратиграфических горизонтов — от среднего эоцена до среднего миоцена включительно. По-видимому, на протяжении палеогена главным поставщиком обломочных минералов оставался Украинский щит.

## ГЛАВА X

### ГЕНЕЗИС МАРГАНЦЕВЫХ РУД

Никопольское месторождение марганцевых руд давно и прочно заняло место в генетической классификации как месторождение морского осадочного происхождения. Больше того, благодаря крупным размерам, простому строению рудоносного горизонта, спокойному непрерывному залеганию рудного пласта, отсутствию процессов метаморфизма это месторождение может рассматриваться в качестве характерного примера накопления марганцевых руд в условиях платформы.

За последние десятилетия получено много новых материалов, уточняющих геологию района и месторождения, условия залегания рудного пласта, вещественный состав руд и позволяющих более обоснованно охарактеризовать палеогеографию бассейна и особенности рудного минералообразования.

В учении о происхождении морских осадочных месторождений марганцевых руд недостаточно вскрыта физико-химическая сущность переноса и осаждения марганца и отделения марганца от железа. Эта сторона проблемы в настоящем разделе не рассматривается в полном объеме, так как она выходит за рамки одного месторождения и может быть решена лишь с помощью исследований этих процессов в современных водоемах и физико-химического экспериментирования.

### ОБСТАНОВКА ОБРАЗОВАНИЯ РУД

Вопросы палеогеографии Никопольского района рассматривались выше в специальном разделе.

На протяжении большей части времени, приходящегося на палеозой, мезозой и кайнозой вплоть до среднего эоцена, территория будущего марганцеворудного бассейна входила в состав суши Украинского щита.

В нижнем и среднем эоцене море весьма постепенно надвигалось на окраины Украинского щита с юга и севера. Однако морские отложения среднего эоцена на территории марганцеворудного бассейна известны в ограниченном числе пунктов. Большая часть территории продолжала оставаться низменной сушей. Здесь во многих местах накопились континентальные угленосные отложения (бучакская бурогольная формация).

Резкое изменение обстановки наступило в верхнем эоцене. Киевское время характеризуется крупной трансгрессией моря. Воды морских бассейнов, омывавших Украинский щит на юге и севере, соединились, затопив значительную часть щита. К северу от Никопольского района, покрытого неглубоким морем, сохранилось несколько небольших островных участков суши, разделенных широкими мелководными проли-

вами. В Больше-Токмакском районе, судя по отложению киевского мергеля, море было более глубоким.

В конце киевского времени произошла регрессия и центральная часть щита опять стала сушей. Начало олигоцена ознаменовалось новой трансгрессией, ко времени которой относится накопление марганценосных осадков.

Палеогеографические карты олигоцена, как правило, отображают обстановку, которая существовала в период наибольшего развития олигоценовой трансгрессии. Распределение суши и моря на интересующей нас территории в это время рисуется примерно таким же, как во время максимума развития предыдущей верхнеэоценовой трансгрессии. Указанная обстановка, возможно, отвечает условиям накопления надрудных глин, но не может быть принята для периода рудоотложения по следующим причинам. Во-первых, анализ литологических особенностей рудного пласта заставляет отнести его к более мелководной фации, чем надрудные олигоценовые глины; во-вторых, стратиграфически рудный пласт соответствует началу олигоценового трансгрессивного разреза, а не максимуму трансгрессии; в-третьих, размеры суши в максимальную фазу трансгрессии столь незначительны, что становится неразрешимым вопрос об источниках марганца; в-четвертых, полоса распространения марганценосных отложений не соответствует очертаниям островных участков суши.

Нельзя не отметить то обстоятельство, что в последние годы благодаря углубленному изучению палеогеновых отложений на Украинском щите многие исследователи пришли к выводу о верхнеэоценовом возрасте фауны, содержащейся в так называемых «харьковских отложениях», ранее считавшихся олигоценовыми. Если придерживаться этой точки зрения, то придется пересмотреть вопрос о максимальных размерах олигоценового моря в сторону их сокращения.

При исследовании распределения суши и моря в период рудоотложения встречается ряд трудностей. Соответствующие палеогеографические представления основываются на некоторых допущениях.

Береговая линия в период рудоотложения, по-видимому, не оставалась на месте, а постепенно надвигалась на кристаллический щит с юга. Весьма вероятно, что тонкий пласт грубозернистого глинистого песка, подстилающего руду, является вещественным результатом этого передвижения.

Очевидно, береговая линия располагалась где-то между северной границей рудоотложения и границей максимальной трансгрессии. Вследствие неогеновых размывов марганцеворудного пласта северная граница рудоотложения точно не устанавливается, но в наиболее северных пунктах залегания марганцевых руд на р. Ингулец и на правом берегу р. Соленая рудный пласт представлен кварцевым песком, сцементированным гидроокислами марганца, и эти пункты, по всей вероятности, соответствуют зоне фациального выклинивания рудоносного горизонта вблизи берега олигоценового моря.

Не повторяя здесь фациальной характеристики рудного пласта, отметим, что большинство исследователей сходится во мнении о формировании марганценосных осадков на юге Украины в условиях прибрежной части открытого морского бассейна нормальной солености на глубинах, отвечающих верхней половине шельфа. Многочисленные осадки баланусов в руде указывают на подвижность среды отложения и, возможно, незначительную глубину. Поскольку максимальные абсолютные высотные отметки залегания руд равны плюс 35 м, можно предположить, что береговая линия моря в период рудообразования примерно отвечала изогипсе плюс 50 м поверхности кристаллических пород или проходила параллельно этой линии (см. рис. 12). Эта линия сдвинется к северу, если допустить более значительную минимальную

глубину рудоотложения (свыше 15 м), но сдвиг в какой-то мере должен компенсироваться тем, что не учтена денудация поверхности кристаллических пород после отложения руд.

Берега олигоценового моря на южном склоне щита имели скалистые участки у выходов кристаллических пород и равнинные низменные участки в областях развития песчано-глинистых пород и торфяников эоцена. Первый тип берега характерен для отдельных участков Никопольского и северной части Больше-Токмакского месторождения, второй — для остальной части Больше-Токмакского месторождения. Наступая на сушу, море вдавалось к северу по пониженным местам, образуя мелководные заливы. Формирование рудного пласта происходило на очень пологом дне. При этом даже небольшие колебательные движения приводили к значительному перемещению береговой линии.

Известно, что в палеогене на территории Украины господствовал теплый климат, причем температурный максимум был в киевское время. Тропический климат киевского времени, устанавливаемый по находкам остатков пальмы *Nipa Burtinii* (Brongn.) Schmalh. и других тропических растений, а также теплолюбивых морских организмов (нуммулитов, кораллов, гигантских устриц), сменился в конце эоцена и начале олигодена климатом менее жарким, мягким, близким к субтропическому. В рудном пласте и в покрывающих его олигоденовых породах уже нет разнообразной теплолюбивой фауны. Остатки пластинчатожаберных моллюсков здесь немногочисленны и однообразны. Среди простейших распространены виды с песчаными раковинами. Известковистые породы киевской свиты сменяются бескарбонатными песчано-глинистыми породами с глауконитом. В таких породах найдена пыльца дуба, каштана, березы, лещины и других тепло- и влаголюбивых представителей умеренных широт. В заметном количестве содержится также пыльца сосны подрода *Diploxylon*.

На основании палеоэкологического анализа новой обширной коллекции фауны моллюсков из рудного пласта и надрудных олигоденовых глин И. Ю. Селин (1961) еще раз подтвердил, что температурный режим олигоденового бассейна был близким к таковому современных субтропических морей.

### ИСТОЧНИКИ МАРГАНЦА

Судя по составу комплекса терригенных минералов рудного пласта (гл. IX), они происходят из разрушившихся изверженных, метаморфических и осадочных пород, и смешение устойчивых и неустойчивых минералов может рассматриваться как признак близости источников сноса. Источники марганца, как и источники сноса терригенных компонентов, несомненно располагались в пределах Украинского щита.

Прилегающая к марганцеворудному бассейну часть Украинского щита имеет сложное строение и представлена разнообразными породами: мигматитами, гнейсами, амфиболитами, кристаллическими сланцами, гранитами и др.

Марганценоность пород докембрийского щита может быть охарактеризована лишь в общих чертах вследствие ограниченности аналитических данных.

Содержание Mn в докембрийских породах Украинского щита 0,01—2,68%.

Наиболее высокое содержание Mn отмечено в отдельных пробах следующих пород: гарцбургит, левый берег р. Южный Буг выше с. Завалье, — 2,68%; чарнокит с. Спасово, Верблюжский интрузивный

массив, — 1,54%; мариуполит из Октябрьского массива, сиенитовый комплекс Приазовья, — 0,97%; кристаллический известняк, с. Завалье, хоцеватско-завальевский комплекс, — 0,72%; серый мигматит из Каменского гранитного массива на р. Базавлук — 0,59%; кварцевый диабаз из района между селами Бородаевка и Тарасовка на Днепре — 0,56%; амфиболит из толщи гнейсов, с. Аулы на Днепре, — 0,48%.

По подсчетам средних содержаний для комплексов пород, повышенное содержание Mn имеют гнейсы и амфиболиты Побужья (в среднем 0,2% Mn), гнейсы бассейна Днепра — 0,19%, железисто-кремнистые породы района Конкских (0,2%), Верховцевско-Чертомлыкских (0,21%) и Орехово-Павлоградских (0,17%) магнитных аномалий, метабазиты Базавлук-Чертомлыкско-Верховцевской зоны и метабазиты Приазовья — 0,15%, породы сиенитового комплекса Приазовья — 0,21% и жильные породы средней части Украинского кристаллического щита — 0,18%.

Принимая кларк Mn в земной коре равным 0,1, видим, что большинство докембрийских пород щита имеет положительные кларки концентрации этого элемента, но превышение по сравнению со средним содержанием в земной коре небольшое — примерно в 2 раза. Среди широко распространенных пород более высоким кларком концентрации Mn отличаются мигматиты. В частности, роговообманково-биотитовые разности мигматитов района р. Соленая, по В. А. Передериеву (1948), содержат Mn в 7—8 раз больше кларка благодаря присутствию марганцевистой роговой обманки.

Непосредственно с докембрийскими породами связано Хоцеватское месторождение марганцевых руд, расположенное на территории Гайворонского района Кировоградской области в пределах среднего течения р. Южный Буг. В этом районе развиты метаморфические породы архейского хоцеватско-завальевского комплекса, образующие несколько синклинальных структур. По данным геологической съемки и разведочных работ, железо-марганцевые руды Хоцеватского месторождения сосредоточены в зоне окисления кристаллических известняков, слагающих ядро синклинальной складки. Руды имеют конкреционную текстуру. Железо-марганцевые (псиломелан-пиролозит-лимонитовые) и железистые (лимонитовые) конкреции группируются в неправильные гнезда и линзы среди рыхлой охристо-глинистой вмещающей породы. Общая мощность рудоносной зоны до 100 м. Содержание Fe и Mn резко изменяется. В пробе конкреций из Молчановского карьера определено 28% Fe и 18% Mn.

Наиболее вероятно, что рудная концентрация марганца в Хоцеватском месторождении связана с выветриванием кристаллических известняков, содержащих 0,44—1,06% закиси марганца.

Хоцеватское месторождение не имеет промышленного значения вследствие небольших размеров залежей и резких колебаний химического состава руд, но сам факт существования этого месторождения представляет наглядный пример концентрации марганца в коре выветривания докембрийских пород Украинского щита. Не исключено, что такие местные скопления марганца в коре выветривания ранее были распространены более широко и могут рассматриваться как один из источников марганца по отношению к олигоценовым морским месторождениям.

В этой связи заслуживают внимания эффузивно-осадочные формации Украинского кристаллического щита. Как известно, с эффузивно-осадочными докембрийскими марганценосными формациями ассоциируют крупные месторождения марганца в Индии, Африке и Бразилии. Н. С. Шатский (1954) в статье «О марганценосных формациях и о металлогении марганца» пишет, что вулканогенно-кремнистые марганценосные формации являются не только главнейшими носителями



«ювенильного» марганца, но и источником всех, во всяком случае огромного большинства, месторождений иного, осадочного происхождения.

Осадочно-вулканогенные толщи Украинского щита представлены джеспилитовыми и вулканогенными (кератофировыми, спилитовыми и ультрабазитовыми) формациями (Семененко, 1960). Исследования последних лет показали, что осадочно-вулканогенные породы распространены значительно шире, чем предполагалось ранее. В Приднестровье они обнаружены во всех главных районах магнитных аномалий в синклиналих структурах.

Первоначальная (до пенепленизации щита) площадь развития этих формаций, по-видимому, была в несколько раз больше современной.

С осадочно-вулканогенными формациями Приднестровья связаны крупнейшие железорудные месторождения Криворожского типа (джеспилиты и железистые роговики, по Н. П. Семененко, представляют собой хемогенные осадки, образовавшиеся в результате подводной гидротермальной деятельности в области геосинклинального вулканизма) и месторождения бокситов в коре выветривания амфиболитов. Марганценосность осадочно-вулканогенных пород изучена слабо. По данным С. П. Соловьева (1952) о среднем составе магматического комплекса Украины, эффузивные породы более чем в 2 раза богаче марганцем (0,18%), чем интрузивные (0,08%). Единственным примером крупной концентрации марганца в коре выветривания кристаллических пород пока является Хоцеватское марганцевое месторождение.

Вероятно, часть марганца выносилась в олигоценовое море также из размываемых верхнеэоценовых осадочных пород. Верхнеэоценовые отложения, объединяемые в киевскую свиту, представлены в Причерноморской впадине светло-серыми глинистыми алевролитами, мергелистыми глинами и глинистым мергелем. На рассматриваемой нами территории указанные породы фациально переходят по направлению к кристаллическому щиту в толщу алевролитов и глин, содержащих мелкие включения растительных остатков, кремнеземные участки, прослой углистой глины. В этой же переходной зоне встречаются маломощные прослой алевролитов, содержащих зерна глауконита и изредка мелкую фосфоритовую галечку. Марганец в породах киевской свиты содержится в количестве от следов до 1,7%, причем его содержание увеличивается в направлении погружения пород в сторону Причерноморской впадины. В районе Больше-Токмакского месторождения в глинах с растительными остатками из скв. 1090 неподалеку от Глубокой Криницы определены лишь следы марганца. К западу от Больше-Токмакского месторождения в мергелистых глинах из скв. 2683, расположенной в окрестностях Ново-Горьевки, встречены следы марганца, и лишь самая верхняя часть толщи киевских глин содержит 1,57%. В районе Малой Белозерки мергели, мергелистые глины и алевролиты киевской свиты содержат 0,23—1,7% Mn. Среднее значение из четырех образцов составляет 0,8% Mn, что в 8 раз превышает кларк Mn в земной коре. Если учесть, что мощность киевских отложений измеряется несколькими десятками метров и распространены они широко, то даже при таком небольшом содержании общее количество марганца, сосредоточенное в породах киевской свиты на северном крыле Причерноморской впадины, очень велико.

Таким образом, при среднем содержании Mn в украинском кристаллическом комплексе, близком к кларку в земной коре, известны отдельные анализы ряда пород с более высоким содержанием Mn (в 2—20 раз больше кларка). Широко распространены породы, обогащенные марганцем в 2 раза больше кларка, а в прошлом они были развиты еще больше. Местную концентрацию марганца в коре выветривания докембрийских пород представляет Хоцеватское месторож-

дение. В качестве одного из источников марганца могут рассматриваться также верхнеэоценовые осадочные породы киевской свиты, в которых содержание этого элемента доходит до 1,7%.

Прямой пространственной связи рудных залежей с массивами определенных пород нет. Руды отлагались вдоль края кристаллического массива непрерывной полосой. Поэтому следует считать поставщиками марганца различные породы. Наличие пород с несколько повышенным содержанием Mn, естественно, имело положительное значение, но не решающее. Главную роль играли тектонические, геоморфологические и особенно климатические условия начала олигоцена, благоприятные для глубокого химического выветривания горных пород и выноса марганца из них.

Уже к бучакскому времени поверхность кристаллического массива была выровнена и невысоко поднималась над уровнем окружающих морей. В условиях теплого влажного климата на породах кристаллического массива формировалась мощная кора выветривания. С процессами выветривания генетически связано Высокопольское месторождение бокситов, тяготеющее к области развития амфиболитов.

Соединения марганца выносились в море в значительном количестве уже в киевское время, однако в толще морских отложений киевской свиты они находятся в рассеянном состоянии. В период максимального развития верхнеэоценовой трансгрессии центральная часть кристаллического щита почти полностью оказалась под водой и, таким образом, вышла из сферы мобилизации соединений марганца. По-видимому, это обстоятельство может отчасти объяснить, почему рудные концентрации марганца не возникли в отложениях верхнеэоценового моря.

Тектоническая и палеогеографическая обстановка олигоцена были более благоприятны для концентрации марганца в прибрежной мелководной части моря благодаря незначительной скорости трансгрессии и ее ограниченному размеру. Тектоническая пауза свела к минимуму поступление кластического материала в бассейн, так как скалистые берега, сложенные кристаллическими породами, разрушались медленно. Местами море перемывало марганецсодержащие киевские отложения. В условиях влажного климата, несколько менее жаркого, чем эоценовый, кора выветривания интенсивно промывалась поверхностными водами.

После отложения марганценосных осадков море несколько обмелело, а затем быстро затопило значительную часть кристаллического массива. В это время были отложены надрудные олигоценовые глины. В пределах Больше-Токмакского месторождения и западнее его надрудные глины содержат в среднем 0,5% Mn (0,15—0,84%), а в районе Малой Белозерки — в среднем 0,27% Mn (0,15—0,41%). Таким образом, в надрудных глинах также сосредоточено значительное количество марганца в рассеянном состоянии.

#### О ФОРМЕ ПЕРЕНОСА И ПРИЧИНАХ ОСАЖДЕНИЯ МАРГАНЦА

Причиной осаждения и концентрации марганца в прибрежной зоне морского бассейна Н. А. Соколов (1901) считал жизнедеятельность морских водорослей и бактерий. Поскольку прямые доказательства ведущей роли этого фактора в образовании никопольских марганцевых руд не обнаружены большинством исследователей, принимается гипотеза физико-химического осаждения марганцевых соединений из коллоидных растворов, которые выносились реками и коагулировали в прибрежной части моря под влиянием резкого изменения электролитического режима среды (А. Г. Бетехтин, П. М. Каниболоцкий, В. И. Грязнов и др.).

Коллоидальная природа руд убедительно доказана минералогическими исследованиями. О коллоидальном происхождении руд свидетельствуют колломорфное и пизолитовое строение рудных агрегатов, коллоидальное состояние некоторой части минералов псиломеланового типа, установленное с помощью рентгенометрических исследований, сложный минеральный и химический состав рудных агрегатов, наличие примеси адсорбированных микроэлементов, переменное количество воды в гидроокислах марганца и другие признаки.

Гипотеза коагуляции коллоидных растворов железа и марганца под воздействием электролитов морской воды общеизвестна. Она теоретически обоснована физхимией, подтверждена экспериментально и достаточно подробно изложена в ряде работ (Бетехтин, 1937; Пустовалов, 1940; Страхов, 1947).

Обсуждая проблему происхождения морских осадочных месторождений марганцевых руд, акад. А. Г. Бетехтин (1944) подчеркивает, «... что процессам коагуляции должны были подвергаться концентрированные золи и в течение довольно длительных промежутков времени (обычно стекающие в бассейны речные воды представляют собой сильно разбавленные золи);

... Образование концентрированных золей могло происходить либо путем химического разложения богатых марганцем горных пород, либо под влиянием сильного испарения дисперсионной среды, т. е. воды, являющейся «растворителем» в золях, или, наконец, в результате массовой жизнедеятельности особых микроорганизмов, для которых соединения марганца (так же, как для других — железа) могли служить пищей».

А. Г. Бетехтин считает маловероятным действие двух первых факторов и более вероятным влияние третьего фактора — биохимического. Материалы по Никопольскому месторождению не противоречат этим выводам.

Выше, при рассмотрении вопроса об источниках марганца, было показано, что для большей части пород Украинского кристаллического щита характерно низкое содержание Mn. Породы с более значительным содержанием этого элемента имеют ограниченное распространение.

Палеоклиматические данные (гумидный субтропический климат) не дают основания считать испарение решающим фактором концентрации марганца в растворах.

Что касается биохимического фактора, то какие-либо новые фактические материалы, прямо подтверждающие или отрицающие роль живых организмов в образовании никопольских руд, пока не получены.

В последние годы в литературе, посвященной проблеме генезиса морских осадочных марганцевых руд, значительное внимание уделяется истинным, ионным растворам закисных солей марганца, как возможной форме переноса этого элемента в природных водах. Известно, что ранее господствовало мнение о ничтожной роли этой формы миграции марганца в поверхностных водах вследствие окисления ионов двухвалентного марганца атмосферным кислородом.

В итоге рассмотрения обширных фактических материалов о миграции элементов в современных реках гумидной зоны акад. Н. М. Страхов (1960) относит Mn в третью группу компонентов речного стока вместе с Fe, P, V, Cr, Ni, Co, Cu и др. Отличительная черта этой группы — весьма малая растворимость образующих ее соединений в воде и соответственно ничтожные количества элементов в речных водах в растворенном состоянии. Концентрация марганца в речных водах 0,008—0,08 мг/л, среднее содержание около 0,02 мг/л.

«... Другой характерной особенностью рассматриваемой группы является склонность входящих в нее соединений давать наряду

с истинными — ионными еще и коллоидные растворы, играющие обычно большую роль в их поверхностных миграциях. Лишь соединения фосфора способны давать устойчивые ионные растворы. Железо в некоторой, как полагают, очень небольшой доле находится в растворе в ионной форме, как  $Fe^{2+}$  из  $Fe(HCO_3)_2$ ; но соединение это неустойчиво и если даже и выносится в значительных количествах грунтовыми водами, питающими реки (на это существуют прямые указания), то быстро и почти нацело окисляется, причем железо выпадает в виде  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ . Большая доля растворенного железа мигрирует как золь  $Fe(OH)_3^{3+}$ , защищенный коллоидным органическим веществом или золем  $SiO_2^{2-}$ , а также как коллоидные комплексные железо-органические соединения (гуматы железа). То же относится и к марганцу и многим так называемым малым элементам.

Наряду с миграцией Fe, Mn, P и других элементов в виде раствора всегда некоторые количества их переносятся также в составе материала, транспортируемого рекой частью во взвешенном состоянии, частью волочением по дну» (Страхов, 1960).

Интересно, что в днепровской воде (у Верхнеднепровска) свыше половины общего количества растворенных Fe, Mn, Ni, Cu перемещается в виде гуматов. Н. М. Страхов подчеркивает важное значение органического вещества как стабилизатора растворов ряда элементов, особенно в условиях сильно заболоченных равнин гумидных поясов.

Количественные соотношения различных форм перемещения марганца в природных водах изучены еще недостаточно. Этим, по-видимому, объясняются некоторые расхождения в оценке их различными авторами. Н. М. Страхов указывает, что главная часть железа и марганца переносится современными реками и поступает в морские бассейны в виде коллоидных растворов и механической взвеси. Незначительная часть представлена истинными растворами и материалом, передвигающимся волочением по дну (Страхов, 1960). В периоды тектонического покоя увеличивается роль коллоидных и истинных растворов, в периоды тектонической активности, наоборот, возрастает количество механической взвеси.

К. Б. Краускопф (Krauskopf, 1957) в статье «Отделение марганца от железа в осадочных процессах» косвенно отдает предпочтение признанию ионной формы перемещения марганца в качестве главной. По его мнению, опубликованные сведения о поведении коллоидных растворов железа и марганца отрывочны и противоречивы. Различия, которые могли бы привести к разделению указанных элементов в крупных масштабах, не установлены. С другой стороны, экспериментально доказано, что осаждение железа и марганца из ионных растворов при постепенном изменении среды от кислой и нейтральной до щелочной в контакте с атмосферным кислородом происходит не одинаково. В этих условиях железо окисляется и выпадает из раствора значительно раньше марганца. По методике, предложенной ранее Гаррелсом (Garrels, 1954; Huber and Garrels, 1953), К. Б. Краускопф на основе расчетов составил диаграммы, где указаны поля устойчивости соединений железа и марганца в зависимости от величины рН раствора, окислительно-восстановительного потенциала и концентрации. К. Б. Краускопф полагает, что при образовании таких громадных месторождений, как Чиатурское и Никопольское, марганец медленно осаждался из обычных поверхностных вод в щелочной обстановке, несколько более щелочной, чем обычная, в течение длительного периода, или что концентрация марганца в водах была несколько выше обычной.

Л. П. Листова (1961) в Лаборатории осадочных полезных ископаемых АН СССР выполнила серию опытов, результаты которых в основном согласуются с расчетными данными К. Б. Краускопфа. Иссле-

дования систем  $MnCl_2-NaOH-H_2O$  и  $MnSO_4-NaOH-H_2O$  показали, что растворы солей двухвалентного марганца устойчивы даже к длительному окислению атмосферным кислородом и сохраняются без разложения в кислой, нейтральной и слабощелочной средах вплоть до достижения раствором величины рН 8—8,5. В интервалах исходных значений рН растворов 8—10 ионы  $Mn^{2+}$  еще могут удерживаться в растворах в количествах 90—0,3 мг/л  $MnO$  в том случае, если значения окислительно-восстановительных потенциалов этих растворов не превышали наиболее обычных значений  $E_h$  водной среды, находящейся в контакте с атмосферным кислородом. Эти результаты подтверждают гораздо более значительную способность к миграции в зоне гипергенеза растворов солей двухвалентного марганца по сравнению с растворами солей двухвалентного железа. Последние, как известно, устойчивы лишь в кислой среде, рН которой не превышает 5,5 при отсутствии кислорода воздуха, а при аэрации эта величина рН еще несколько уменьшается (согласно данным И. Ф. Карповой, 1937 г., до рН около 4).

На основании опытов по осаждению окислов марганца и железа из растворов их закисных солей в морской воде Л. П. Листова отмечает, что образование марганцевого осадка в среде морской воды нормальной солёности оказывается возможным в пределах рН 7,1—9,95 (полное осаждение) при наблюдавшихся величинах  $E_h$  плюс 460—плюс 265 мв, т. е. при обычных значениях рН и  $E_h$  аэрированных природных морских вод. Значительное различие скоростей образования осадков гидроокислов марганца и железа при окислении их закисных солей атмосферным кислородом может играть существенную роль в разделении этих элементов при осадкообразовании. В опытах, поставленных при исходных значениях рН жидкой фазы 6,7—8,5 ( $E_h$ —плюс 420—плюс 330 мв), образование железистого осадка происходит немедленно после прибавления щелочи, а осаждение гидроокислов марганца начинается не ранее чем через 25—30 суток выдержки системы. Окислы марганца обволакивают ранее выпавшие частицы гидроокислов железа. Разделения осадка на слои не наблюдается.

Л. П. Листова предполагает, что разделение марганца и железа может происходить в природных водных бассейнах, если растворы, поступающие в них, после быстрого и почти полного осаждения железа, удерживая еще целиком все имеющееся количество растворенного марганца, уносятся течениями на другие участки дна бассейна, где со временем происходит отложение из них марганцевых соединений.

Из приведенного выше краткого обзора видно, что марганец относится к числу элементов со сложными и разнообразными формами миграции. Коллоидные растворы представляют лишь одну из этих форм. В свете новых данных приходится сделать вывод, что вопрос о физико-химической сущности переноса соединений марганца и их отложения при образовании крупных морских осадочных месторождений марганца еще не может считаться полностью решенным и требует дальнейшей разработки.

#### СТАДИИ ОБРАЗОВАНИЯ РУД

В результате сравнительного анализа комплексов аутигенных минералов окисных и карбонатных руд, изучения минералогии переходной зоны, особенностей структур и текстур руд установлено решающее значение процессов диагенеза в рудном минералообразовании (Грязнов, 1956б; Станкевич, 1957).

Последовательность рудного минералообразования схематически может быть представлена в следующем виде.

**Седиментогенез.** Судя по находкам остатков бентонных форм моллюсков и усоногих раков, придонная и иловая воды в верхнем слое осадка не были лишены кислорода.

Марганец, вероятно, осаждался в виде хлопьев многоводного геля двуокиси в сопровождении гелей гидроокиси железа, кремнезема и окиси алюминия, алевритовых и песчаных обломочных частиц. Помимо осаждения и соосаждения коллоидов, происходило поглощение гелями ионов Ва, К, Ni и других металлов из придонной воды и илового раствора.

**Диagenез.** По мере поступления новых порций осадка ранее осевшие гидроокиси марганца постепенно попадали в условия некоторого недостатка кислорода. В результате концентрации соединений марганца вокруг отдельных центров в эту стадию формировались манганитовые пизолиты, манганитовые и псиломелановые желваки. Одновременно в осадке шло образование глауконита и других глинистых минералов. В мелководных заливах, где окислительные условия были устойчивыми, образовались окисные руды марганца. Этому способствовали: а) достаточная аэрация при седиментации на мелководье, б) сохранение окислительных условий при диагенезе осадка вследствие незначительного содержания органического вещества и усиления подвижности вод в заливе после рудоотложения (определяется наличием слоя грубого песчаного материала в кровле пласта), в) развитие зоны окисления в период осушения территории в нижнем миоцене, г) влияние древнечетвертичных и современных окислительных процессов в долинах рек.

В более удаленной от берега полосе олигоценового моря соединения марганца при диагенезе осадка попадали в восстановительные условия, что в конечном итоге приводило к формированию карбонатных марганцевых руд. По мере увеличения мощности покрывающего слоя марганецсодержащие осадки оказывались ниже окислительно-восстановительного раздела и включались в сферу восстановительных процессов. Редукция марганца происходила за счет окисления органического вещества. В осадке возникали карбонаты марганца и кальция: манганокальцит и кальциевый родохрозит. Поскольку к этому времени окисные пизолиты уже несколько уплотнились, восстановительные процессы в первую очередь развивались в массе ила. Сохранению окисной формы соединений марганца пизолитов способствовала корочка отлагавшегося на них карбоната марганца. О том, что пизолиты были сформированы до отвердевания цементирующей их карбонатной массы, свидетельствует следующий факт: обнаруженные в одном из рудных штуфов ходы червей распространяются по цементу, огибая пизолиты.

В карбонатных рудах в небольшом количестве постоянно присутствуют сульфиды железа: мельниковит, пирит и марказит, замещающие глауконит. Возникновение сульфидов железа за счет железистых силикатов несомненно связано с восстановительными условиями среды минералообразования в стадию диагенеза.

Структурные взаимоотношения окисных и карбонатных минералов марганца в зоне смешанных руд показывают, что нормальный ход диагенетических преобразований в определенный период времени сменился развитием окислительных процессов. В результате окисления манганокальцит местами, преимущественно по периферии желваков и около трещин усыхания, распался на гидроокислы марганца и кальцит.

Ряд наблюдений над взаимоотношениями минералов в рудном пласте и вмещающих породах позволяет косвенно судить о длительности диагенеза. Выше было отмечено, что в переходной зоне в определенный момент восстановительные условия в толще осадка смени-

лись окислительными. Эта перемена произошла либо после отложения нижней части пласта, либо после отложения всего пласта. Воспользуемся этим относительным мерилем времени и посмотрим, какие изменения в осадке произошли до момента смены обстановки. Оказывается, что к этому времени осадок прошел окислительный этап минералообразования (возникновение манганитовых конкреций) и восстановительный этап (выделение кальциево-родохрозитового и манганокальцитового цементов). В основном была завершена и перегруппировка минералов, выразившаяся в создании местных концентраций — желваков. Это доказывается тем, что новообразования гидроокислов марганца развиваются по периферии этих желваков.

Труднее найти критерий для решения вопроса о степени литификации осадка. Однако отсутствие переотложенных рудных частиц в покрывающих олигоценовых глинах и следы пластической деформации пизолитов и конкреций в синхроничных окисных рудах заставляет считать, что литификация осадка не была еще завершена. В связи с этим становится понятным, почему в рудном пласте в карбонатной зоне мы не видим отчетливых следов размыва, переотложения, слоистости и т. д. Переотложение несомненно имело место, но размываемый и переносимый материал не был еще твердым, и поэтому возникали структуры и текстуры обычные для рудного пласта.

Весьма показательно, что при размыве рудного пласта в начале среднего миоцена на контакте с рудой были отложены пески с крошкой окисных марганцевых минералов, переотложенных из рудного пласта. Таким образом, в конце нижнего миоцена руды уже были твердыми.

Определенное влияние на условия формирования руд, по-видимому, оказала длительность процесса литификации более древних угленосных отложений. По нашим наблюдениям, некоторые буроугольные отложения рассматриваемого района должны быть отнесены к верхнему эоцену. Так, в бассейне р. Конка, на левобережье Днепра, глины с желваками манганокальцита местами лежат на углистых породах, которые, в свою очередь, подстилаются мергелистыми глинами киевской свиты. В период рудоотложения такие угленосные слои, пребывавшие на ранней стадии углефикации, размывались и были обильным источником органических веществ, поступавших в рудоносные осадки.

В результате в осадках были особенно резко выражены диагенетические процессы восстановительного характера.

Существенной была также роль диагенеза в создании рудной концентрации марганца.

Как известно, Н. М. Страховым (1953) предложен принцип генетической классификации осадочных руд (и месторождений) с разделением их на седиментационные и диагенетические. К какому из этих типов отнести месторождения Южно-Украинского бассейна?

Рудный пласт имеет резко выраженные границы с вышележащими и подстилающими породами и более или менее одинаковую мощность в зоне окисных и карбонатных руд. По общему содержанию полезных компонентов вся рудоносная толща (рудный пласт) является рудой, т. е. устанавливается довольно высокая концентрация марганца седиментационного характера (табл. 66). Седиментационная концентрация марганца в окисных рудах в 1,5 раза выше, чем в карбонатных.

Среднее содержание железа в пласте карбонатной руды 3,92%, а в окисной — 2,60%, т. е. устанавливаются величины примерно одного порядка.

Значительно отличается соотношение между содержаниями окиси кальция. По нашему подсчету, в карбонатных рудах в 3,5 раза больше окиси кальция, чем в окисных рудах.

Диagenетическая концентрация марганца

	Содержание Mn, %		Коэффициент диагенетической концентрации марганца
	в необогащенной руде	в обогащенной руде	
1. Западная рудоносная площадь			
а) окисная руда	25,64	39,21	1,53
б) карбонатная руда	17,22	28,35	1,64
2. Грушевско-Басанский участок			
а) окисная руда	29,15	39,59	1,36
б) карбонатная руда	19,35	26,5	1,37

Диagenетическая перестройка осадка приводит к дальнейшей концентрации некоторых компонентов. Они сосредоточиваются в рудных агрегатах — пизолитах, конкрециях, конкреционных прослоях. Для количественного выражения собственно диагенетической концентрации воспользуемся отношением содержания компонентов в мытой руде (т. е. в частицах крупнее 1 мм) к содержанию в необогащенной руде. Это отношение назовем коэффициентом диагенетической концентрации.

Судя по расчетам на основании средних значений содержания для крупных рудных площадей, диагенетическая концентрация марганца достигает существенной величины, более значительной для окисных руд (1,64), чем для карбонатных (1,36).

Размеры диагенетической концентрации ряда компонентов в отдельных желваках манганокальцита показаны в табл. 67.

Таблица 67

Коэффициенты диагенетической концентрации компонентов в желваковой карбонатной руде (за единицу принято содержание данного компонента в необогащенной карбонатной руде)

Компоненты	Мытая руда	Отдельные желваки	
		Обр. 1	Обр. 2
Mn	1,08—1,25	1,37	1,11
CaO	1,1 —1,44	0,57	1,37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,53—1,94	0,43	0,31
FeO	0,33—1,87	1,27	0,79
SO <sub>3</sub>	0,93—1,2	0,15	0,17
P	0,89—1,83	1,23	2,3
SiO <sub>2</sub>	0,48—0,68	0,36	0,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,64—0,97	0,79	0,92

Приведенные цифры передают лишь наиболее общие соотношения, в них не учитывается минералогическая характеристика того или другого элемента, однако полученные данные позволяют сделать вполне определенные выводы о влиянии диагенеза на концентрацию главных элементов: если в ходе седиментогенеза создается концентрация марганца по сравнению с кларковым содержанием примерно в 170—250 раз, то диагенез увеличивает эту концентрацию еще в 1,36—1,64 раза, т. е. доводит кларк концентрации до 265—390.

По условиям образования марганцевые руды южноукраинских месторождений должны быть отнесены к седиментационно-диагенети-



ческим. Учитывая довольно жесткие требования промышленности к качеству марганцевых руд, необходимо признать, что диагенез играет важную роль в обособлении соединений марганца от сопутствующего песчано-глинистого материала и создании рудной концентрации марганца.

**Эпигенетические процессы.** Эпигенетические процессы, под которыми здесь понимаются химические и физические изменения в рудном пласте после превращения осадка в породу, также оказали влияние на формирование состава марганцевых руд и их современного облика.

В эту стадию получили развитие явления, связанные с движением подземных вод в рудоносной толще, и процессы выветривания. К первым относится перемещение и перекристаллизация карбонатов, главным образом кальцита, выразившееся в одних местах в виде выщелачивания, а в других — цементации участков рудного пласта.

Особо следует рассмотреть вопрос об окислении руд под действием кислорода воздуха в зоне выветривания, поскольку имеются различные мнения о масштабах этого явления в Никопольском бассейне и его роли в происхождении окисных руд.

В отличие от Чиатурского месторождения с его отчетливо развитыми зонами окисления в Никопольском бассейне современная зона окисления карбонатных марганцевых руд выражена незначительно. Объясняется это тем, что руды не выходят на дневную поверхность. Они покрыты толщей более молодых отложений мощностью 6—120 м и залегают ниже уровня подземных вод, т. е. в условиях, не благоприятствующих окислению.

В последние годы карбонатные руды вскрыты несколькими шахтами и обнажены в Марьевском и Александровском карьерах, но за короткий срок (несколько лет) процесс окисления существенно не проявился, хотя признаки окисления манганокальцита появились уже через несколько месяцев после вскрытия.

Следы более древнего окисления карбонатных руд встречены нами на контакте окисных и карбонатных руд в переходной зоне. Обнаружены также отдельные полуокисленные желваки карбонатной руды среди аллювиальных четвертичных отложений рек Днепр и Базавлук.

Размыв надрудной олигоценовой толщи с замещением ее четвертичными аллювиальными отложениями прослеживается на значительной площади развития террас Днепра. Как правило, эрозионный врез достигал рудного пласта или оставил над ним небольшой слой надрудных олигоценовых глин. Однако окислительные процессы в рудах в указанное время не имели широкого развития, что объясняется, по-видимому, защитным действием водного слоя потока и последующим отложением аллювиальной толщи с расположением зеркала подземных вод значительно выше кровли рудного пласта. Карбонатные марганцевые руды на площади распространения террас Днепра очень слабо и не везде затронуты окислением. Так, в скв. 219 на Сулицком участке, где карбонатные руды отделены от аллювиальных песков полуметровым слоем олигоценовой глины, следы окисления отсутствуют.

В тех местах, где руды лежат непосредственно под песчаным аллювием, на поверхности желваков карбонатной марганцевой руды близ кровли пласта местами имеются следы окисления в виде пленки или тонкой корочки черных гидроокислов марганца толщиной около 0,5 мм. В более глубоких слоях пласта окисление не произошло.

Акад. А. Г. Бетехин (1946) указывал, что имеется ряд признаков, по которым окисленные марганцевые руды существенно отличаются от первично-окисных. «... Прежде всего, окисленные карбонатные рудные массы характеризуются рыхлым или пористым состоянием, а местами становятся совсем мягкими. Твердое состояние их может имитиро-

ваться лишь присутствием больших количеств опала, часто тесно парагенетически связанного с карбонатами марганца. Затем химический анализ окисленных марганцевых руд показывает повышенное содержание в них окиси кальция и фосфора, который в процессе окисления, естественно, не исчезает».

Если исходить из этого критерия, то следует отнести преобладающую часть окисных никопольских руд к первично-окисным.

Вместе с тем ряд фактов свидетельствует о том, что процессы окисления имели место в рудном пласте.

Минералогические исследования руд переходной зоны, где верхняя часть пласта сложена окисными рудами, а нижняя карбонатными, позволяют сделать следующие выводы о структурных взаимоотношениях минералов: а) отчетливо проявляется замещение манганокальцита окисными минералами марганца; б) вблизи агрегатов гидроокислов марганца замечается побурение манганокальцита, что связано с окислением железа, присутствующего в карбонате; в) выделение бурых гидроокислов железа несколько опережало процесс окисления марганца; это доказывается образованием более широкой каймы побуревшего манганокальцита вдоль трещин усыхания по сравнению с каймой гидроокислов марганца и внедрением гидроокислов марганца в минералы железа; г) жилки свежего кальцита — более поздние образования по отношению к гидроокислам марганца, так как пересекают их.

Смена окисных руд карбонатными в вертикальном разрезе происходит постепенно. Какие-либо размывы или нарушения внутри слоя смешанных руд не обнаружены.

Таким образом, в области переходной зоны нормальный ход диагенетических преобразований в определенный период времени сменился развитием окислительных процессов. В результате окисления манганокальцит местами по периферии желваков и в трещинах усыхания распался на гидроокислы марганца и кальцит. Время изменения условий пока точно не установлено. Возможно, что окисление связано с уменьшением глубины моря непосредственно после отложения рудного пласта в олигоцене или с осушением территорий в нижнем миоцене. Имеются доказательства окисления манганитовых руд с образованием пиролюзита в четвертичное время.

---

## ГЛАВА XI

### ПРОМЫШЛЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИКОПОЛЬСКИХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕОБОГАЩЕННОЙ РУДЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТОВ В РУДНОМ ПЛАСТЕ

Сложному, изменяющемуся на площади и в вертикальном разрезе, минеральному составу марганцеворудного пласта соответствуют значительные колебания химического состава руд. В табл. 68 приведены результаты химического анализа пластовых проб из скважин на поперечниках, пересекающих Западную рудоносную площадь и Грушевско-Басанский участок с севера на юг, в направлении падения рудного пласта.

Данные о среднем химическом составе окисных и карбонатных руд, залегающих на главных рудных площадях и отдельных участках, приведены в соответствующих разделах III части книги.

О среднем химическом составе рудного пласта можно судить также по данным табл. 71, в которой указано содержание главных химических компонентов марганцевой руды, поступившей в 1959 г. на обогатительные фабрики треста «Никополь-Марганец».

В табл. 69 приведены результаты опробования главных минеральных и текстурных разновидностей руд. Исходные пробы весом по 500 кг были отобраны из отдельных слоев рудного пласта в шахтах и карьерах Западной рудоносной площади.

Совершенно очевидно, что состав каждой из разновидностей руд также не может быть постоянным, так как значительно колеблется соотношение между количеством рудных стяжений и сопутствующей породы.

Спектральные анализы указывают следующее содержание элементов — примесей в рудном пласте (табл. 70).

Ниже указываются некоторые особенности распределения химических компонентов в рудном пласте.

Наиболее полно изучено содержание и распределение главнейших нормируемых компонентов: Mn и P. Карты распределения этих элементов на главных рудных площадях построены с учетом нескольких тысяч анализов проб из разведочных скважин. Количество химических анализов проб с определением  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{NiO}$ ,  $\text{CoO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CO}_2$  исчисляется десятками и первыми сотнями. Распределение их на рудных площадях менее равномерно. Еще малочисленнее спектральные анализы. В связи с этим в период подготовки настоящего издания автором

Содержание важнейших компонентов в рудном пласте

№ скважины	Интервал опробования		Тип руды	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	от	до					
Западная рудо							
77	11	12	Окисная	48,04	0,1	6,83	5,47
200	25,5	27,8 <sup>1</sup>	"	46,95	0,07	2,25	5,99
1209	60,1	62,2	"	43,25	0,07	6,64	6,37
2295	33,4	35,4	"	34,64	0,07	6,5	5,56
3153	38,3	40,15	"	39,02	0,11	5,82	5,22
908-бис	23,35	25,5	"	37,77	0,06	6,96	5,88
901-бис	34,8	35,8	"	27,42	0,07	6,53	5,71
901-бис	35,8	36,8	Карбонатная	25,58	0,08	6,46	8,16
7791			"	40,65	0,08	7,12	5,22
7340	27,7	29,7	"	39,76	—	6,44	5,57
7516	17,65	20,4	"	46,64	—	5,88	6,35
Грушево-Басан							
32	33,3	34,75	Окисная	29,07	0,03	3,07	5,55
126	69,35	71,15	"	49,6	0,05	1,02	2,77
265	81,25	83,05	"	27,71	0,05	7,36	4,59
997	41	41,65	"	26,52	0,04	6,17	5,25
997	41,65	42,4	Смешанная	20,97	0,03	8,42	3,32
997	42,4	43,6	Карбонатная	46,77	0,03	6,61	8,74
1523	76,2	76,45	Окисная	35,45	0,05	10,17	10,09
1523	76,45	79,45	Карбонатная	34,87	0,05	2,4	6,42
1650	104,7	106,9	"	34,11	0,05	8,56	6,34
1721	94	96,3	"	40,85	0,06	5,03	4,77
1802	28,6	30,2	"	45,1	0,06	9,78	7,04

Содержание химических компонентов

Разновидности руд	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MnO <sub>2</sub>	CaO
Псиломелановая крупнокусковая (сплошная) руда, Богдановский карьер	14,4	3,1	2,6	5,9	51,5	6,5
Псиломелановая кусковая руда с глиной, шахта 21 РУ им. Орджоникидзе	39,7	6,15	2,4	4,9	29,8	2,54
Псиломелановая кусково-землистая руда, шахта 15 РУ им. Орджоникидзе	32,8	8,75	2,2	5,2	34,1	2,44
Пиролюзит-псиломелановая конкреционно-кусковая руда с сажисто-глинистой вмещающей породой, Шевченковский карьер	19,4	2,9	2,5	4,13	58,1	1,8
Манганитовая конкреционная руда с глиной, шахта 14 РУ им. Орджоникидзе	28,8	5,26	2,6	13,5	34,5	1,6
Пиролюзитовая конкреционная руда с глиной, Александровский карьер	28,6	5,3	6,1	3,16	43,6	1,5
Манганит-псиломелановая кусково-землистая цементационная руда, шахта 22 РУ им. Орджоникидзе	31,5	4,6	3,2	7,8	37,2	2,18
Манганит-пиролюзит-псиломелановая конкреционно-кусковая руда, сцементированная кальцитом, шахта 9 РУ им. Орджоникидзе	17,3	2,26	2,5	5	31,1	21,9
Манганокальцитовая кусковая руда с глиной, Александровский карьер	38	6,1	2,7	16	2,8	8

(% на сухое вещество)

Таблица 68

MnO	MnO <sub>2</sub>	CaO	MgO	BaO	SO <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	П.л.п.
носная площадь								
0,37	22,79	3,73	1,39	0,18	0,16	0,37	1,78	8,79
0,17	33,55	1,87	1,48	0,19	0,16	0,49	2	4,83
0,47	30,28	1,6	0,97	0,23	0,23	0,48	2,28	7,13
1,94	35,37	3,61	1,95	0,12	0,16	0,63	1,4	8,05
0,51	35,11	3,09	0,71	0,1	0,11	0,69	1,44	8,07
0,35	32,92	3,73	0,8	0,25	0,27	0,34	1,48	9,19
15,68	13,33	6,88	1,68	0,22	0,27	0,63	0,72	20,86
20,79	4	7,95	0,92	0,26	0,32	0,55	0,57	24,36
16,21	1,33	6,72	1,4	0,18	0,23	0,18	0,52	20,02
17,06	1,78	8	0,62	—	0,25	0,51	1,54	18,33
13,54	0,44	6,45	0,82	—	0,51	0,36	1,89	16,41
ский участок								
2,37	48,93	1,32	0,44	0,14	0,13	0,38	1,71	6,86
3,47	37,71	1,26	0,48	0,16	0,13	0,22	1,68	1,45
3,38	43,28	2,81	1,32	0,18	0,14	0,76	1,28	7,14
2,95	34,39	6,91	1,55	0,2	0,16	0,75	1,43	13,68
2,99	43,36	9,03	1,25	0,14	0,13	0,33	1,68	8,45
12,44	9,61	7,25	2,21	0,19	0,15	0,44	1,35	4,21
9,21	10,78	6,12	2,68	0,19	0,16	1,93	1,81	11,36
25,99	11,28	10,17	2,56	0,31	0,22	0,44	1,56	3,74
27,73	3,89	9,04	2,82	0,28	0,2	0,54	1,42	5,02
22,6	8,46	11,56	2,81	0,31	0,29	0,31	1,65	1,3
18,14	—	8,56	2,78	0,24	0,19	0,6	2,18	5,33

в главных разновидностях руд

Таблица 69

MgO	BaO	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	P	S	CO <sub>2</sub>	П.л.п.	Мп.общ.
2,43	0,17	2,54	0,19	0,168	3,8	10,4	37,1
1,64	0,04	2,36	0,118	0,033	1,28	9,5	22,6
1,52	0,09	3,04	0,218	0,045	0,14	8,6	25,5
1,45	0,1	3,03	0,249	0,056	0,18	5,7	39,8
1,38	0,06	1,97	0,203	0,017	0,21	8,4	32,3
1,96	0,24	2,1	0,19	0,019	0,4	6,3	30,1
1,01	0,09	1,79	0,209	0,055	0,4	8	29,6
0,55	0,25	0,84	0,126	0,007	8,13	19,5	23,6
2,68	0,05	1,6	0,19	0,026	16,36	21,34	14,2

Элементы	В окисных рудах	В карбонатных рудах
Ni	0,001—0,006	Следы—0,006
Cr	0—следы	0—следы
Ga	0—следы	0—следы
Cu	0,001—0,006	0,003—0,006
As	0,01—0,03	0,01—0,03
Be	0—следы	—

было выполнено дополнительное опробование с производством расширенных химических и спектральных анализов.

Для выяснения закономерностей распределения элементов применена методика построения графиков содержания компонентов по линиям падения рудного пласта. Направление опорных профилей выбиралось так, чтобы каждый из них пересекал зоны окисных и карбонатных руд.

Анализируются дубликаты пластовых проб сырой руды из скважин по четырем профилям на Западной рудоносной площади и двум профилям на Грушевско-Басанском участке. Для построения графика по Марьевскому участку были получены пробы, характеризующие средний состав добытой руды в отдельных шахтах за два месяца.

Не менее интересно знать, как распределяются абсолютные количества того или иного элемента по профилю, в какой зоне сосредоточено максимальное количество данного элемента. Для получения таких кривых распределения следовало бы, кроме содержания элемента в данной пробе, учесть мощность пласта и объемный вес руды. Поскольку объемный вес определялся только в некоторых пробах, было решено пользоваться условными величинами «количества», выражаемыми произведением содержания элемента на мощность пласта в метрах в месте взятия пробы.

Некоторые из построенных графиков приведены на рис. 86, 87, 88, 89.

**Марганец.** Содержание марганца в пластовых пробах сырой окисной руды 9—47% (в среднем 23—26%); в карбонатной 8—34% (в среднем 15—17%). Переходная зона смешанных руд характеризуется содержанием марганца 11—35%.

Изменения содержания марганца в пласте на рудных площадях тесно связаны с характером распределения типов и разновидностей руд. Относительное количество марганца зависит главным образом от соотношения рудной и нерудной (песчано-глинистой) частей руды. Обратная зависимость между содержанием марганца и кремнезема хорошо видна на графиках.

Рудные карбонаты беднее марганцем, чем окислы и гидроокислы. Пиролозит и манганит содержат больше марганца, чем минералы типа псиломелана—вернадита. В зоне карбонатных руд содержание марганца несколько понижается в местах максимальной концентрации кальция в манганокальците.

Отчетливо выражены следующие изменения состава руд по линии падения пласта: начиная от контура рудной залежи, содержание марганца возрастает и на расстоянии 1—2 км от контура обычно достигает максимума порядка 30%, реже — до 45% (Грушевско-Басанский участок). Далее в направлении зоны карбонатных руд и в этой зоне до контура залежи происходит постепенное более или менее равномер-

ное уменьшение содержания марганца. Аналогичный характер имеет и распределение «количества марганца».

На фоне этой общей закономерности наблюдаются многочисленные местные отклонения, объясняемые особенностями конфигурации дна водоема, в котором накопились соединения марганца, действием течений, волн и другими факторами.

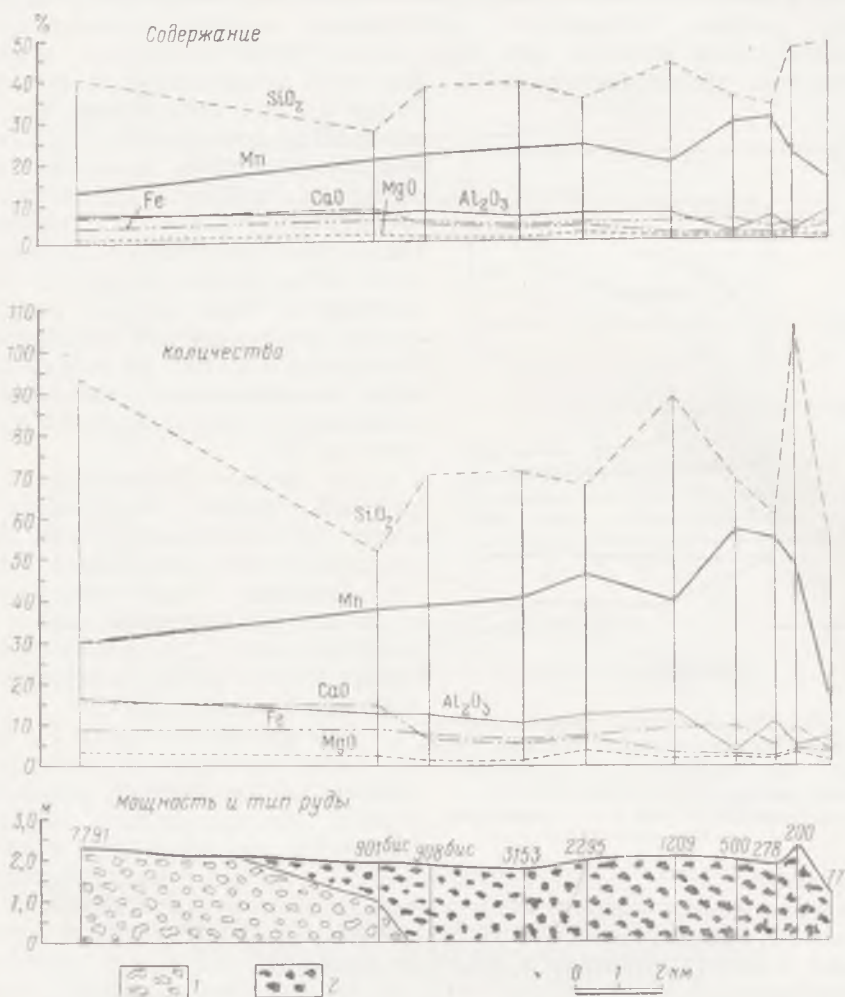


Рис. 86. Распределение главных химических компонентов в рудном пласте по линии скважин 77—7791 на Западной рудоносной площади. Количество компонента — произведение его содержания на мощность пласта в метрах  
Марганцевая руда: 1 — карбонатная; 2 — окисная

Марганец присутствует в рудах в двух- и четырехвалентной формах, отражаемых в таблицах химических анализов в виде закиси и двуокиси. В окисных рудах преобладает двуокись марганца, количество которой в среднем 33%. Содержание закиси марганца около 4% объясняется наличием манганита и минералов группы псиломелана — вернадита. Чистые карбонатные руды содержат весь марганец в двухвалентной форме. Небольшое количество двуокиси марганца, в среднем около 4%, в карбонатных рудах связано с примесью окисных минералов марганца, главным образом манганитовых пизолитов.

**Железо.** В небольшом количестве постоянно сопутствует марганцу в рудах. Содержание Fe в сырой окисной руде 0,35—6,58% (в среднем 2,6%); в карбонатной руде — 1,15—5,25% (в среднем 3,92%).

Этот элемент примерно в одинаковом количестве входит в состав рудных агрегатов и вмещающей породы. Кларк концентрации железа в рудном пласте отрицательный. Таким образом, обстановка формирования рудного пласта не благоприятствовала концентрации железа.

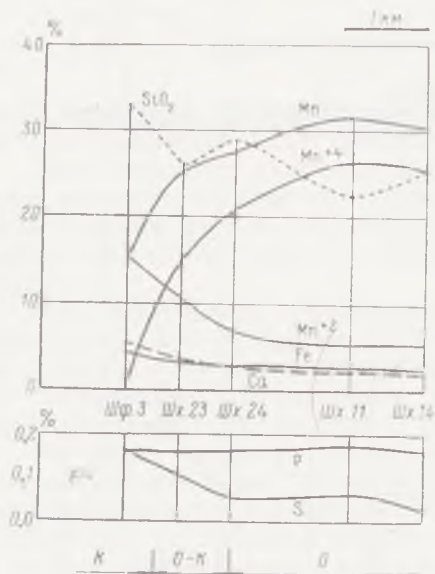
На графике Марьевского поперечника кривая содержания Fe пересекает зону окисных руд параллельно нулю графиков, отмечая постоянное содержание около 2%. Далее по направлению к зоне карбонатных руд содержание Fe увеличивается примерно до 5%. Такая же закономерность проявляется на одном из Грушевско-Басанских поперечников. На другом Грушевско-Басанском поперечнике содержание Fe 2—4%, причем пробы с более высоким и более низким содержаниями этого элемента закономерно чередуются. Все же можно отметить, что скважины с минимальным содержанием располагаются в зоне окисных руд.

На Больше-Токмакском поперечнике график содержания Fe имеет противоположный вид. Здесь максимальное содержание около 7% отмечено в зоне окисных руд; к началу карбонатной зоны идет снижение до 3%, и примерно такое содержание остается на протяжении всей карбонатной зоны.

Кривая «количества» Fe обычно имеет максимум в переходной зоне и по характеру аналогична кривой распределения марганца. Точно так же ведет себя и кривая

«количества»  $Fe^{+3}$ . Двухвалентное железо в окисных рудах присутствует в незначительном количестве, а в карбонатных рудах составляет примерно 1/3 содержания Fe. В окисных рудах рассматриваемый элемент входит в состав лимонита и железосодержащих глинистых минералов. В карбонатных рудах, кроме того, распространены сульфиды железа: пирит, марказит, мельниквит. Некоторое количество  $Fe^{+2}$  заключено в манганокальците.

Рис. 87. Распределение компонентов в рудном пласте по линии шахта 14—шурф 3 на Марьевском участке (средние пробы по шахтным полям)  
к — зона карбонатных руд; о—к — переходная зона; о — зона окисных руд



**Кальций.** На всех опорных поперечниках ход изменения содержания кальция в рудном пласте по линии его падения одинаков. Окисные руды содержат обычно 2—3% Ca. Содержание элемента заметно возрастает в зоне смешанных руд (до 3,5—7%) и наиболее высоким бывает в зоне карбонатных руд (5—10%), где по падению пласта оно сначала продолжает расти, а далее остается более или менее постоянным или слегка снижается.

Кривая распределения «количества» кальция имеет форму пологой арки: «количество» кальция увеличивается в 3—5 раз от окисных руд к центральной части карбонатной зоны, а затем постепенно уменьшается примерно в 2 раза к границе выклинивания руд.

На втором поперечнике Грушевско-Басанского участка отмечено повышенное содержание Ca (9,18%) в окисной руде из скв. 701. Проверка показала, что и в некоторых других скважинах этой части



зоны окисных руд имеется несколько повышенное содержание Ca. Пробы с высоким содержанием этого элемента относятся к верхней и нижней приконтактным пачкам руды, а средняя часть пласта имеет нормальное содержание Ca. В руде из скв. 701 много мелких включений светло-серого рыхлого землистого известково-глинистого вещества.

Кальций в окисных рудах заключен главным образом в виде кальцита, рассеянного в рудных агрегатах и вмещающей породе. Концент-

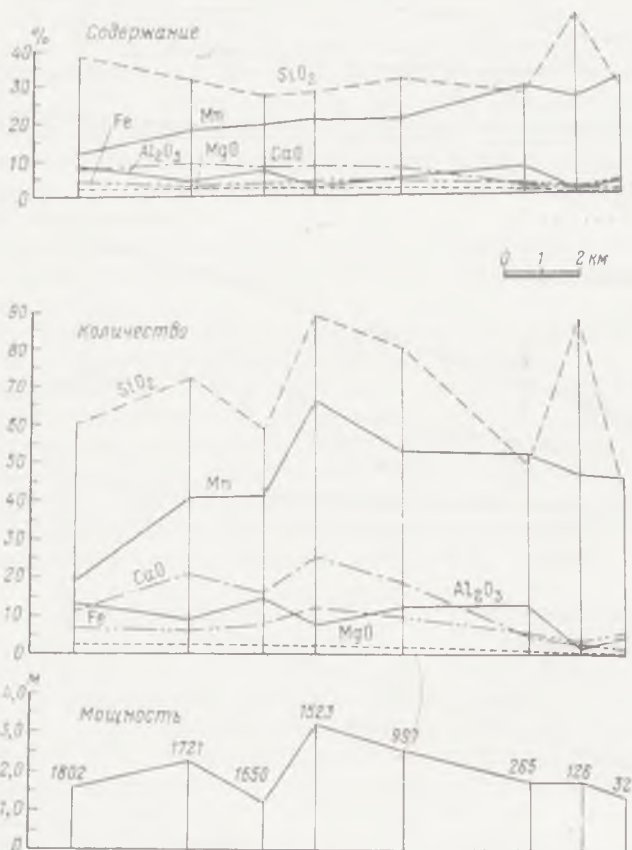


Рис. 88. Распределение компонентов в рудном пласте по линии скважин 32—1802 на Грушево-Басанском участке. Количество компонента — произведение его содержания на мощность пласта в метрах

рация этого элемента проявляется в виде линз руды, сцементированной кальцитом.

В зоне карбонатных руд кальций входит изоморфно с марганцем в состав манганокальцита, кальциевого родохрозита и марганцевого кальцита.

Некоторая часть кальция обязана присутствию органических остатков и примеси терригенных минералов.

**Магний.** Относится, пожалуй, к наиболее равномерно распределенным элементам рудного пласта. В марганцевой руде он не образует значительных концентраций. Содержание окиси магния очень постепенно возрастает от 0,5—2% в зоне окисных руд до 2—3% в зоне карбонатных руд. Существенно не изменяется содержание Mg и по вертикали от почвы к кровле рудного пласта.

Магний входит преимущественно в состав глинистых минералов и терригенных компонентов рудного пласта, поэтому количество его уменьшается от низших сортов концентрата к высшим.

**Алюминий.** Поскольку в рудных агрегатах (кусках и конкрециях) окисных и карбонатных содержание окиси алюминия обычно 1—3%, а в сырой руде — в среднем 5,8%, можно сказать, что алюминий

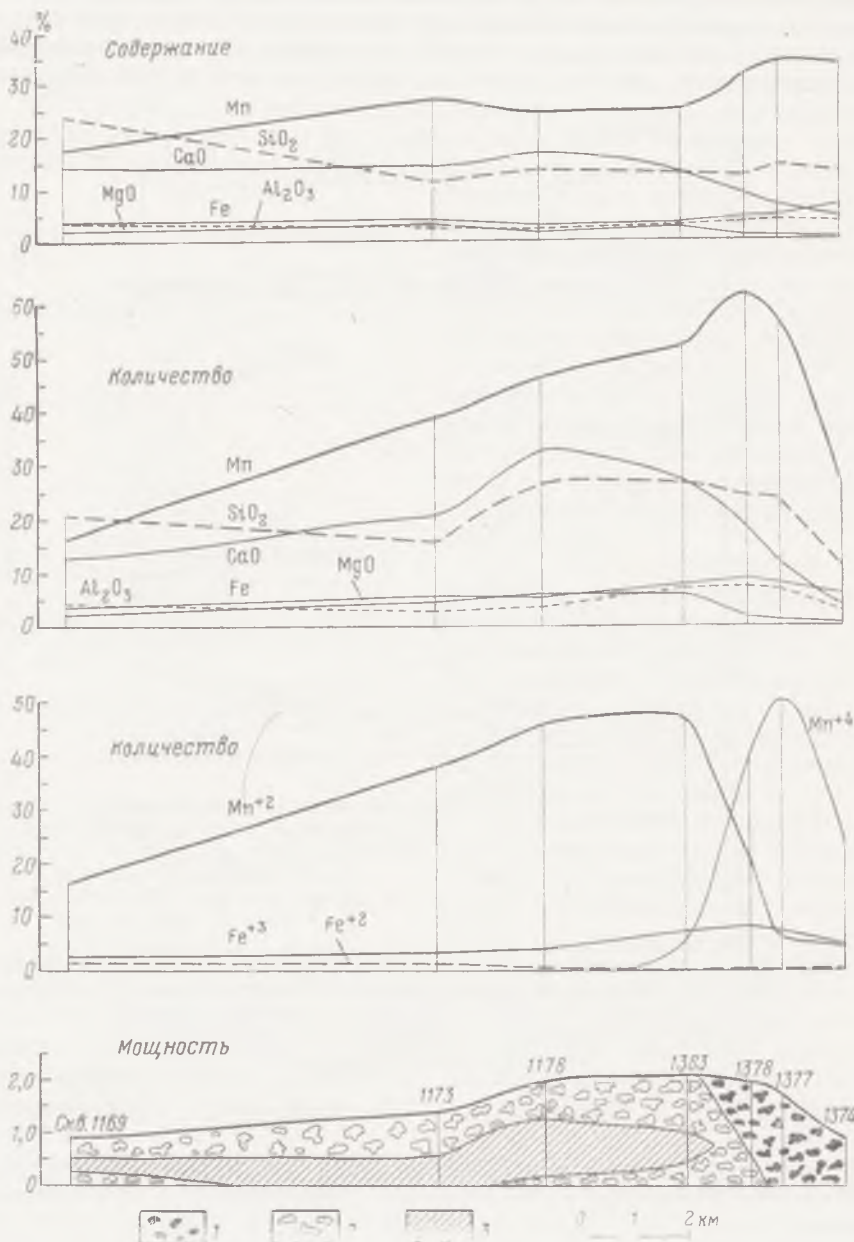


Рис. 89. Распределение компонентов в сырой руде по пласту по линии скв. 1374—1169 на Больше-Токмакском месторождении. Количество компонента — произведение его содержания на мощность пласта в метрах  
 Руда: 1 — окисная; 2 — карбонатная кусковая; 3 — карбонатная сплошная

в большом количестве входит в состав вмещающей породы, в ее глинистую часть, а не в рудные агрегаты. В последних он также присутствует в виде мелких рассеянных глинистых частиц.

Окисные и карбонатные руды содержат более или менее одинаковые количества окиси алюминия, однако в зоне карбонатных руд отмечаются менее значительные колебания величины этого показателя,

чем в зоне окисных руд. Близ северного контура месторождений содержание окиси алюминия в пласте значительно варьирует, что, по-видимому, связано с чередованием глинистой и песчаной вмещающей породы.

**Сера.** Содержание S в исследованных пробах сырой окисной руды по пласту из скважин Западно-Никопольского и Грушевско-Басанского участков 0,044—0,308%, в среднем 0,083%. В сырой карбонатной руде этот элемент содержится в количестве 0,052—0,2%, в среднем 0,094%. В составной пробе, отвечавшей 300 т карбонатной руды из шурфа № 3 на Марьевском участке, было определено 0,16% S.

По направлению падения пласта содержание S возрастает от зоны окисных руд к карбонатным рудам, что хорошо прослеживается по данным для Грушевского и Марьевского участков. На Западно-Никопольской рудоносной площади также наблюдается эта общая закономерность, однако отдельные пробы в зоне окисных руд имеют повышенное содержание S.

Носителями серы в окисных рудах служат барит и минералы из группы ярозита—алунита. В карбонатных рудах известны барит и сульфиды железа.

**Фосфор.** Закономерности распределения этого элемента, являющегося вредной примесью, рассматриваются в главе XI.

**Никель и кобальт.** На возможность концентрации никеля в марганцевых рудах указывали Ф. Я. Аносов и И. И. Гинзбург в 1937 г., ссылаясь на факты накопления никеля в океанических марганцевых конкрециях. Позже И. И. Гинзбург (1939) сообщил, что ряд анализов марганцевых руд Никопольского месторождения, взятых из разных точек, или вовсе не обнаружил никеля и кобальта, или дал для никеля весьма низкое содержание, и только один анализ указал на присутствие кобальта.

Опробование в период 1945—1960 гг. в основном привело к аналогичным результатам. 62 спектральных анализа окисных и карбонатных руд Западной рудоносной площади и Грушевско-Басанского участка указывают на содержание никеля порядка 0,001—0,006%. Кобальт спектральными анализами не обнаружен, т. е. не присутствует в количестве более 0,005%. Такое содержание выходит за пределы точности обычного колориметрического определения никеля, выполняемого при общем химическом анализе руд. Из числа 40 проб сырой окисной и карбонатной руды, исследованных на содержание Ni и Co в химической лаборатории НИИ геологии Днепропетровского университета, в 30 пробах определены следы никеля и в 10 пробах этот элемент не обнаружен. Кобальт в рудах не найден.

В отдельных образцах рудных агрегатов из окисной и карбонатной руды и в рудных минералах из Никопольского месторождения той же и другими лабораториями отмечено содержание Ni порядка нескольких сотых и даже 0,23%. Среднее содержание никеля в 23 таких образцах оказалось равным 0,1%, что точно отвечает содержанию никеля в мытой руде Чиатурского месторождения. Среднее содержание Ni в рудах Чиатурского месторождения, по А. В. Гавашелл (1959), равно 0,057%, Co—0,005%. В обогащенной посредством промывки чиатурской руде в среднем содержится Ni 0,1%, Co 0,01%.

Таким образом, судя по имеющимся ограниченными данным, никопольские руды по содержанию Ni и Co несколько беднее чиатурских.

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОВАРНЫХ РУД И ИХ ПРОМЫШЛЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Марганцевые руды потребляются металлургической, химической, электротехнической, керамической, лакокрасочной и другими отраслями промышленности.

Никопольские товарные руды представляют собой концентраты, получаемые в результате обогащения. Применение в промышленности «сырых руд» без обогащения нерационально, так как содержание Mn в них обычно не превышает 30%.

Предварительная промышленная оценка руд в недрах, по данным разведочного бурения, производится на основе кондиций, установленных техническим управлением б. Министерства черной металлургии СССР.

Окисные руды считаются кондиционными, если содержание Mn в необогащенной руде не ниже 17%, выход мытой руды не менее 25% и минимальное содержание Mn в мытой руде 25%. Кондиционные карбонатные руды должны иметь не менее 13% Mn при условии содержания в мытой руде 22% Mn и не более 20% SiO<sub>2</sub>. Окисно-карбонатные руды считаются кондиционными, если они отвечают условиям для окисных руд.

Главный потребитель никопольских руд — металлургическая промышленность — использует товарные руды с содержанием Mn 25—56%.

Требования металлургической промышленности к марганцевым рудам разработаны с учетом следующих технологических и экономических соображений (Бетехтин, 1946).

1. Марганец при плавке восстанавливается не полностью. Потери марганца складываются из потерь в шлаках за счет улетучивания окислов марганца в отходящих газах при высоких температурах, выпливания порошковой и мелкозернистой рудной мелочи при сильном дутье.

2. Содержание в руде SiO<sub>2</sub> ограничивается определенными пределами, так как плавка богатых кремнеземом руд сопряжена с получением большого количества шлаков, с большой потерей марганца в них.

3. Для выплавки высокосортных марок ферромарганца содержание Fe в рудах должно быть минимальным, так как вследствие полного восстановления при плавке содержание его в сплавах увеличивается в 2—4 раза по сравнению с исходным содержанием в руде. Отношение марганца к железу в богатых рудах должно быть не ниже 7 (в крайних случаях 6).

4. Очень строгие требования к марганцевым рудам при выплавке стандартных марок ферромарганца предъявляются в отношении содержания в них фосфора как вредной примеси. Фосфор, так же как и железо, при выплавке руд переходит в ферросплавы в количестве 75—95% от исходного содержания в руде. Поэтому для получения специальных марок стали содержание P в ферросплавах, а следовательно, и исходной руде лимитируется. Содержание P в рудах принято учитывать в процентах на 1% Mn.

5. Богатые карбонатами кальция и магния марганцевые руды являются весьма ценным сырьем для металлургии, даже при невысоком содержании в них марганца они в качестве флюсов для мартеновских печей могут в значительной мере заменять ферромарганец. В смеси с железными рудами из них может выплавляться в доменных печах шпигель, а из обогащенных кремнеземом разностей — силикошпигель.

6. Содержание в рудах серы как вредной примеси не имеет существенного значения, так как при плавке последняя легко переходит в шлак в виде MnS и CaS.

Таким образом, необходимыми условиями для металлургических марганцевых руд или концентратов, получаемых из них, являются, в первую очередь, достаточно высокое содержание Mn, бедность их кремнеземом и желательнее более высокое содержание щелочноземельных компонентов. Содержание P должно быть минимальным.

Для товарных руд установлена классификация на сорта в соответствии с назначением (табл. 71).

Таблица 71

Технические условия на марганцевые руды треста «Никополь-Марганец»

Тип руды	Сорт	Содержание, %			
		Mn	P	Влага	П.п.п.
Окисная	„Пиролоюзит“	52 и выше	—	10	—
	А	47 и выше	Не более 0,2	14	—
	І	43—47	—	16	—
	ІІ	34—43	—	19	—
Карбонатная	ІІІ	25—34	—	22	—
	І	23—28	Не более 0,22	14	22
	ІІ	18—23	—	22	20

Кондиции на окисные руды утверждены техническим управлением б. Министерства черной металлургии СССР 17 октября 1940 г.; кондиции на карбонатные руды утверждены в 1960 г.

Характеристика состава продукции обогатительных фабрик за 1960 г. приведена в табл. 74.

Окисные концентраты сортов «Пиролоюзит», А, І и карбонатный концентрат І сорта используются при выплавке ферромарганца, зеркальных чугунов и силикомарганца. Те же сорта, за исключением карбонатного концентрата, потребляются химической промышленностью и в производстве электродов. Концентраты ІІ и ІІІ сортов применяются при выплавке передельного и литейного чугуна в доменных печах и силикомарганца в электропечах.

Заслуживает широкого распространения опыт использования отходов обогащения (шламов), содержащих 10—20% Mn, в сельскохозяйственной практике. При возделывании кукурузы и других культур внесение марганца в почву в виде шлама в ряде случаев привело к значительному повышению урожайности.

В области рационализации промышленного использования никопольских марганцевых руд предстоит решить следующие важнейшие задачи: а) общее повышение эффективности обогащения; б) расширение марганцеворудной базы ферросплавной промышленности юга за счет использования бедных окисных и карбонатных руд; в) увеличение выхода малофосфористых руд, пригодных для выплавки ферромарганца; г) изыскание способов выделения пиролоюзитовых руд для химической и электротехнической промышленности. Эти проблемы рассматриваются ниже.

### ОБОГАЩЕНИЕ МАРГАНЦЕВЫХ РУД

**Характеристика исходной марганцевой руды как продукта питания обогатительных фабрик.** Окисные, окисно-карбонатные и карбонатные руды Никопольского бассейна при обогащении дают различные количественные и качественные показатели. Руды каждого из этих типов добываются отдельно и обогащаются по различным технологическим схемам.

Выше было показано, что данный тип руд весьма значительно варьирует по минеральному составу и текстурам. В рудном пласте марганцевые минералы в виде конкреций, пизолитов, ячеистых угловатых стяжений, мелких землистых частиц и линзовидных сплошных

прослоев включены в песчано-глинистую вмещающую породу. От слоя к слою меняется состав рудных стяжений вмещающей породы и текстура рудных агрегатов. Между рудоносными слоями встречаются песчаные и глинистые прослои мощностью до 0,5 м, лишенные руды.

При добыче руды совместно вынимается весь материал от почвы пласта до его кровли, включая и нерудные пропластки, если их мощность не превышает 0,3 м. В руду частично попадают также породы кровли и подошвы рудного пласта. В связи с этим на обогатительные фабрики поступает руда с большим количеством пустой породы, что подтверждается значительным содержанием кремнезема и глинозема (табл. 72).

Таблица 72

Химический состав марганцевой руды, поступившей на обогатительные фабрики в 1959 г.

РУ	Тип руды	Содержание, %								
		Mn	P	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	FeO	H <sub>2</sub> O	П.п.п.
Им. 40 лет Ок- тября То же	Окисная	29,95	0,206	28,08	4,83	2,95	1,58	2,69	22,4	8,5
	Окисно-карбонат- ная	21,58	0,146	30,76	3,07	4,1	1,61	2,66	26,1	8,3
Им. Максимова	Окисная	24,33	0,121	43,12	3,72	1,65	1,28	1,84	20	8,2
Им. Орджони- кидзе	"	27,4	0,198	32,1	5,2	3,65	2,18	2,5	22,6	—

По составу нерудных минералов марганцевые руды можно разделить на преимущественно глинистые и преимущественно песчаные. Глины относятся к гидрослюдистым. Они имеют повышенное содержание щелочей и SiO<sub>2</sub> и низкое содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Числа пластичности глин 18—54, содержание глинистого материала крупностью меньше 0,005 мм равно 18—55%. По числам пластичности все глины относятся к труднопромываемым.

Глинистые и песчаные руды различно ведут себя при дроблении, промывке, отсадке, дешламации, магнитной сепарации и других операциях обогащения.

Среди окисных руд на фабрику поступают одновременно кусковые, оолитовые, конкреционные, земляные и сцементированные кальцитом (присуховидные). Главнейшие рудообразующие минералы этих руд редко образуют мономинеральные скопления. Чаще они присутствуют в скрытокристаллических и тонкозернистых агрегатах в тесной смеси.

Добываются одновременно псиломелановые, пиролюзит-псиломелановые, манганит-пиролюзит-псиломелановые и другие руды. На каждую центральную обогатительную фабрику одновременно поступает руда с нескольких шахт и карьеров.

В связи с отмеченным разнообразием руд обогатительные фабрики Никопольского месторождения должны иметь развитые технологические схемы, рассчитанные на возможность обогащения руд разными методами.

Руды различного минерального состава, а также одинакового состава, но с различной технологической характеристикой, необходимо обогащать на отдельных секциях. Если на одну секцию поступают руды одинакового минерального состава, но с различной характеристикой, то для получения устойчивых технологических показателей их необходимо усреднять перед обогащением.

**Обогащение окисных марганцевых руд.** Марганцевые руды Никопольского месторождения подвергаются обогащению с первых дней его разработки.

Обогащение руды в дореволюционный период осуществлялось на открытых площадках и в примитивных зданиях. Аппараты приводились в движение конной тягой и посредством трансмиссий от одного движка. В связи с применением простейших схем обогащения извлечение марганца в концентрат было низким: 30—60%. В период гражданской войны фабрики были разрушены.

В 1925 г. пускаются в эксплуатацию одна секция фабрики РУ им. Коминтерна (б. Трубочанинова) и две секции старой фабрики (б. Гумбольтовской мойки) рудника им. Максимова.

В годы первых пятилеток в бассейне строятся следующие предприятия: а) в 1928 г. новая Максимовская фабрика с производительностью двух секций 120—150 т/ч по сырой руде; б) в 1929 г. новая двухсекционная фабрика на руднике им. Коминтерна производительностью каждой секции по 50 т/ч. В 1931 г. на фабрике строится третья секция производительностью 100 т/ч; в) в 1928—1931 гг. две фабрики при шахтах 1 и 21 Марьевского рудника с общей производительностью до 50 т/ч; г) в 1929 г. Марьевская фабрика с производительностью двух секций по сырой руде первоначально на 100 т/ч, позднее на 200 т/ч; д) в 1935 г. фабрика рудника им. Орджоникидзе производительностью 75 т/ч по сырой руде.

В этот период внедряются новые промывочные машины конструкции инженера Тимошенко и типа Эксельзиор, грохоты типа Феррариса, отсадочные машины поршневого типа и ряд других аппаратов.

Технологические схемы обогатительных фабрик до Отечественной войны были одинаковые, за небольшим исключением, и включали следующие операции:

- 1) предварительное грохочение сырой руды на колосниковых грохотах с отверстиями 80—90 мм;
- 2) дробление верхнего продукта в зубчатых дробильных валках до крупности 80—90 мм;
- 3) промывку всей руды в аппаратах Тимошенко или Эксельзиор;
- 4) грохочение мытой руды в цилиндрических и конических барабанах для разделения на сорта по крупности;
- 5) ручную выборку породы из класса крупнее 20 мм;
- 6) отсадку в машинах Гарца на некоторых секциях фабрик на рудниках им. Максимова, 40 лет Октября и Коминтерна.

Показатели обогащения за 1940 г. по отдельным фабрикам приведены в табл. 73.

В годы оккупации Украины обогатительные фабрики бассейна были разрушены.

После Отечественной войны различными институтами страны выполнен ряд исследовательских работ: по магнитному обогащению слабомагнитных марганцевых руд, отсадке мелких классов, флотационному обогащению, дефосфоризации руд, обезвоживанию концентратов, агломерации мелких марганцевых концентратов, а также испытание по уменьшению истирания марганцевых руд при промывке, исследование башенного способа промывки по дообогащению концентратов II и III сортов, промышленное испытание обогатимости руды в тяжелых суспензиях, флотацией и ряд других работ.

Опыт эксплуатации фабрик и результаты перечисленных выше работ послужили основой для проектирования новых фабрик в послевоенный период. В сентябре 1944 г. были восстановлены временная фабрика РУ им. 40 лет Октября и фабрика № 2 РУ им. Орджоникидзе. В 1946 г. восстановлена фабрика № 1 РУ им. Орджоникидзе и вновь построена ЦОФ\* РУ им. Максимова. В 1949 г. построена ЦОФ РУ им. 40 лет Октября. В 1959 г. построена Богдановская, а в 1961 г.

\* ЦОФ — центральная обогатительная фабрика.

Показатели обогащения по фабрикам Никопольского месторождения за 1940 г., %

Наименование фабрик	Содержание Мп в исходной руде	Пиrolюзит		Сорт I		Сорт II		Сорт III		Сорт IV		Суммарный концентрат		
		выход	Мп	выход	Мп	выход	Мп	выход	Мп	выход	Мп	выход	Мп	Извлечение
Им. Коминтерна*	29,14	—	—	18,31	47,4	8,75	43,5	18,8	32,64	—	—	45,86	40,6	65,3
Им. 40 лет Октября	33,46	—	—	40,48	48,63	1,85	35,39	6,27	33,58	—	—	48,6	46,17	66,9
Им. Максимова	23,65	—	—	0,04	51,62	5,71	36,54	36,98	34,1	0,62	28,11	43,35	34,36	62,9
Покровская**	31,18	—	—	9,21	44,58	26,77	40,8	18,33	35,47	—	—	54,31	39,69	69
Им. Орджоникидзе	25,56	1,22	53,46	16,12	47,37	17,65	41,94	3,97	38,66	—	—	38,96	44,21	67,3

\* Показатели обогащения приведены за 1939 г.

\*\* Старая фабрика.

Показатели работы обогатительных фабрик за 1960 г., %

Наименование фабрики и тип руды	Содержание Мп в исходной руде	Сорт А		Сорт I		Сорт II		Сорт III		Суммарный концентрат			Хвосты и шламы		
		выход	Мп	выход	Мп	выход	Мп	выход	Мп	выход	Мп	извлечение	выход	Мп	извлечение
ЦОФ РУ им. 40 лет Октября															
Окисная руда	29,47	8,7	50	31,1	45,3	6,7	36,2	10,8	27,1	57,3	41,5	80,7	44,3	11,9	19,1
Окисно-карбонатная руда	22,61	—	—	10,5	45,3	—	—	40,5	29,3*	51	32,6	73,6	—	—	—
РУ им. Максимова	24,3	3,2	48,6	6,7	45,6	24,2	36	9,4	29	43,5	36,9	66,1	56,5	13,71	31,9
РОФ РУ им. Орджоникидзе	25,84	0,6**	55,9	16,6	45,6	23	37,8	9,1	27,9	49,3	38,8	74	50,7	11,9	23,4
БОФ РУ им. Орджоникидзе	28,1	—	—	18,2	44,5	33,2	37,8	2,8	31,8	54,2	39,6	76,3	45,8	14,5	23,7

\* Карбонатный концентрат.

\*\* «Пиrolюзит».



Грушевская обогатительные фабрики и в 1962 г. агломерационная фабрика РУ имени Орджоникидзе.

По плану развития бассейна на семилетку намечено строительство Грушевской агломерационной фабрики, Запорожской обогатительно-агломерационной фабрики и Покровской обогатительной фабрики.

Технологические схемы фабрик на I/I 1960 г. приведены на рис. 90, 91 и 92.

Окисная руда обогащается на старой и Богдановской фабриках РУ им. Орджоникидзе, на фабрике РУ им. Максимова, на Грушевской фабрике и на одной секции ЦОФ РУ им. 40 лет Октября. На другой секции ЦОФ с 1957 г. обогащается смешанная руда. Запорожская фабрика предназначается для обогащения окисной руды, Покровская — карбонатной.

Основными методами обогащения окисной руды на Максимовской фабрике, старой фабрике РУ им. Орджоникидзе и ЦОФ РУ им. 40 лет Октября являются промывка, отсадка и магнитная сепарация. В дополнение к перечисленным методам на Богдановской и Грушевской фабриках применяется флотация шламов.

На Богдановской и Грушевской фабриках предусматривается агломерация мелких фракций концентратов.

Показатели работы обогатительных фабрик за 1960 г. приведены в табл. 74. Развернутые анализы концентратов даны в табл. 75.

Сравнивая показатели работы фабрик за 1940 и 1960 гг., следует отметить, что содержание Мп в сырье, поступающем на фабрику РУ им. 40 лет Октября, снизилось на 4%. В связи с этим ухудшились показатели обогащения. Технологическая схема этой фабрики в 1960 г. отличалась от схемы 1940 г. применением для обогащения мытой руды более широкого фронта отсадки, улавливанием мелких фракций из сливов промывочных машин и обогащением их частично на магнитных сепараторах и быстроходных отсадочных машинах. Необогащенная часть пескового продукта идет в виде готового III сорта. В 1961 г. осуществлена реконструкция с целью дообогащения концентратов II и III сортов. Старая и Богдановская фабрики РУ им. Орджоникидзе в 1960 г. работали на шихте руд Александровского и Богдановского участков, которые в 1940 г. обогащались раздельно. Технологические схемы этих фабрик отличались от схем Покровской и Орджоникидзевской фабрик наличием отсадки и улавливания мелких фракций из сливов промывочных машин. Богдановская фабрика находилась в стадии послепусковой регулировки и внедрения контрольной отсадки мытой руды крупнее 3 мм, магнитной сепарации для мытой руды классов мельче 3 мм и пескового продукта, уловленного из шламов, а также отсадки магнитного концентрата.

Максимовская фабрика в 1960 г. работала по более развитой схеме, чем в 1940 г. В 1960 г. схема пополнилась отсадкой для всей мытой руды крупнее 3 мм, магнитной сепарацией для мытой руды классов мельче 3 мм и пескового продукта, уловленного из шламов. Применение отсадки и магнитной сепарации позволило получить из бедной песчанистой руды сорта А, I и II, тогда как ранее фабрика выпускала в основном руду III сорта.

Исследования концентратов II и III сортов, выполненные РИС треста «Никополь-Марганец» и в институте «Механобрчермет», показали, что они загрязнены глиной, кварцем, карбонатами, кусками кристаллических пород и другими пустыми породами в виде свободных зерен и сростков с марганцевыми минералами. Наряду с пустыми породами во II сорте содержится 15—40%, а в III—3—20% свободных марганцевых зерен и кусков, выдерживающих кондиции I сорта. После полного извлечения богатых марганцевых минералов в I сорт оставшаяся часть II сорта переходит в III сорт.



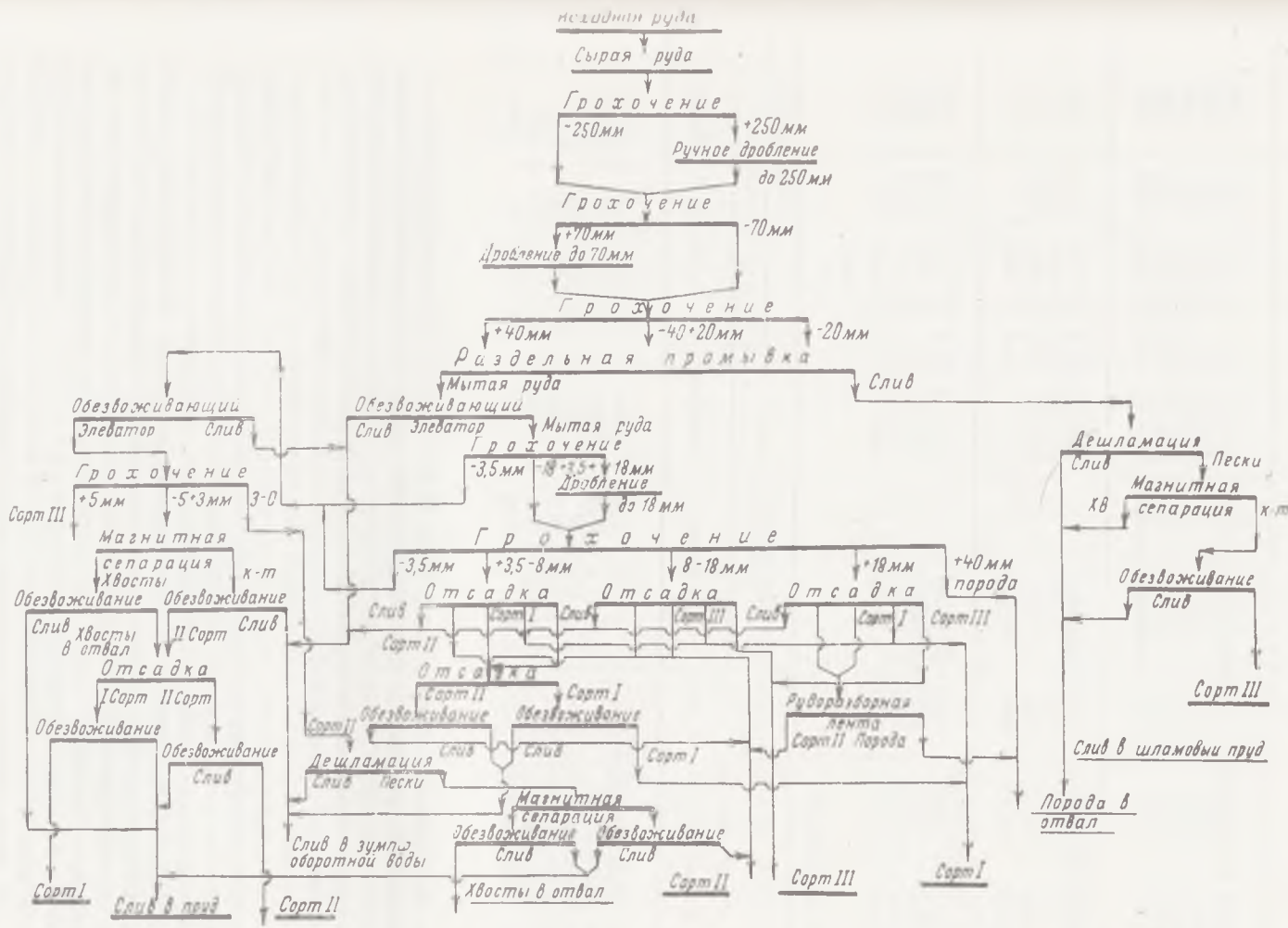


Рис. 91. Технологическая схема обогащения марганцевой руды на обогатительной фабрике РУ им. Максимова

Химический состав марганцевых концентратов, выданных трестом

РУ	Сорт концентрации	Содержа				
		Mn	MnO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>
Им. 40 лет Октября	Окисный А	50,3	54	8,6	1,4	0,09
	• I	44,7	45	11,1	1,5	0,08
	• II	35,6	39,8	20,9	2,5	0,12
	• III	26,4	29,6	32,9	3,2	0,16
Им. Максимова	Окисно-карбонатный	31,4	19,6	16,4	2,9	0,16
	Окисный А	48,4	69,3	13,9	1,6	0,09
	• I	47,1	63,6	16,5	1,8	0,1
	• II	36,6	48,5	28,4	2,2	0,11
Им. Орджоникидзе	• III	27	33,2	40,2	2,1	0,1
	Пирролюзит	55,4	60,3	5	0,9	0,04
	Окисный I	45,1	57	11,4	1,8	0,12
	• II	38	51,1	18	1,9	0,13
	• III	29,8	40,5	31,9	3	0,2

РУ	Материал, поступающий на дообогащение		Показатели после			
			Сорт I		Сорт II	
	Сорт	Mn, %	выход, %	Mn, %	выход, %	Mn, %
Им. 40 лет Октября	II	35,4	34,5	50,9	35,2	36,3
Им. Максимова	II	36,9	38,6	45,6	51,7	36,3
Им. Орджоникидзе	II	37	27,7	46,9	48,4	41,7
Им. 40 лет Октября	III	26,2	18,5	44,3	54,1	30
Им. Максимова	III	27,1	3,7	47,1	67,9	35
Им. Орджоникидзе	III	28,6	—	—	73	36,2

В целях перевода III сорта во II и I сорта требуется более полное раскрытие сростков и удаление пустых пород. В зависимости от крупности сростков марганцевых минералов с пустыми породами удаление последних возможно магнитной сепарацией и флотацией, а также путем совместного применения магнитной сепарации и флотации.

В результате дообогащения концентратов II и III сортов по магнитно-гравитационной схеме, включающей отсадку (на тех фабриках, где нет контрольной отсадки), дробление до 3(2) мм хвостов отсадки, магнитную сепарацию в два приема и отсадку магнитного концентрата, получены показатели, представленные в табл. 76.

При флотационном обогащении концентратов III сорта из руд РУ им. 40 лет Октября из исходного материала с содержанием Mn 27,9% на опытно-промышленной установке институтом «Механобрчермет» и трестом «Никополь-Марганец» были получены следующие показатели: выход окисно-карбонатного концентрата — 9,1%, окисного — 44,3%; содержание Mn соответственно 32,5% и 44,7%.

В целях повышения выхода высших сортов на ЦОФ РУ им. 40 лет Октября и Богдановской фабрике производится реконструкция для дообогащения концентратов II и III сортов по магнитно-гравитационной и флотационной схемам.

## «Никополь-Марганец» в 1960 г.

нис, %								
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	BaO	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Co	Ni
1,7	2	1,2	0,3	0,9	0,478	0,08	0,0035	0,031
2,1	3,6	1,8	0,4	1,1	0,474	0,1	0,0043	0,035
3,4	3,8	2,2	0,5	1,9	0,506	0,09	0,0065	0,022
4,6	4	2,2	0,5	1,7	0,483	0,13	0,0073	0,019
2,6	7,9	2,5	0,3	1,6	0,443	0,2	0,0038	0,012
1,2	1,4	0,8	0,3	1,5	0,4	0,06	0,003	0,041
1,2	1,4	0,7	0,3	1,8	0,414	0,07	0,0032	0,04
1,4	1,6	0,1	0,4	2,2	0,501	0,07	0,0041	0,041
1,7	3	1,5	0,3	1,9	0,236	0,06	0,0038	0,022
0,81	1,3	0,5	0,2	1	0,706	0,08	0,0021	0,051
1,81	3,5	1,3	0,4	2,1	0,555	0,12	0,0057	0,029
2,33	5,2	1,9	0,4	2,3	0,503	0,13	0,0068	0,013
4	3,6	2,1	0,3	1,7	0,425	0,09	0,0072	0,008

Таблица 76

дообогащения			Отходы		
Суммарный концентрат					
выход, %	Мп, %	извлечение, %	выход, %	Мп, %	извлечение, %
70,7	43,4	86,5	29,3	16,3	13,5
90,3	40,3	98,6	9,7	5,3	1,4
76,1	43,7	89,7	23,9	15,9	10,3
72,6	33,7	93,3	27,4	6,3	6,7
71,6	35,6	94	28,4	5,8	6
73	36,2	92,4	27	2,8	7,6

На Грушевской и Запорожской обогатительных фабриках бедные продукты отсадки будут подвергаться дообогащению по магнитно-гравитационной схеме.

**Характеристика процесса обогащения по основным операциям.** Доставка руды на обогатительные фабрики производится паровозами и электровозами в думпкарах грузоподъемностью 50 т и вагонетках грузоподъемностью 10 т.

Разгрузка руды производится в приемные бункеры емкостью 15—100 м<sup>3</sup> на секцию производительностью 100 т/ч.

Первичное дробление руды осуществляется в зубчатых дробильных валках. Многолетняя практика дробления марганцевых руд бассейна показала, что зубчатые валки являются хорошим дробильным аппаратом для глинистых руд. Подача воды в дробилку, применение различных скоростей вращения валков и очистка валков с помощью чистилок обеспечивает очистку глины и бесперебойную работу аппаратов. На фабриках применяются дробилки размером 730×1060 и 1500×1200 мм.

Промывка при обогащении марганцевой руды является обязательной операцией. Она освобождает куски руды от песчанисто-глинистого цемента и повышает содержание Мп на 10—18%. До 1928 г. промывка руды осуществлялась в барабанах и лог-уошерах. В 1928 г.



инженер Тимошенко изобрел новую промывочную машину, которая была названа именем изобретателя. Время промывки в этом аппарате увеличилось до 6—7 мин против 30 сек в лог-уошере длиной 3,6 м. Улучшился отмыв глины.

Внедрение промывочных машин системы Тимошенко позволило повысить содержание Mn в мытой руде до 45% против 38% и производительность до 100 т/ч против 50—70 т/ч, получаемых в лог-уошерах.

В 1929 г. на Марьевской фабрике были установлены промывочные машины фирмы «Эксцельзиор».

В 1932 г. инженер Иловайский произвел реконструкцию протирочных и транспортирующих частей винта, благодаря чему производительность машин повысилась с 50 до 100 т/ч и уменьшилось истирание руды при промывке.

До 1949 г. промываемая руда последовательно проходила через все три ванны промывочной машины типа «Эксцельзиор». В 1949 г. перед промывочными машинами установлены грохоты для разделения руды на классы: крупнее 25 мм, 25—12 мм и 12—0 мм. Крупный класс подается в начало первой ванны, средний — в начало второй и мелкий — в конец второй или начало третьей ванны.

При новом способе загрузки руды в промывочный аппарат сократился путь прохождения по промывочной машине мелкого и среднего классов, и за счет этого уменьшилось истирание руды на 1—3% и повысилась производительность.

В бассейне испытан башенный способ промывки. Этот метод позволяет уменьшить истирание руды при промывке до 5%.

Характеристика продуктов промывки в машинах бичевого типа («Эксцельзиор») приведена на рис. 93 и 94.

Промываемость глинистых и песчаных руд различная. Глинистые руды требуют большего времени промывки и механического воздействия на руду. Продолжительность промывки в машинах бичевого типа до полного размыва глины составляет для глинистых руд 8—16 мин, песчаных — 4—12 мин.

Руды различного вещественного состава различно ведут себя при промывке. Наибольшей механической прочностью и сопротивлением истираемости при промывке обладают манганитовые руды. Механическая прочность уменьшается от манганита к пиролюзиту и псиломелану. В шламы промывочных машин, как правило, переходят псиломелан-вернадит, реже пиролюзит и манганит.

Более прочными рудами являются кусковые и конкреционные, менее прочными — землистые (сажисто-глинистые и сажисто-песчаные). При промывке землистых руд основная масса сажистых гидроокислов переходит в шламы. Содержание Mn в шламах промывки таких руд — 15—20%. Выход мытой руды сажистой разновидности мал.

В целях улучшения промываемости и уменьшения истирания марганцевых руд желательно применять предварительное замачивание или подсушку, уменьшать крупность промываемой руды путем дробления, осуществляя предварительное грохочение, и сокращать время промывки для мелких классов, применять промывочные аппараты типа промывочных башен.

В настоящее время для промывки руды применяются трехвальные промывочные машины бичевого типа.

Грохочение руды на фабриках осуществляется на грохотах следующих типов: ГЖ-9, ГС, ГУП-1, ГУП-2, ГВП-1 и самобалансных с подачей воды на сита.

Гравитационные способы обогащения. С раннего периода обогащения марганцевой руды основным методом разделения мытой руды на сорта является отсадка. В дореволюционные и довоен-

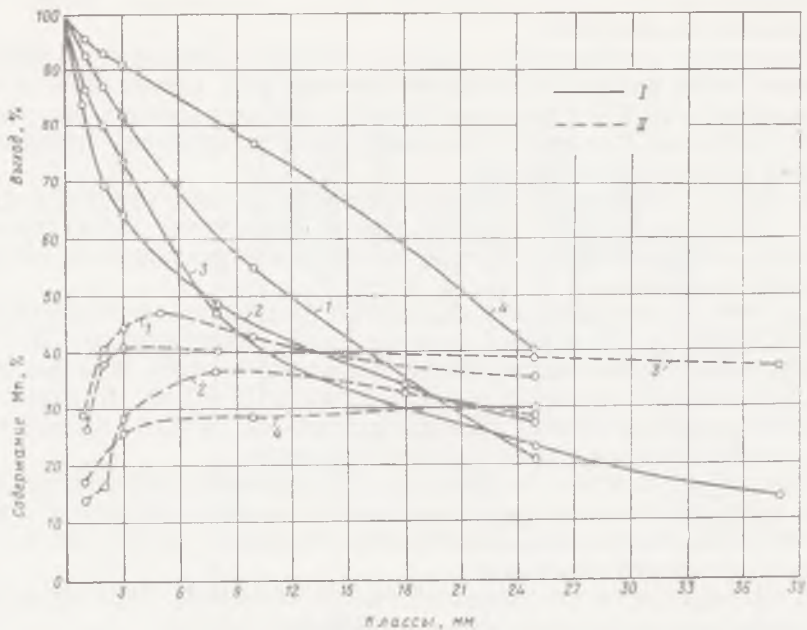


Рис. 93. Характеристика крупности и содержание Mn в мытой окисной и карбонатной рудах

I — кривые крупности; II — кривые зависимости содержания Mn от крупности. Цифры на чертеже: 1. Кривые по РУ им. 40 лет Октября. 2. Кривые по РУ им. Максимова. 3. Кривые по РУ им. Орджоникидзе. 4. Кривые карбонатной руды

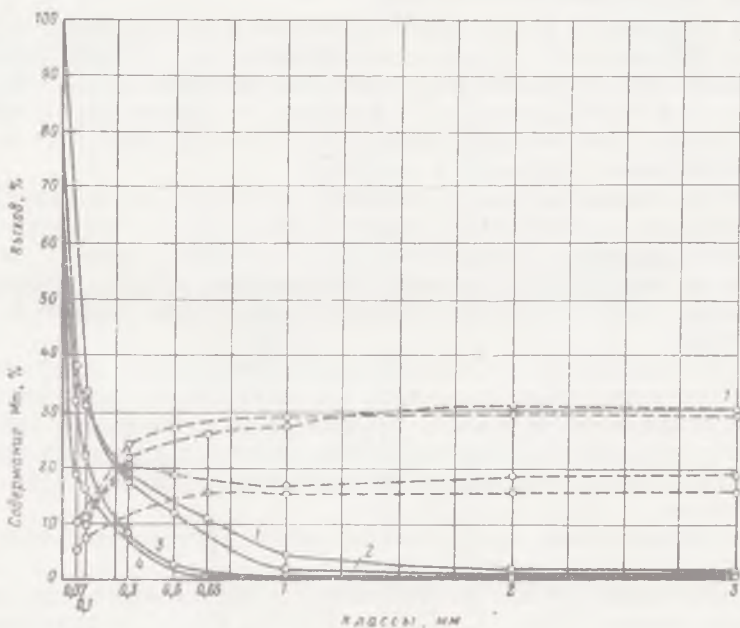


Рис. 94. Характеристика крупности и содержание Mn в шламах промывки окисной и карбонатной руд. Условные обозначения см. на рис. 93



ные годы она осуществлялась в малопроизводительных машинах с неподвижным решетом типа Тарца. После Отечественной войны для обогащения мытой руды крупнее 3 мм в бассейне внедряются отсадочные машины с подвижным решетом типа Штаух, а для руды крупностью 3—0 мм — быстроходные отсадочные машины завода им. Котлякова и с подвижным коническим днищем типа ОТ-40 и ОТ-47 конструкции института «Механобр». Диафрагмовые машины завода им. Котлякова применены в бассейне в 1951 г. для выделения I сорта из магнитного концентрата на фабрике РУ им. Максимова и обогащения зернистых шламов крупностью 2—0 мм на ЦОФ РУ им. 40 лет Октября. В 1952 г. в бассейне внедрены отсадочные машины конструкции института «Механобр».

При отсадке и обогащении в тяжелых суспензиях плотные и тяжелые разности марганцевых минералов с высоким содержанием Мп (пиролюзит, марганит, псиломелан) выделяются в тяжелую фракцию — сорта А и I, с удельным весом выше 3,6 (3,3). Марганцевые минералы с удельным весом ниже 3,2 (2,4) (псиломеланы), содержащие значительное количество тонких сростков с пустыми породами, образуют II сорт. Легкопористые разности марганцевых минералов (псиломелан-вернадит) с удельным весом ниже 2,9 (2,4) образуют III сорт.

Внедрение на фабриках отсадки позволило повысить выход и качество высших сортов и выделить I сорт из тех руд, из которых грохочением по крупности они не получались.

Для примера в табл. 77 приведены результаты обогащения руды до и после внедрения отсадки на руднике им. Максимова.

Таблица 77

Метод разделения на сорта	Содержание Мп в исходной руде, %	Сорт I		Сорт II		Сорт III		Бессортный концентрат	
		выход, %	Мп, %	выход, %	Мп, %	выход, %	Мп, %	выход, %	Мп, %
Грохочение (без отсадки)	23,65	—	—	5,75	36,55	37,6	33,95	43,35	34,36
Отсадка	23,66	6,33	46,17	25,81	37,91	6,57	28,09	38,71	37,6

Из таблицы видно, что в сравнении с грохочением по крупности применение отсадки позволило выделить 6,33% I сорта и на 20% повысить выход II сорта.

После извлечения богатых марганцевых минералов в высшие сорта в хвостах отсадки и тяжелых суспензий остаются свободные зерна марганцевых минералов и пустых пород, а также их сростки с содержанием Мп в пределах кондиций II, III сортов или ниже кондиций III сорта. Дальнейшее обогащение этих продуктов с целью повышения качества и сортности требует раскрытия сростков и удаления пустых пород магнитной сепарацией и флотацией.

Магнитные способы обогащения. По данным В. Г. Деркач (1954), удельная магнитная восприимчивость марганцевых минералов Никопольского месторождения равна  $24 \cdot 10^{-6}$ — $84,2 \cdot 10^{-6}$  см<sup>3</sup>/г. Удельная магнитная восприимчивость пустых пород у кварца  $0,2 \cdot 10^{-6}$ , кальцита  $3 \cdot 10^{-6}$ , полевого шпата  $5 \cdot 10^{-6}$  см<sup>3</sup>/г.

При магнитной сепарации таких руд на сепараторах с высокой интенсивностью магнитного поля в магнитный концентрат извлекаются легкие и тяжелые марганцевые минералы, имеющие более высокую удельную магнитную восприимчивость, чем пустые породы. В немагнит-

ный продукт уходят пустые породы с низкой удельной магнитной восприимчивостью.

Последующее разделение магнитного концентрата на тяжелую богатую фракцию и легкую — бедную осуществляется отсадкой. На обогатительных фабриках магнитной сепарацией обогащаются класс 3—0 мм мытой руды, зернистый материал (2—0,15 мм), уловленный из сливов промывочных машин, и промпродукты отсадки мытой руды, додробленные до 3 мм. Зависимость выхода и содержания Мп в магнитной фракции от напряженности магнитного поля, при рабочем зазоре в 4 мм, для различных продуктов приведена на рис. 95 и 96\*.

Кривые, изображенные на рис. 95, показывают, что выход магнитной фракции увеличивается при повышении напряженности магнитного поля до 17 000—19 000 э. Наиболее интенсивный рост выхода магнитной фракции наблюдается в интервале 5000—17 000 э. В интервале 0—5000 э марганцевые минералы практически не притягиваются к магниту.

Сопоставление кривых, изображенных на рис. 95 и 96, показывает, что с увеличением выхода магнитной фракции содержание Мп в немагнитной фракции падает. Содержание Мп в магнитной фракции имеет пониженные значения при напряженности до 7000 и выше 13 000 э. Наибольшие значения содержания Мп в магнитной фракции наблюдаются в интервале 7000—13 000 э.

При низкой напряженности магнитная фракция обедняется за счет пустых пород, имеющих более высокую магнитную восприимчивость, чем марганцевые минералы, а при высокой — за счет сростков и некоторых пород с более низкой магнитной восприимчивостью.

Магнитное обогащение никопольской марганцевой руды осуществляется на роликовых сепараторах для мокрой сепарации. Начиная с 1947 г., испытаны сепараторы типа 87-СЭ, 90-СЭ, 127-СЭ и 159-СЭ конструкции института «Механобр», НМ-1, НМ-3 конструкции треста «Никополь-Марганец» и 2ВК-5, ГОСВ и 5СВК — конструкции «Механобрчермет». В промышленных условиях на фабриках эксплуатируются сепараторы типа 127-СЭ, 159-СЭ, 2ВК-5 и 5СВК.

Внедрение сепараторов при обогащении марганцевой руды позволило значительно повысить качественные показатели, использовать некондиционные руды и за счет этого увеличить выход и извлечение марганца в концентрат.

До внедрения магнитной сепарации на фабрике РУ им. Максимова выход и извлечение марганца в концентрат соответственно составляли 30,3 и 52,2%, после внедрения и обогащения отходов они возросли соответственно до 42,8 и 73,4%.

Из мытой марганцевой руды крупностью 3—0 мм с содержанием Мп 14—18% получается магнитный концентрат с содержанием Мп—36—41% и хвосты — 3—5%.

Флотационное обогащение. При обогащении марганцевых руд промывкой, отсадкой и электромагнитной сепарацией 19—27% металла теряется в тонких шламах.

Начиная с 1932 г., в институте «Механобр» проводились исследования по флотации шламов марганцевых руд. Но лишь после установления возможности флотации марганцевых шламов с применением дешевых реагентов внедрение флотации в промышленном масштабе стало практически разрешимо.

В качестве таких реагентов институтом «Механобр» рекомендованы окисленный керосин, окисленный уайт-спирит, сульфатное мыло и таловое масло, институтом «Механобрчермет» — паста белой воды в смеси с сырым таловым маслом и подсолнечным гидрофузом.

\* По данным И. И. Гражданцева.

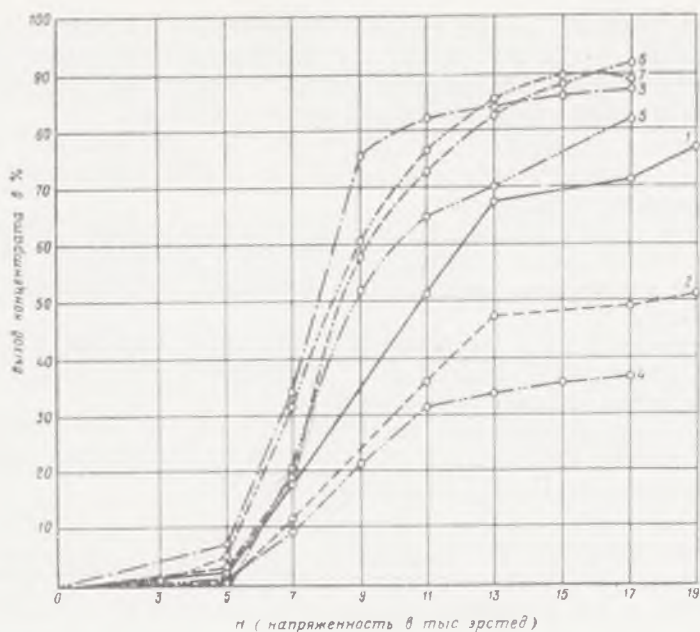


Рис. 95. Зависимость выхода магнитной фракции от напряженности магнитного поля

Номера кривых: 1. Пески, уловленные из сливов промывочных машин на ЦОФ РУ им. 40 лет Октября; 2. То же на РОФ РУ им. Максимова; 3. Класс 3-0 мм мытой руды на ЦОФ РУ им. 40 лет Октября; 4. То же на РОФ РУ им. Максимова; 5. То же на БОФ РУ им. Орджоникидзе; 6. Класс 3-0 мм мытой окисно-карбонатной руды из Александровского карьера; 7. То же из Марьевского карьера

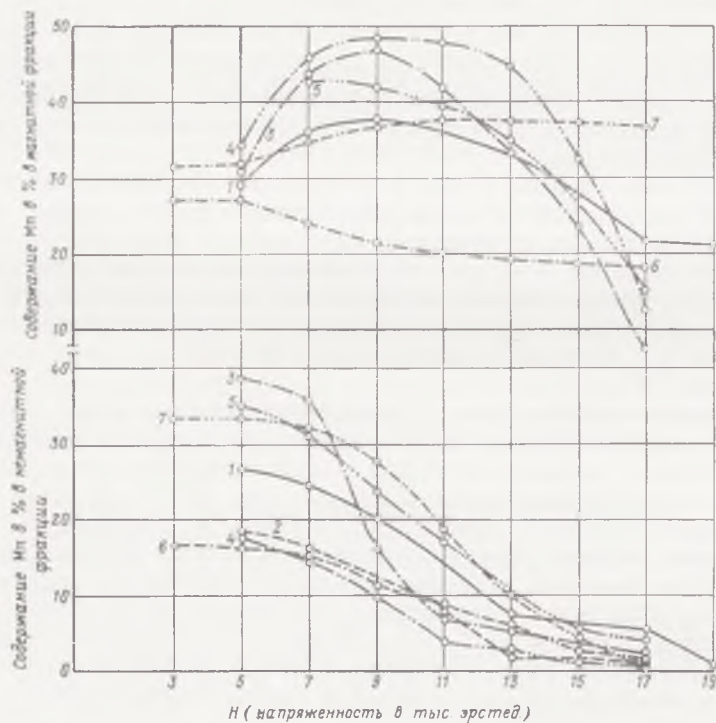


Рис. 96. Зависимость содержания марганца в магнитной и немагнитной фракциях от напряженности магнитного поля

Обозначения 1-7 те же, что на рис. 95.

В период промышленных испытаний флотации на опытно-промышленной установке ЦОФ РУ им. 40 лет Октября в 1958—1960 гг. институтами «Механобр» и «Механобрчермет» установлена необходимость дешламации шламов перед флотацией по классу 10 *мк*.

Дешламация проводилась в сгустителях и гидроциклонах. Дешламация в гидроциклонах обеспечивает более точное разделение и освежение поверхности минералов.

Флотация класса мельче 10 *мм* в промышленных условиях не решена. В лабораторных условиях в институте «Механобр» проведены исследования и показана возможность флотации марганцевых шламов без дешламации.

При наличии в руде карбонатов марганца и кальция необходимо применять селективную флотацию с выделением первоначально карбонатного, а затем окисного концентратов.

На опытно-промышленной установке РУ им. 40 лет Октября при обогащении окисно-карбонатной руды получены следующие показатели флотации шламов, по В. И. Семиошко (табл. 78).

Таблица 78

Продукты	Выход, %			Мп, %	Извлечение, %		
	от операции	от шламов	от руды		от операции	от шламов	от руды
Концентрат карбонатный	18,1	7,8	3,6	28,5	38,5	20,5	3,4
Концентрат окисный	17,6	7,6	3,5	40,2	52,8	28,2	4,7
Хвосты флотации	64,3	27,5	12,6	1,8	8,7	4,6	0,7
Питание флотации	100	42,9	19,7	13,4	100	53,3	8,8
Слив отвальный	—	57,1	26,3	8,9	—	46,7	7,8
Хвосты отвальные	—	84,6	38,9	6,5	—	51,3	8,5
Исходный шлам	—	100	46	10,8	—	100	16,6

**Обезвоживание продуктов обогащения.** Обезвоживание марганцевых концентратов в зависимости от их крупности производится в элеваторах, классификаторах, вакуум-фильтрах, бункерах и на открытых складах.

Концентраты крупнее 3 *мм*, как правило, обезвоживаются первоначально в элеваторах с перфорированной поверхностью ковшей, а затем в бункерах или на открытых складах.

Руда крупностью 3—0 *мм* обезвоживается в классификаторах и планфильтрах. Флотационные концентраты обезвоживаются в дисковых вакуум-фильтрах. Годовая влажность по сортам составила: «пиролюзит» — 4,1%, сорт А—11,4%, сорт I—14,7%, сорт II—20,2%, сорт III—25—28%.

**Обогащение карбонатных и окисно-карбонатных руд.** Значительные запасы карбонатных и окисно-карбонатных руд в Никопольском и колоссальные запасы в Больше-Токмакском районах являются надежной сырьевой базой черной металлургии СССР. В связи с быстрыми темпами развития черной металлургии в ближайшие 20 лет использование карбонатных и окисно-карбонатных марганцевых руд в металлургии является важной народнохозяйственной задачей.

Начало разработки технологии обогащения карбонатных руд и использование карбонатных марганцевых концентратов Никопольского месторождения было положено в 1955 г. после проходки шурфа № 3 на Марьевском участке и ввода в эксплуатацию в 1957 г. Марьевского карьера.

Промышленные испытания обогатимости карбонатной и окисно-карбонатной руд Марьевского участка проводились на ЦОФ РУ им. 40 лет Октября в 1955—1958 гг. (И. И. Гражданцев, К. Ф. Осад-

ченко и др., 1960 г.) по технологической схеме, приведенной на рис. 90. Промышленное обогащение первоначально окисной, а затем окисно-карбонатной руды на ЦОФ ведется с 1958 г. Лабораторные исследования обогатимости карбонатной и смешанной руд проводились в рудоиспытательной станции треста «Никополь-Марганец» (И. И. Гражданцев, Н. Д. Постаенко и др., 1960 г.) и института «Механобр» (Я. И. Фомин).

Исследованиями и промышленными испытаниями установлено, что основными методами обогащения карбонатной руды являются: промывка, магнитная сепарация и флотация.

Промывка карбонатной руды освобождает рудные минералы от глины и глинистых примесей и повышает содержание Мп в мытой руде на 10—14%. Из исходной руды с содержанием Мп 15,3—16,6% при промывке получены мытая руда и шламы с содержанием Мп соответственно 26—29 и 6—7%. Выход мытой руды составил 40—44%, извлечение Мп в мытую руду 70—77%. Характеристика крупности мытой руды представлена на рис. 94.

Мытая карбонатная руда гравитационными методами не обогащается. Разница в содержании марганца между питанием, тяжелым и легким продуктами отсадки не превышает 1%. Поэтому мытую руду крупнее 2(3) мм следует выдавать в виде готового продукта. Мытая руда на 86—92% представлена классом крупнее 3 мм и на 73—78% классом крупнее 10 мм.

Магнитная сепарация на сепараторах с напряженностью магнитного поля 12 000—1700 Оэ обеспечивает отделение слабомагнитных карбонатных минералов от немагнитных пустых пород. При обогащении этим методом мытой руды крупностью 2—0 мм и пескового продукта, уловленного из сливов промывочных машин, крупностью 1—0,15 мм содержание Мп в концентрате повышается на 2—5% и доводится до 19—25%. Выход магнитной фракции составляет 50—60%, содержание Мп в хвостах магнитной сепарации равно 1,7—3,9%.

На основании исследований и промышленных испытаний могут быть рекомендованы следующие схемы обогащения карбонатных руд.

Схема 1—с применением только промывки: мытая руда выдается в виде готового карбонатного концентрата, а шламы промывки—в виде отвальных хвостов.

Схема 2 (рис. 97) включает промывку исходной руды, магнитную сепарацию мытой руды мельче 3 мм и пескового продукта, уловленного из шламов промывки, крупнее 0,15 мм и флотацию шлама крупностью 0,15—0,001 мм. Мытая руда крупнее 3 мм выдается в виде готового концентрата.

Схема 3 (рис. 98) включает промывку исходной руды, флотацию мытой руды крупностью 2—0 мм и пескового продукта, уловленного из шламов промывки крупнее 10 мм, после измельчения крупных зерен до 0,15 мм. Мытая руда крупнее 2 мм выдается в виде готового карбонатного концентрата.

Развитые схемы позволяют получить более качественные показатели. Окисно-карбонатные руды обогащаются по разнообразным схемам. Они включают, как минимум, схему карбонатных и, как максимум, развитую схему окисных руд.

При обработке руд Марьевского карьера в переходной зоне от карбонатных к окисным окисные минералы были первоначально в ячейках карбонатной массы. Во время промывки и дробления окисные пизолиты выпадали из ячеек и концентрировались в классе 10—0 мм. При обогащении такой руды окисный концентрат получился только из мелкого класса. Классы крупнее 10 мм шли в карбонатный концентрат без обогащения.

ченко и др., 1960 г.) по технологической схеме, приведенной на рис. 90. Промышленное обогащение первоначально окисной, а затем окисно-карбонатной руды на ЦОФ ведется с 1958 г. Лабораторные исследования обогатимости карбонатной и смешанной руд проводились в рудо-испытательной станции треста «Никополь-Марганец» (И. И. Гражданцев, Н. Д. Постаенко и др., 1960 г.) и института «Механобр» (Я. И. Фомин).

Исследованиями и промышленными испытаниями установлено, что основными методами обогащения карбонатной руды являются: промывка, магнитная сепарация и флотация.

Промывка карбонатной руды освобождает рудные минералы от глины и глинистых примесей и повышает содержание Мп в мытой руде на 10—14%. Из исходной руды с содержанием Мп 15,3—16,6% при промывке получены мытая руда и шламы с содержанием Мп соответственно 26—29 и 6—7%. Выход мытой руды составил 40—44%, извлечение Мп в мытую руду 70—77%. Характеристика крупности мытой руды представлена на рис. 94.

Мытая карбонатная руда гравитационными методами не обогащается. Разница в содержании марганца между питанием, тяжелым и легким продуктами отсадки не превышает 1%. Поэтому мытую руду крупнее 2(3) мм следует выдавать в виде готового продукта. Мытая руда на 86—92% представлена классом крупнее 3 мм и на 73—78% классом крупнее 10 мм.

Магнитная сепарация на сепараторах с напряженностью магнитного поля 12 000—1700 Оэ обеспечивает отделение слабомагнитных карбонатных минералов от немагнитных пустых пород. При обогащении этим методом мытой руды крупностью 2—0 мм и пескового продукта, уловленного из сливов промывочных машин, крупностью 1—0,15 мм содержание Мп в концентрате повышается на 2—5% и доводится до 19—25%. Выход магнитной фракции составляет 50—60%, содержание Мп в хвосты магнитной сепарации равно 1,7—3,9%.

На основании исследований и промышленных испытаний могут быть рекомендованы следующие схемы обогащения карбонатных руд.

Схема 1 — с применением только промывки: мытая руда выдается в виде готового карбонатного концентрата, а шламы промывки — в виде отвальных хвостов.

Схема 2 (рис. 97) включает промывку исходной руды, магнитную сепарацию мытой руды мельче 3 мм и пескового продукта, уловленного из шламов промывки, крупнее 0,15 мм и флотацию шлама крупностью 0,15—0,001 мм. Мытая руда крупнее 3 мм выдается в виде готового концентрата.

Схема 3 (рис. 98) включает промывку исходной руды, флотацию мытой руды крупностью 2—0 мм и пескового продукта, уловленного из шламов промывки крупнее 10 мм, после измельчения крупных зерен до 0,15 мм. Мытая руда крупнее 2 мм выдается в виде готового карбонатного концентрата.

Развитые схемы позволяют получить более качественные показатели. Окисно-карбонатные руды обогащаются по разнообразным схемам. Они включают, как минимум, схему карбонатных и, как максимум, развитую схему окисных руд.

При отработке руд Марьевского карьера в переходной зоне от карбонатных к окисным окисные минералы были первоначально в ячейках карбонатной массы. Во время промывки и дробления окисные пизолиты выпадали из ячеек и концентрировались в классе 10—0 мм. При обогащении такой руды окисный концентрат получился только из мелкого класса. Классы крупнее 10 мм шли в карбонатный концентрат без обогащения.

По мере продвижения горных работ в сторону окисных руд количество окисных минералов в ячейках возрастало, в пласте появлялись самостоятельные пропластки окисных руд, а вместе с последними — окисные минералы в классе крупнее 10 мм. Наличие минимально не-

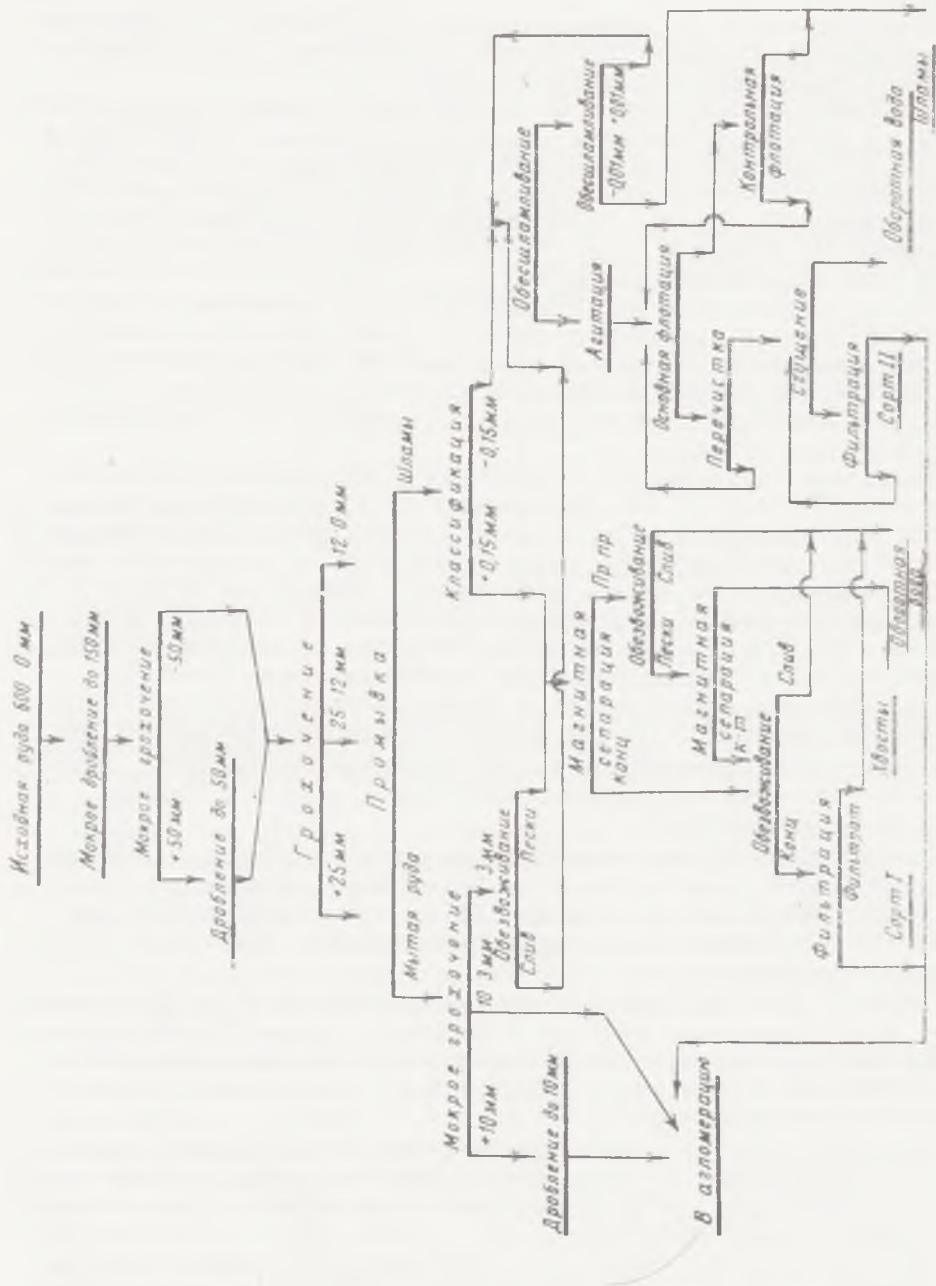


Рис. 97. Схема обогащения карбонатной руды. Вариант I

обходимого количества окисных минералов для образования самостоятельного слоя определяет начало обогащения отсадкой отдельных классов крупности мытой руды.

В процессе отсадки смешанных руд окисные минералы концентрируются преимущественно в тяжелом продукте, а карбонатные — в легком. Однако оба концентрата не представляют чистую минерало-

гическую разность: окисный концентрат содержит примеси карбонатных минералов, а карбонатный — окисные в виде сростков и свободных минеральных зерен. По содержанию Mn эти продукты могут удовлетворять I, II и III сортам окисных и I, II сортам карбонатных

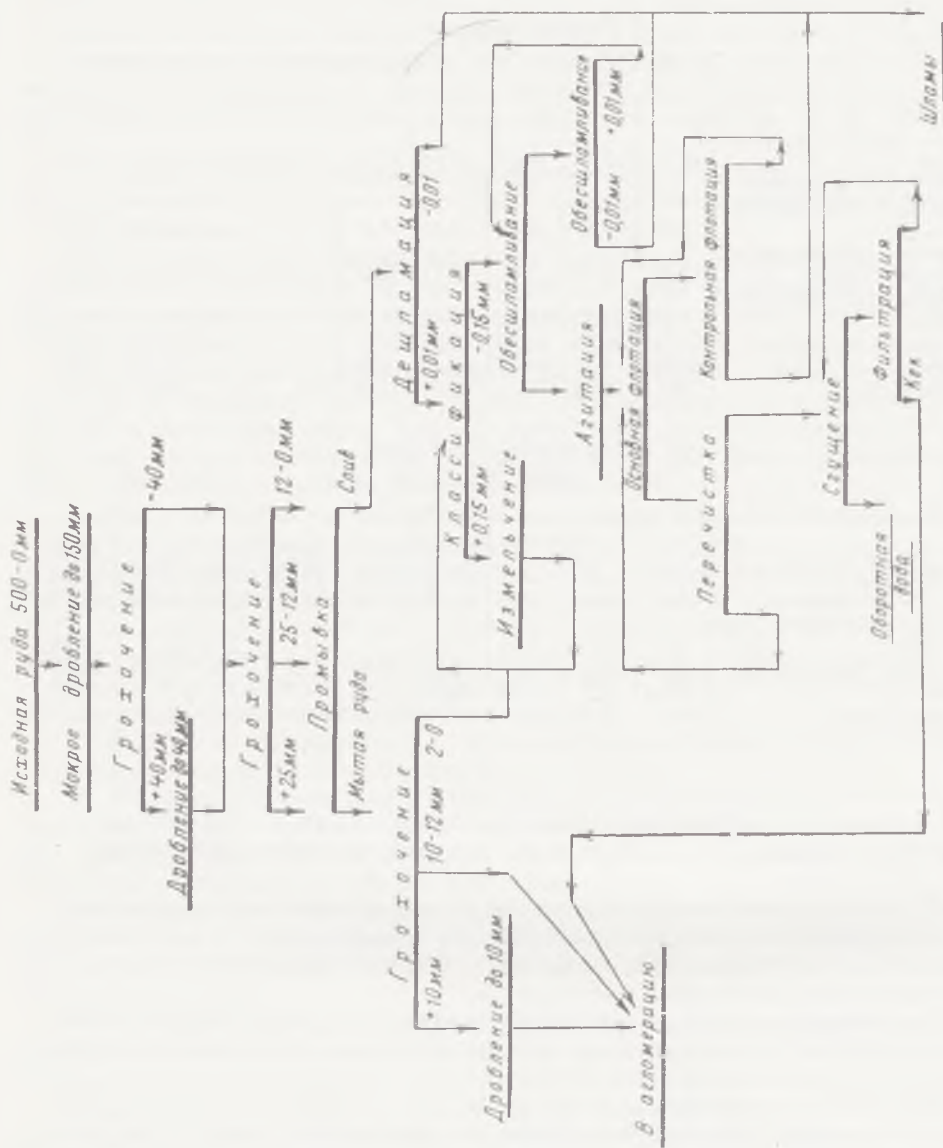


Рис. 98. Схема обогащения карбонатной руды. Вариант 2

концентратов. При этом наиболее чистыми будут концентраты I сорта и смешанными — II. Показатели обогащения карбонатных и окисно-карбонатных руд по схеме 2 приведены в табл. 79.

Результаты полного химического анализа мытой карбонатной руды следующие, %: Mn — 27,87; P — 0,207; Fe — 3,86; S — 0,07; CaO — 9,96; MgO — 2,62; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 2,28; SiO<sub>2</sub> — 12,80; H<sub>2</sub>O — 13,6; п. п. п. — 27,92.



## Показатели обогащения карбонатных и окисно-карбонатных руд Марьевского участка (контрольных партий) на ЦОФ РУ им. 40 лет Октября, %

Продукты	22/VIII 1955 г.			24/III 1958 г.			26/V 1958 г.		
	Выход	Мп	Извлечение	Выход	Мп	Извлечение	Выход	Мп	Извлечение
I. Карбонатные руды									
Мытая руда Крупнее 2 мм	40,96	29,96	74,01	38,84	27,97	71,01	38,34	30,4	71,9
Магнитный концентрат:									
а) класс 2—0 мм мытой руды	1,94	25,61	2,99	3,46	25,61	5,79	1,25	25,61	1,97
б) пески речных классификаторов	2,42	26,79	3,91	1,71	26,79	2,99	2,23	26,79	3,69
в) пески гидроциклонные	0,4	21,75	0,52	2,05	21,75	2,91	1,08	21,75	1,44
Суммарный концентрат	45,72	29,53	81,43	46,06	27,47	82,7	42,9	29,84	78,99
Шламы	54,28	5,67	18,57	53,94	4,91	17,3	57,1	5,97	21,01
Исходная руда	100	16,58	100	100	15,30	100	100	16,21	100
II. Окисно-карбонатные руды									
	11/VIII 1958 г.			27/VII 1959 г.			5/X 1959 г.		
Сорт I окисные	—	—	—	20,76	46,22	38,07	14,3	44,73	30,46
» II окисные	46,47	—	—	8,22	39,04	12,73	9,04	37,75	16,25
» I карбонатные	—	29,82	77,16	26,37	32,54	34,7	25,81	27,48	33,77
» I карбонатные мелкие	5	26,63	7,41	—	—	—	3,12	21,8	3,24
Суммарный концентрат	51,47	29,51	84,57	55,85	38,58	85,5	52,27	33,64	83,73
Шламы	48,53	5,7	15,43	44,15	8,25	14,5	47,73	7,16	16,27
Исходная руда	100	17,96	100	100	25,20	100	100	21,00	100

## К ВОПРОСУ О ПРОМЫШЛЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАРБОНАТНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД И НИЗКОСОРТНЫХ ОКИСНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

В связи с разведкой больших запасов карбонатных марганцевых руд на территории Никопольского бассейна, в том числе и на Больше-Токмакском месторождении, большое значение приобретает задача их промышленного освоения в металлургии.

Карбонатные руды могут использоваться в двух направлениях: а) как добавка в доменную шихту для выплавки мартеновских чугунов; б) для выплавки ферромарганца.

По ГОСТу мартеновский чугун должен содержать 1,5—3% Мп, для чего в шихту расходуется большое количество окисных марганцевых руд преимущественно низких сортов (II, III и шламы) и известняка для офлюсования составляющих шихты. Применение взамен окисных, карбонатных марганцевых руд, имеющих избыток основных окислов, сокращает расход известняка для офлюсования остальных составляющих шихты.

В настоящее время большинство заводов юга СССР переходит на переплавку офлюсованного до высокой основности агломерата с целью максимального исключения из доменной шихты флюса. Масовое применение карбонатных руд должно существенно помочь делу скорейшего внедрения самоплавкого агломерата и способствовать

освобождению доменных печей от тепловых затрат, связанных с разложением известняка.

Карбонатная руда может не менее эффективно заменять окисную при выплавке литейных и бессемеровских чугунов.

Иначе обстоит дело с применением карбонатной руды для производства ферромарганца.

Карбонатная руда Никопольского месторождения имеет повышенное содержание фосфора (0,006—0,08% на 1% Mn) и поэтому не удовлетворяет одному из основных требований, предъявляемых к сырью для выплавки ферромарганца. При использовании таких руд содержание P в ферромарганце может повыситься до 0,55—0,6%, тогда как ферромарганец стандартных марок должен содержать P не более 0,45%.

В связи с этим возникла необходимость создания технологии, обеспечивающей получение металла с содержанием фосфора в допустимых пределах.

Разработка такой технологии для выплавки ферромарганца из карбонатных руд Никопольского месторождения произведена Центральным научно-исследовательским институтом черной металлургии в 1958—1959 гг.

На первом этапе исследований была добыта опытная партия руды на Марьевском карьере (Коминтерн-Марьевский участок). Руда добыта в зоне смешанных руд (с преобладанием карбонатных), так как зона чистых карбонатных руд вскрыта еще не была. Содержание Mn в руде находилось в пределах 18—20%.

После промывки содержание Mn в концентрате составляло 30—35% вместо ожидаемых для карбонатной руды 26—28%.

Партия концентрата в количестве 3200 т была подвергнута опытной плавке в промышленных печах.

Для получения металла с низким содержанием фосфора была принята следующая технология:

1. Плавка руды на бесфосфористый марганцевый шлак периодическим и непрерывным способом.

2. Выплавка углеродистого ферромарганца флюсовым способом из руды и смеси руды с бесфосфористым шлаком.

В результате проведенных опытных плавок установлена возможность получения углеродистого ферромарганца из карбонатных руд при принятой технологии, а также необходимое соотношение руды и бесфосфористого шлака для его выплавки.

Произведенные ориентировочные подсчеты дают основание для использования, с небольшими коррективами, расходных коэффициентов сырья и электроэнергии при проектировании процесса на чисто карбонатных рудах.

На втором этапе исследований ЦНИИЧМ были проведены в промышленном масштабе опыты по выбору рационального способа подготовки карбонатной руды к плавкам.

Опытная партия руды в количестве 960 т была добыта на Марьевском карьере. Проба содержала некоторое количество примеси окисной руды, но по химическому составу приближалась к типичной карбонатной.

Концентрат, полученный после промывки, содержал, %: Mn — 30,75; CaO — 8,66; P — 0,193; SiO<sub>2</sub> — 14,3; MgO — 1,42; FeO — 2,9; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 2,12.

Опробовано два способа подготовки карбонатной руды к плавкам: обжиг и агломерация. Эти процессы могут заменить друг друга, так как оба обеспечивают удаление из руды конституционной и гигроскопической влаги и разложение карбонатов.

Обжиг производился в трубчатой вращающейся печи.

Средний химический состав руды после обжига следующий, %: Mn — 41,36; CaO — 11,85; P — 0,203; SiO<sub>2</sub> — 14,5; MgO — 1,97; FeO — 3,13; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 4,15.

Определены основные параметры обжига (температура, скорость подачи руды в печь и др.) применительно к трубчатой печи, обеспечивающие полное удаление гигроскопической и конституционной влаги и разложение карбонатов.

Опыты по агломерации карбонатной марганцевой руды производились на стандартной агломашине типа ЦЭТМ К-20-5. Установлено, что в процессе агломерации происходит полное удаление конституционной влаги и разложение карбонатов, за счет чего повышается содержание других составляющих руды.

Средний химический состав полученного агломерата близок к химическому составу обожженной руды, %: Mn — 41,76; CaO — 12; P — 0,2; SiO<sub>2</sub> — 16; MgO — 1,35; FeO — 3,85; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 6,26.

Опытные плавки бесфосфористого шлака и углеродистого ферромарганца из обожженной руды и агломерата производились в промышленных печах.

В результате проведенных опытов установлено, что предварительная подготовка никопольской карбонатной руды — обжиг или агломерация — позволяет снизить расход электроэнергии при производстве бесфосфористого шлака примерно на 30%, при производстве углеродистого ферромарганца — на 10—15%.

Проведенными ЦНИИЧМ в 1958—1959 гг. работами доказана возможность выплавки ферромарганца из никопольских карбонатных руд.

Следующим этапом в исследовательских работах по использованию никопольских руд должно явиться опробование окисных концентратов низких сортов при производстве бесфосфористого шлака, который потребуется для подшихтовки к руде при производстве ферромарганца и силикомарганца, а также решение задачи рационального комплексного использования марганцевых руд Никопольского бассейна при производстве марганцевых сплавов.

#### ФОСФОР В МАРГАНЦЕВЫХ РУДАХ НИКОПОЛЬСКОГО БАССЕЙНА И ПРОБЛЕМА ПОЛУЧЕНИЯ МАЛОФОСФОРИСТЫХ РУД

Наиболее ценными сортами марганцевого сырья для металлургии являются руды и концентраты, пригодные для выплавки стандартных марок ферромарганца. Такие руды, отличаясь высоким содержанием Mn, должны быть бедны железом и фосфором (табл. 80).

Таблица 80

Кондиции для марганцевых руд (и концентратов), пригодных для выплавки ферромарганца (Бетехтин, 1946)

Сорт	Mn, %	SiO <sub>2</sub> , %	Mn:Fe	P, %
I-A	свыше 50	до 9	не ниже 6—7	до 0,17—0,2
I-B	40—50	9—15	" " 7—10	" 0,14—0,17
II	35—40	15—25	" " 3—4	" 0,18
III	30—35	25—35	" " 4—5	" 0,15

Для выплавки стандартных марок ферромарганца вполне пригоден только I сорт руды этой классификации. II и III сорта могут быть использованы для этой цели лишь в случаях крайней необходи-

мости и при условии очень низкого содержания в них Fe и P (Mn:Fe не ниже 12—15, содержание P не больше 0,0035% на 1% Mn).

В дальнейшем изложении мы будем называть отношение Mn:P показателем фосфористости, или «фосфористостью».

Сопоставление состава товарных руд, выпускаемых обогатительными фабриками треста «Никополь-Марганец» (см. табл. 74 и 75), с требованиями к малофосфористым рудам приводит к следующим выводам.

1. Малофосфористые концентраты сорта А, пригодные для выплавки стандартного ферромарганца, составляют небольшую часть (менее 10%) всей продукции обогатительных фабрик.

2. Концентраты сорта А выпускаются главным образом РУ им. 40 лет Октября, которое разрабатывает руды Марьевского участка в окрестностях г. Марганец.

3. Концентраты I сорта имеют достаточно высокое содержание Mn, но из-за повышенного количества P (около 0,0045% на 1% Mn) непригодны для производства стандартного ферромарганца и в основном идут для выплавки зеркального, передельного, литейного чугунов и для стали различных марок улучшенного качества. В случае крайней необходимости они могут использоваться для производства ферромарганца нестандартных марок.

4. Концентраты II и III сортов по содержанию Mn и P не отвечают требованиям, предъявляемым к рудам для выплавки ферромарганца.

5. Несмотря на сходство процесса обогащения, включающего на всех обогатительных фабриках промывку руды, классификацию по крупности, разделение по удельному весу на отсадочных машинах и электромагнитную сепарацию, выпускаемая продукция имеет различный сортовой состав (см. табл. 74). Это различие обусловлено непостоянством состава и строения рудного пласта на площади месторождения, в частности неодинаковым содержанием фосфора в руде.

Таким образом, причиной, снижающей качество концентратов, является повышенное содержание фосфора.

Попытки удалять фосфор в процессе обогащения до сих пор не дали обнадеживающих результатов, хотя из некоторых партий руды удавалось частично получать малофосфористые продукты обогащения (Антипов, 1944; Кармазин, 1950).

По инициативе акад. А. Г. Бетехтина Научно-исследовательским институтом геологии Днепропетровского университета были проведены исследования с целью выявления закономерностей распределения фосфора в рудном пласте. В рукописных отчетах (В. И. Грязнов, Ф. З. Левина, 1948 г.; Грязнов, 1950; Грязнов и Хорошева, 1958) охарактеризованы особенности распределения фосфора в рудном пласте по площади, в вертикальном разрезе и рудной массе. Обоснована возможность селективной выемки малофосфористых руд в процессе добычи. Никопольская геологоразведочная партия путем бурения скважин по ступенчатой сети оконтурила ряд блоков малофосфористых руд.

#### **О форме нахождения фосфора в руде.**

Фосфор в руде содержится в весьма малых количествах, обычно 0,1—0,3%, и только в редких случаях в отдельных слоях рудного пласта количество его несколько превышает 1%.

П. М. Каниболоцкий и Л. О. Станкевич в 1934 г. пришли к выводу, что фосфор в основном связан с органическими остатками — обломками раковин моллюсков, обломками костей, раковинками фораминифер, скелетными иглами губок и др. Теми же исследователями упомянуты вивианит и ксенотим. Вивианит встречен всего несколько раз в образцах вмещающей породы в виде небольших зерен с сильным плеохроизмом от светло-желтого по  $n_g$  до ярко-синего и зеленоватого по  $n_p$ . Показа-

тели преломления:  $n_g=1,63$ ;  $n_p=1,6$ . Предполагается, что возникновение этого минерала связано с перекристаллизацией фосфорнокислой извести органических остатков. Описание ксенотима исследователями не приведено. Находка его, по-видимому, единична. В более поздней работе (П. М. Каниболоцкий, 1939 г.) этот минерал не упоминается.

Поиски других носителей фосфора в никопольских рудах были предприняты В. И. Грязновым в 1947—1948 гг. С этой целью выделялись для химического анализа различные компоненты руды: пленки, налеты, частицы рудного вещества различных типов, включения и т. д. — и определялось в них содержание фосфора и некоторых других химических элементов. Большинство образцов взято в тех местах, где рудничные пробы показали наиболее высокое содержание фосфора.

Полученные данные сводятся к следующему.

Несомненно, что некоторая часть фосфора, заключенного в рудном пласте, обязана присутствию минерализованных органических остатков. однако ряд фактов свидетельствует против признания этой формы в качестве главной. Известно, что органические остатки редки, а фосфор имеется в любой пробе рудного вещества, в том числе и в специально выделенных небольших пробах рудных минералов, очищенных от примесей. Весьма характерно, что во вмещающей песчано-глинистой породе примерно в 2 раза меньше фосфора, чем в рудных агрегатах. Ядра раковин пластинчатожаберных моллюсков из рудного пласта в ряде проб имели пониженное содержание Р (0,079—0,1%) по сравнению с количеством этого элемента в руде. Правда, в рудном пласте находят довольно крупные окаменелости, по форме и строению напоминающие кости китовых, которые целиком состоят из фторапатита и содержат до 15% Р, но такие остатки встречаются редко.

Вивианит, ксенотим и терригенный апатит, представленный очень мелкими включениями в кварцевых зернах, настолько редки, что также не могут считаться основными фосфорсодержащими минералами рудного пласта.

Сравнительно высокое содержание Р отмечается в образцах с повышенным содержанием Fe, где в значительном количестве имеются желто-бурые и коричневые массы и налеты (табл. 81).

Таблица 81

№ образцов	Содержание, %		
	Р	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn
171 <sup>a</sup>	0,249	0,76	46,25
136 <sup>a</sup>	0,27	1,2	36,24
173 <sup>b</sup>	0,328	13,44	30,8
134 <sup>a</sup>	0,413	2,52	32,04

Обр. 136<sup>a</sup> представлен ячеистой рудой с бурыми гидрогетитовыми оолитами; обр. 134<sup>a</sup> — ячеистой рудой с бурыми оолитами в ячейках и желто-бурыми налетами; обр. 173<sup>b</sup> состоит из желто-бурой и коричневой массы менее плотных частиц рудного вещества и т. д. В перечисленных образцах содержание Р выше обычного, но величина превышения сравнительно незначительная (не более двух раз). Характерно, что некоторые пробы чистого кристаллического манганита по фосфористости мало отличаются от них (около 0,24% Р).

Таким образом, не исключается возможность присутствия в руде землистых разновидностей фосфатов, но в рудном веществе нет крупных, обособленных скоплений фосфатов, и лишь предположение о том, что соединения фосфора находятся в рассеянном тонкодисперсном состоянии, может быть согласовано с изложенными выше фактами.

Интересно отметить, что Ф. Славик (1936), изучавший минералы месторождения марганцевых руд в карбонатных слоях альгонкской

формации Железных Гор в Восточной Чехии, сообщает следующее: в марганцевой руде, несмотря на детальное исследование многочисленных препаратов, минералы, которые можно было бы отождествить с каким бы то ни было фосфатом, не найдены, хотя содержание Р в руде иногда достигало 6%.

Для никопольских руд, в общем, характерна прямая зависимость между содержанием Р и Мп в сырой и мытой руде, однако, если построить диаграммы для различных классов крупности концентрата, то в нижней пачке пласта наблюдается прямая зависимость, а в верхней пачке пласта ясная корреляция отсутствует (рис. 99). Как показывает

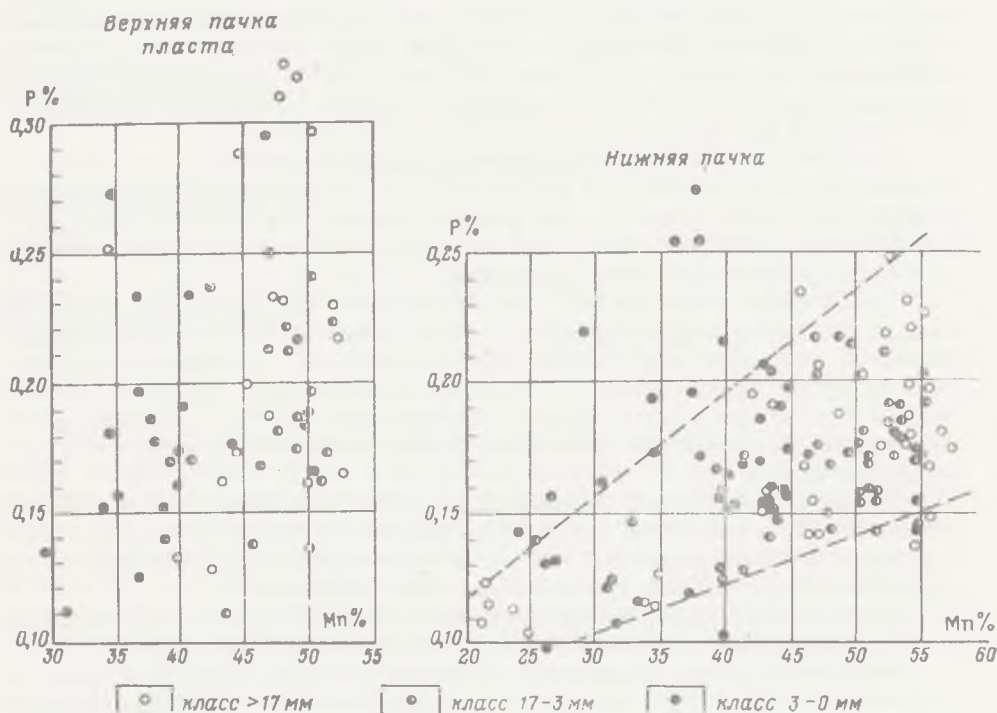


Рис. 99. Содержание Мп и Р в продуктах лабораторного обогащения проб из шахт Марьевского участка

диаграмма, разные классы конкреционной руды нижней пачки отличаются друг от друга по характеру рассматриваемой связи. Большинство точек класса 17—3 мм ложится на поле высокого содержания Мп при сравнительно низком содержании Р. Именно этот класс, представленный крепкими манганитовыми конкрециями, составляет концентрат сорта А на фабрике РУ им. 40 лет Октября.

Верхняя пачка рудного пласта сложена преимущественно кусковой и землистой рудой.

Приведенные данные позволяют считать, что тонкодисперсные соединения фосфора тесно связаны с марганцевыми минералами. Н. М. Страхов (1947а) объясняет постоянство соотношения между Fe, Мп и Р в морских илах тем, что главная масса Мп и Р переносится уже в поглощенном виде на тех мельчайших частицах железистой мути, в форме которых выбрасывается железо в море. Аналогичное явление, по-видимому, происходит и при образовании морских марганцеворудных осадков. Некоторое отличие состоит в том, что в случае преобладания марганца роль транспортера переходит к нему и гидрокислы марганца адсорбируют частицы соединений железа, ранее поглотившие фосфор, и осаждаются вместе с ними.

Некоторые локальные концентрации фосфора в руде, особенно в верхних пачках пласта, объясняются присутствием химически-осадочного фосфата кальция. Фосфат в тесном срастании с глинистыми минералами образует агрегаты размером от тысячных долей до нескольких миллиметров. Такие агрегаты заключены во вмещающей породе и землистой руде. В плотных рудных кусках имеются мелкие фосфатно-глинистые включения (до 0,1—0,2 мм). Окраска фосфатно-глинистых комочков серовато-зеленая, под микроскопом в шлифе светло-бурая, серая, реже бурая. Погасение агрегатное. Строение фосфата скрытокристаллическое. Двупреломление очень низкое. Некоторые участки выглядят изотропными. Показатели преломления около 1,6. Фосфат настолько тесно связан с глинистыми частицами, что выделить его в чистом виде не всегда возможно. Фосфатно-глинистые агрегаты размером 3—5 мм, отобранные из фракции 8—3 мм землистой руды верхней пачки рудного пласта в шахте № 7 Марьевского участка, содержат, %:  $\text{SiO}_2$  — 37;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 8,14;  $\text{Mn}$  — 3,3;  $\text{CaO}$  — 14,33;  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 5,26.

Тот факт, что в рассматриваемых агрегатах имеется значительное количество  $\text{CaO}$  (14,33%), а карбонаты под микроскопом не обнаруживаются, заставляет считать, что фосфор связан с кальцием в виде фосфорнокислого кальция типа апатита (курскита). По-видимому, некоторая часть фосфата аморфна (коллофан).

Необходимо подчеркнуть, что скопления фосфористых глин не имеют широкого распространения. Как показывают многочисленные анализы, нерудные компоненты обычно содержат пониженное количество фосфора по сравнению с рудными минералами. В среднем содержание  $\text{P}$  в нерудном материале составляет около 0,1%. Несколько более богаты фосфором буровато-желтые, бурые железистые глины и марганцовистые глины.

В свете полученных данных приходится признать, что обычными механическими методами обогащения фосфор не может быть полностью удален из рудного вещества, как это и подтверждается практикой рудообогатительных фабрик треста «Никополь-Марганец».

Для полного удаления фосфора из руды необходимо частичное или полное химическое разложение составляющих руду минералов.

Распространению химических методов обогащения препятствует их дороговизна. Довольно трудно определить, когда они будут широко внедрены в производство. Поэтому основное внимание должно быть обращено на разработку другого пути получения малофосфористых концентратов из никопольских руд, основанного на выделении таких разновидностей рудного вещества, которые содержат наименьшее количество фосфора.

**Содержание фосфора в рудном пласте на отдельных участках месторождения.** Изменчивость содержания фосфора в рудном пласте значительная. В ряде случаев соседние пробы, находящиеся на расстоянии 20—40 м друг от друга, отличаются по содержанию  $\text{P}$  в 3—5 раз. Поэтому разведочная сеть с расстоянием между скважинами 150 м не дает точной картины распределения фосфора. Однако при рассмотрении данных для крупных участков Л. Ф. Залата (1959 г.) получил коэффициенты вариации содержания  $\text{P}$  в пределах 19,34—29,3%, т. е. распределение фосфора, в общем, может характеризоваться как равномерное (табл. 82).

Главные черты распределения фосфора на крупных рудных площадях следующие.

На Западной рудной площади (см. рис. 120) преобладают поля с содержанием  $\text{P}$  в рудном пласте 0,1—0,2% и 0,2—0,3%, за исключением самой южной части площади, где в направлении погружения рудного пласта увеличивается относительное количество проб с более высоким содержанием фосфора.

Среднее содержание Mn и P в рудах, %

Участки	В окисных		В переходной зоне		В карбонатных	
	Mn	P	Mn	P	Mn	P
I. Необогащенные руды						
Западная рудоносная площадь	25,64	0,2	23,56	0,21	17,22	0,19
Грушевско-Басанский участок	29,15	0,22	27,35	0,22	19,35	0,19
Марьевский участок	25,53	0,32	22,81	0,17	15,75	0,16
Больше-Токмакское месторождение	35,68	0,32	29,29	0,23	24,65	0,18
II. Обогащенные (мытые) руды						
Западная рудоносная площадь	39,21	0,22	34,80	0,23	28,35	0,24
Грушевско-Басанский участок	39,59	0,24	37,71	0,22	26,5	0,23
Марьевский участок	44,25	0,25	35,03	0,19	25,37	0,19
Больше-Токмакское месторождение	40,7	0,25	32,08	0,2	27,61	0,18

В зоне распространения окисных руд содержание P по мере удаления от северного контура в направлении падения пласта вначале возрастает, а затем уменьшается. В переходной зоне (смешанные руды) какие-либо закономерности в распределении фосфора не отмечаются. В зоне карбонатных руд имеется значительное количество полей с содержанием P 0,4—0,5% и более. Они располагаются в центральной и южной частях зоны. Для этой части площади характерны резкие колебания содержания фосфора в пласте на небольших расстояниях.

На Грушевско-Басанском участке устанавливаются те же главные черты распространения фосфора.

На площади Больше-Токмакского месторождения какие-либо ясно выраженные закономерности распределения фосфора не обнаружены. В направлении падения пласта содержание этого компонента остается более или менее постоянным или изменяется незакономерно.

Рассмотрение планов содержания P в обогащенной руде приводит прежде всего к выводу о том, что в результате лабораторной промывки с удалением из руды частиц размером менее 1 мм не происходит понижения содержания P, что говорит о концентрации этого элемента в рудных агрегатах, а не в пустой породе.

На Западной рудной площади преобладают поля, отвечающие содержанию 0,15—0,2% и 0,2—0,3% P в обогащенной руде. Беспорядочно разбросаны среди них различного размера участки более фосфористой руды, содержащей 0,3—0,5% P и больше. Последние имеются во всех трех рудноминералогических зонах. Крупные поля руд с пониженным содержанием P (менее 0,2%) сосредоточены главным образом в северо-восточной части площади в зоне окисных руд, но имеются также и в зонах смешанных и карбонатных руд.

Следует учесть, что перспективными в смысле возможности выделения окисных руд, пригодных для выплавки ферромарганца, могут служить только поля малофосфористых руд, совпадающие с полями максимального содержания Mn в обогащенной руде. Исследованиями доказано, что отчетливо выражены следующие изменения содержания Mn по линии падения рудного пласта: начиная от северного контура



рудной залежи содержание Mn возрастает и на расстоянии 1—2 км обычно достигает максимума. Далее в направлении зоны карбонатных руд происходит постепенное более или менее равномерное уменьшение количества марганца. Поля, отвечающие содержанию 43—47% Mn и более в мытой руде, сосредоточены главным образом в северо-восточной части рассматриваемой площади. Таким образом, наиболее перспективной для выделения малофосфористых руд является Северо-Восточная часть Западной рудоносной площади.

На Грушевско-Басанском участке перспективной можно считать центральную часть зоны окисных руд. По данным лабораторного обогащения, мытая руда из многих скважин, расположенных в этой части зоны, содержит 0,0035—0,0045% P на 1% Mn. Остальная, большая часть зоны окисных руд и переходная зона от окисных руд к карбонатным характеризуется показателем фосфористости, превышающим 0,0045. Мытые карбонатные руды рассматриваемого участка имеют еще менее благоприятный показатель фосфористости (более 0,006).

**Особенности изменения содержания фосфора в рудном пласте от кровли к почве.** Опробование рудного пласта в процессе разведочных и эксплуатационных работ проводится с выделением 3—4 секций в каждом пересечении. Таким образом, имеются многочисленные данные для выяснения характера распределения фосфора по вертикали. Кроме анализа этих материалов, было проведено контрольное опробование, при котором выделялись 7—10 секций в пересечении.

Характер распределения фосфора по вертикали, как выяснилось, не везде одинаков, однако на многих участках устанавливается следующая закономерность: содержание P и показатель фосфористости больше у руды верхней пачки, по мощности равной примерно одной трети мощности всего пласта. Руда нижней и средней частей пласта обычно содержит меньше P и в ряде пунктов может быть использована для получения малофосфористого концентрата.

Указанная закономерность отчетливо проявляется на Марьевской площади, на многих участках Западной и Грушевско-Басанской рудоносных площадей.

В результате рассмотрения анализов секционных проб мытой руды оказалось, что на Западной рудной площади наиболее высокое содержание P обычно отмечается в руде из верхней пачки пласта. В ряде скважин замечено закономерное повышение содержания P в руде от почвы к кровле. Однако во многих скважинах какая-либо закономерность распределения фосфора по вертикали вообще не проявляется. Довольно многочисленны также пересечения пласта, где содержание P уменьшается от верхних пачек пласта к нижним, но в том же направлении происходит убывание содержания Mn в руде, что влияет на характер изменения показателей фосфористости.

**Распределение фосфора в рудной массе.** Исследования показали (рис. 100), что связь между структурно-минералогическими особенностями руды и ее фосфористостью не столь однозначна, чтобы, определив тип руды, можно было бы безошибочно указать, сколько фосфора руда содержит. Отдельные пробы однотипных руд, особенно если они из различных участков, иногда значительно отличаются друг от друга по содержанию P. Поэтому для разработки схем обогащения необходимо использовать конкретные материалы по отдельным участкам месторождения.

Ниже указываются наиболее общие закономерности, имеющие широкое распространение.

Характер распределения фосфора в рудной массе взаимосвязан с текстурой рудного вещества. Конкреционные концентрически-слоистые образования (пизолиты), как правило, по содержанию P на 1% Mn являются более качественными по сравнению с кусковыми и земли-

стыми. Больше всего фосфора в землистых рудах. Приуроченностью конкреционных руд к средней и нижней частям пласта, а кусковых и землистых — к верхней, объясняется указанная выше закономерность распределения фосфора в вертикальном разрезе пласта.

Зависимость между минералогическим составом рудного вещества и его фосфористостью выражается в следующем: а) наиболее высокие показатели фосфористости имеют минералы псиломеланового типа; б) манганитовые и пиролюзитовые образования по фосфористости существенно не отличаются друг от друга.

Рудные агрегаты, сложенные минералами группы псиломелана, содержат Р в количестве 0,05—0,9%. Особенно богаты фосфором землистые руды верхней части пласта на Марьевском участке. На Максимо-Тимошевском участке содержание Р в землистых рудах менее высокое. Пониженное количество этого элемента наблюдается и в отмоинах обогатительной фабрики РУ им. Максимова. В пробах из Западной рудоносной площади содержание Р в псиломеланах составляет 0,1—0,4%. Из-за пониженного содержания Мп показатели фосфористости агрегатов псиломеланового типа обычно бывают сравнительно высокими.

Рудные образования преимущественно манганитового состава встречаются двух типов: ячеисто-кусковые и конкреционные пизолитовые. Количество Р в ячеисто-кусковой руде Марьевского участка (0,2—0,3%) выше, чем в руде Максимо-Тимошевского участка (0,1—0,2%). Показатели фосфористости соответственно равны 0,0046 и 0,0034.

Высоким качеством отличаются конкреционные манганитовые руды Марьевской площади. Содержание Р в классах 25—8 и 8—3 мм из этих руд около 0,2% при высоком содержании Мп (47—52%). Показатель фосфористости равен 0,0035. Манганитовые конкреции весьма крепкие и тяжелые. Из них главным образом состоит малофосфористый концентрат сорта А. Лучшими по качеству являются пизолиты величиной 3—10 мм. Более крупные конкреции загрязнены песчано-глинистым материалом и содержат примесь минералов группы псиломелана.

Манганитовые конкреционные руды Западной рудоносной площади более богаты фосфором. Его содержание во фракциях концентрата 0,16—0,349% в среднем — 0,236%. Преобладают конкреции крупные, загрязненные примесями.

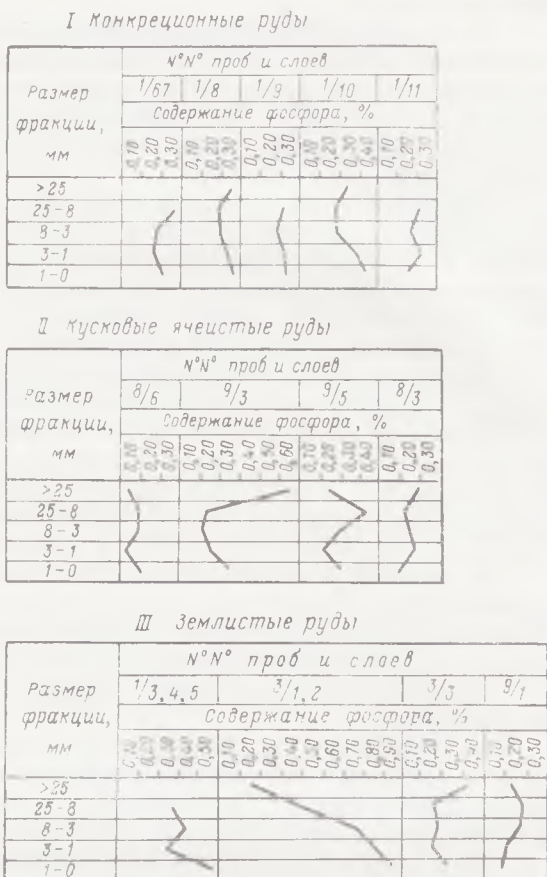


Рис. 100. Кривые содержания Р в рудных частях различных размеров

Пирролюзитовые рудные образования также могут быть подразделены на ячеисто-кусковые и конкреционные.

Ячеисто-кусковые пирролюзитовые руды Максимово-Тимошевского участка дают концентраты, бедные фосфором (0,1—0,2%), но примесь терригенно-кварцевого материала и коллоидальных гидроокислов марганца понижает качество концентрата (содержание Mn в нем 40—45%). Показатель фосфористости некоторых продуктов не превышает 0,0045 и даже 0,0035, т. е. последние могут применяться для производства ферромарганца.

На Западной рудоносной площади пирролюзитовые руды залегают преимущественно в приконтурной полосе. По имеющимся ограниченным данным содержание P в ячеисто-кусковых пирролюзитовых образованиях 0,18—0,368%. Содержание Mn в классах 35—3 мм и крупнее 40—51%. Показатели фосфористости сравнительно высокие, обычно более 0,0045.

Конкреционные пирролюзитовые образования, залегающие в нижней части рудного пласта на той же площади, содержат фосфор в количестве 0,112—0,2%, при содержании Mn 40—54,5%, что соответствует показателям фосфористости 0,0025—0,005. Таким образом, конкреционные пирролюзитовые руды с помощью обогащения отсадкой могут давать высококачественный концентрат.

Карбонатные марганцевые руды в мытом виде содержат 0,1—0,92% P. Среднее количество этого элемента для крупных участков распространения карбонатных руд от 0,19% для Марьевского участка до 0,24% для Западной рудоносной площади, т. е. примерно такое же, как у окисных руд. Вследствие низкого содержания Mn (25—28%) показатели фосфористости мытой карбонатной руды обычно превышают 0,006%, часто достигают 0,007% и даже 0,01 P на 1% Mn.

**К вопросу о возможности селективной добычи малофосфористых окисных руд.** Отмеченные выше особенности распределения фосфора в рудном пласте позволяют считать принципиально возможной селективную добычу малофосфористых окисных руд.

Организация селективной добычи предусматривает следующие мероприятия:

а) в процессе подготовительных нарезных работ необходимо проводить детальное секционное опробование рудного пласта, опережающее очистные работы. Непременное условие — наличие химической лаборатории, способной обеспечить своевременное выполнение анализов;

б) в результате опробования должны быть выделены на планах и разрезах участки и слои малофосфористых руд;

в) при очистных работах малофосфористая руда должна грузиться в отдельные маркированные вагонетки.

Практическое осуществление этой идеи при подземной добыче в условиях значительного горного давления и узкого фронта работ связано с большими техническими трудностями. Поэтому селективная добыча малофосфористых руд на месторождении пока не производится.

Более благоприятные условия для организации селективной добычи создаются по мере перехода на открытый способ разработки. Заслуживает большого внимания предложение Криворожского научно-исследовательского горнорудного института о механизации опробования при открытых работах путем бурения скважин на вскрытой части рудного пласта. При этом способе опробование будет опережать добычу. В условиях карьера имеются все возможности производить выемку руд механизмами.

Первые попытки выделения запасов малофосфористых руд приняты на Марьевской площади в 1952 г. В результате бурения скважин с дневной поверхности по сгущенной сети (60×60 м) и детального

секционного опробования оконтурены три участка малофосфористых руд с площадями 600, 242 и 62 тыс. м<sup>2</sup> и запасами 2347 тыс. т.

Аналогичным способом на Западной рудоносной площади в 1956—1957 гг. выделен ряд участков малофосфористых руд в северо-восточной части площади (северо-западнее с. Чкалово). Участки распространения слоев малофосфористых руд на плане имеют весьма неправильную форму в виде извилистых полос и пятен.

Выявленные запасы малофосфористых руд могут быть значительно увеличены путем детального секционного опробования при карьерной разработке руд.

#### К ОЦЕНКЕ НИКОПОЛЬСКИХ МАРГАНЦЕВЫХ РУД КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Химическая, электротехническая и керамическая отрасли промышленности предъявляют к товарным марганцевым рудам наиболее высокие требования. Они потребляют руды с содержанием MnO<sub>2</sub> 80—90%. Такие руды используются для изготовления различных соединений марганца, в качестве окислителя и катализатора, для изготовления сухих батарей, для окрашивания керамики, обесцвечивания стекла и других целей.

В отечественной химической промышленности применяется главным образом высокосортная, преимущественно пиролюзитовая руда Чиатурского месторождения с содержанием MnO<sub>2</sub> не менее 80%, т. е. в пересчете на металлический марганец — не ниже 50%. Главным показателем для оценки никопольских руд как химического сырья является содержание MnO<sub>2</sub>.

Литературные и фондовые данные о содержании MnO<sub>2</sub> в никопольских рудах немногочисленны и зачастую вызывают сомнение, так как не всегда указывается, определено ли содержание MnO<sub>2</sub> по количеству активного кислорода или оно получено пересчетом по величине общего количества марганца.

В связи с недостатком материалов для обоснованной оценки никопольских руд как сырья для химической промышленности в 1957 г. Научно-исследовательским институтом геологии Днепропетровского университета проведено специальное опробование руд Западной рудоносной площади и Грушевско-Басанского участка (В. И. Грязнов, 1957 г.).

На первом этапе этих исследований была сделана попытка выделить участки рудного пласта с содержанием более 50% Mn в мытой руде по данным опробования, проведенного в период геологической разведки, но оказалось, что столь высокое содержание Mn имеют только некоторые пробы мытой руды из отдельных слоев рудного пласта. Значительно чаще этому требованию отвечают отдельные фракции ситового анализа мытой руды из пластовых проб, а также нижние слои тяжелого материала, выделяемого при лабораторной гравитационной отсадке в аппарате конструкции Антипова.

85 проб таких наиболее богатых Mn продуктов из руд Западной рудоносной площади и 50 проб из руд Грушевско-Басанского участка были подвергнуты химическому анализу с определением количества MnO<sub>2</sub>, P и контрольным определением общего содержания Mn. Для этой цели использованы дубликаты проб, полученные в Никопольской геологоразведочной партии. Кроме того, опробованы концентраты сорта «пиролюзит» и сорта Г из руды семи шахт (№ 7, 9, 10, 13, 14, 15 и 17) и двух карьеров Западной рудоносной площади.

Химические анализы выполнены в лаборатории НИИ геологии под руководством Е. В. Ишковой. Количество MnO<sub>2</sub> определялось по активному кислороду в соответствии с ГОСТ 5424—50 по методу восстановления MnO<sub>2</sub> щавелевой кислотой.

Содержание важнейших компонентов в продуктах обогащения руд, %

№ проб	Место добычи руды, № скважин	Характер пробы, размер фракции, мм	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Mn <sub>общ</sub>	MnO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P	П.п.п.
Западная рудоносная площадь. Тяжелые продукты лабораторной гравитационной отсадки фракций ситового анализа														
1	1163	8—3	7,59	5,53	0,41	0,14	48,9	71,7	2,51	0,81	0,46	0,19	0,158	5,1
2	989	8—3	8,02	6,08	1,05	Следы	48,13	61,71	2,57	1,24	1,02	0,33	0,232	5,68
3	790	3—0	10,62	3,76	1,32	0,28	46,6	61,71	0,84	0,88	0,74	0,33	0,182	7,02
4	550	8—3	4,2	6,94	0,66	0,14*	53,5	75,62	2,18	0,24	0,3	0,25	0,2	2
5	5591	8—3	10,02	4,82	0,71	0,28	46,85	63,45	1,68	0,68	1,24	0,31	0,234	6,02
6	5775	8—3	5,2	2	0,74	0,14	50,35	73,04	1,51	0,84	0,44	0,28	0,218	3,64
7	5917	8—3	7,12	5,08	0,31	0,28	50,69	71,7	1,84	0,68	0,38	0,25	0,182	3,66
Западная рудоносная площадь. Концентраты, получаемые обогатительной фабрикой														
8	Шахты и карьеры	„пиролюзит“	5,42	1,13	0,7	Следы	56,58	44,31	1,34	0,52	0,16	0,36	0,244	7,73
9	Шахта 17	„ „	12,24	4,72	0,74	—	53	73,56	3,36	1	1,3	0,39	0,212	7,49
10	Богдановский карьер	сорт I	8,22	3,48	0,88	—	46,25	58,51	4,81	0,96	0,8	0,31	0,166	8,05
11	Шахта 17	То же	9,26	0,86	0,57	—	44,21	58,08	1,51	0,6	0,2	0,25	0,18	4
12	19	„ „	8,5	2,42	0,65	0,14	46,34	61,09	4,31	0,92	0,88	0,44	0,216	7,46
13	Богдановский карьер	пиролюзитовые пизолиты (образец)	2,04	2,62	0,33	0,21	56,16	86,04	1,51	0,52	0,1	0,42	0,202	3,9
14	Шевченковский карьер	сорт I	9,5	5,54	0,79	—	45,23	61,52	2,8	0,76	0,86	0,38	0,23	7,4
Грушево-Басвянский участок. Тяжелые продукты лабораторной гравитационной отсадки фракций ситового анализа														
15	103	25—8	8,14	6,13	0,9	—	49,67	68,83	2,40	0,44	0,8	0,27	0,152	2,95
16	421	8—3	6,34	4,01	1,23	—	50,59	66,25	3,13	0,84	0,58	0,28	0,178	4,75
17	472	8—3	6,02	5,53	0,7	0,28	52,32	68,4	1,45	0,4	0,36	0,28	0,208	3,41
18	480	8—3	5,3	5,48	1,53	Следы	49,42	67,97	2,29	1,04	0,68	0,4	0,202	4,89
19	893	8—3	5,82	5,1	1,21	Следы	52,92	70,55	1,73	0,6	0,34	0,25	0,174	3,06
20	979	8—3	8,7	6,9	1,12	0,14	48,14	60,22	2,24	0,56	0,2	0,31	0,214	4,78

Аналитики: Е. В. Ишкова и М. А. Дацковская.

где надрудные глины были размыты и замещены аллювиальными песками надпойменных террас Днепра.

Перспективными для постановки опробования с целью выделения преимущественно пиролюзитовых руд, относительно богатых  $MnO_2$ , являются нижеследующие участки.

На Западной рудоносной площади к таким участкам относятся северная, северо-восточная и северо-западная приконтурные зоны и часть Чкаловского участка. Путем выделения наиболее тяжелых рудных частиц отсадкой из некоторых проб, отобранных в скважинах этих участков, в небольшом количестве (до 10—15% от необогащенной руды) получен концентрат, содержащий 70—75%  $MnO_2$ . В большом количестве (до 30%) может быть выделен концентрат, имеющий 60—70%  $MnO_2$ .

Явно вторичные пиролюзитовые руды известны близ южной границы зоны окисных руд между этой границей и краем IV надпойменной террасы Днепра.

На Грушевско-Басанской рудоносной площади в зоне окисных руд некоторые фракции и слои лабораторной отсадки пластовых проб из скважин дали содержание  $MnO_2$  60—70%. Выход такого концентрата 0—20% от необогащенной руды.

К перспективным участкам относятся также площади распространения преимущественно пиролюзитовых руд на Максимово-Тимосевском и Новоселовском участках.

Как уже было отмечено, действующим требованиям химической промышленности никопольские руды не отвечают, однако известно, что требования промышленности к сырью не остаются постоянными. Приведенные показатели качества наиболее богатых  $MnO_2$  концентратов свидетельствуют о том, что при некотором понижении требований никопольские руды несомненно могут являться сырьем для химической промышленности.

Таким образом, вопрос о целесообразности постановки специального дополнительного опробования на указанных перспективных площадях должен решаться в зависимости от уровня кондиций. Независимо от этого следует ввести в практику геологической разведки и рудничного опробования контрольные определения содержания  $MnO_2$  в наиболее богатых марганцем промежуточных продуктах обогащения и концентратах.

Что касается технологии обогащения руд, то целесообразно разработать методику выделения пиролюзитовых пизолитов, т. е. концентрически-слоистых стяжений величиной до 10 мм. Именно таким путем могут быть выделены агрегаты с относительно высоким содержанием  $MnO_2$ .

## ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

## ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Для всей площади Никопольского марганцеворудного бассейна имеются изданные литографским способом Главным управлением геодезии и картографии топографические планшеты, составленные в результате аэрофотосъемок (1953), наземных съемок и путем картографических работ.

На разведанных площадях собственно Никопольского месторождения топогеодезические работы выполнялись различными организациями с целью обеспечения геологоразведочных работ топографической основой. Основные территории Западной и Восточной рудоносных площадей были засняты в 1932—1935 гг. С этих карт работники маркшейдерского бюро треста «Никополь-Марганец» спантографировали планы. В годы Великой Отечественной войны все крупномасштабные планшеты топо съемок были уничтожены.

В настоящее время эти планы пополнены и откорректированы работниками маркшейдерского бюро треста «Никополь-Марганец» съемками послевоенного периода и служат основой для всех проводимых на месторождении маркшейдерских и геодезических работ.

В послевоенный период в пределах Западной рудоносной площади были засняты Северо-Западная площадь, Чкаловский, Чертомлык-Алексеевский, Покровский и Сулицкий участки; в восточной части засняты Максимово-Тимошевский и Красногригорьевский участки (2,56 км<sup>2</sup>), Марьевский (2,8 км<sup>2</sup>) и Грушевско-Басанский (62,8 км<sup>2</sup>) участки. Все геологоразведочные выработки выносились в натуру инструментально, координировались после их проходки и наносились на планы по координатам. Площадные съемки выполнялись в основном мензулой. Планшеты в оригиналах сданы маркшейдерскому отделу треста «Никополь-Марганец». Топогеодезические работы выполнены в соответствии с основными техническими требованиями к аэрофото-топографическим и мензульным съемкам.

## ГЕОЛОГОСЪЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ

В обзоре истории геологического изучения Никопольского марганцеворудного бассейна (глава I) в хронологическом порядке перечислены все геологосъемочные работы, выполненные на территории бассейна. Из них наиболее полно геологическое строение площади Никопольского месторождения и смежных районов отражают съемочные работы, произведенные Южно-Украинской экспедицией б. Украинского геологического управления в 1955—1960 гг. В них обобщен огромный фактический материал, накопленный при разведках месторождений марганца, бокситов, никеля и других, и в итоге составлен комплекс кон-

диционных геологических карт по Никополь-Криворожскому горнопромышленному району.

Из ранних работ наиболее полно характеризуют геологическое строение района Никопольского месторождения геологические карты, составленные С. Г. Вишняковым и А. И. Лепикашем; эти карты не потеряли своего значения до настоящего времени. В 1958—1960 гг. съемками были охвачены междуречье Ингулец — Днепр (А. Г. Виноградский, В. Ф. Киктенко, Д. Ф. Володин) и полоса Ингулецких рудоносных площадей и рудопроявлений (М. А. Самарин, Л. Г. Самарина).

Отличие от предыдущих съемок аналогичного масштаба, картирование сопровождалось большими объемами буровых работ и комплексом поисковых методов (радиометрия, металлотметрическое опробование, шлиховой анализ и др.). На базе этих съемок составлена геологическая карта.

В процессе производства геологических съемок уточнено стратиграфическое положение марганцеворудного пласта и выявлено наличие преимущественно карбонатных руд в междуречье Днепр — Ингулец, располагающихся в виде разобщенных небольших рудоносных площадей полосой субширотного простирания на протяжении 20 км, шириной до 6,5 км, от с. Осокоровка на востоке и почти до с. Хрущево на западе. Материалы геологосъемочных работ подтвердили единую генетическую и структурную связь между месторождениями и рудоносными площадями Никопольского марганцеворудного бассейна и установили пределы распространения и фации осадков олигоценового моря.

Больше-Токмакское месторождение марганца расположено в пределах двух листов, для которых имеются геологические карты, заснятые соответственно Э. В. Репиной и В. Н. Соловицким в 1955—1957 гг., Гойжевским и др. в 1957—1958 гг. В ближайшие годы территория Больше-Токмакского месторождения будет покрыта государственной съемкой более крупного масштаба.

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Впервые геофизические работы с целью поисков марганцевых руд были произведены на Никопольском месторождении в 1928 г. По заданию Геологического комитета Никопольская магнитометрическая партия Геоманитного отдела Главной геофизической обсерватории (Н. Н. Трубяччинский, 1932 г.) произвела изучение магнитного поля с целью выявления залежей марганцевых руд в пределах Коминтерн-Марьевского участка на площади 20 км<sup>2</sup>. Работам придавалось экспериментально-методологическое значение. В 1929 г. эта же партия покрыла микромагнитной съемкой площадь в 325 км<sup>2</sup> от Никополя до р. Соленая (весами Шмидта). В результате этих работ Н. Н. Трубяччинский (1932 г.) сделал следующие выводы:

1. Над марганцевыми залежами всюду наблюдаются слабые магнитные аномалии, повышающие свою интенсивность в зависимости от мощности рудоносного (марганцевого) слоя.
2. Нигде над марганцевыми залежами не встречено нормального, однородного геомагнитного поля.
3. В областях с нормальным магнитным полем марганца не встречается.
4. В областях со слабыми магнитными аномалиями иногда встречается марганец, иногда железистые породы.

Во время этих работ (1929 г.) на р. Чертомлык была обнаружена мощная Чертомлыкская магнитная аномалия.

В 1931 г. партией Ленинградского геофизического института (В. П. Павловский) была применена магниторазведка для поисков



марганцевых руд на площади 123 км<sup>2</sup> в восточной части Никопольского месторождения.

В 1939—1940 гг. в связи с развертыванием поисково-съёмочных работ для изучения рельефа кристаллических пород и глубины залегания их кровли, с целью поисков новых скоплений марганцевой руды в пределах восточной рудоносной площади привлекается электроразведка (П. К. Кириллов, С. Г. Киренберг).

Результаты работ представлены в виде карт изоглубин кровли кристаллических пород. При этом были выявлены депрессии в восточной и западной частях Никопольского месторождения, конфигурации которых несколько отличны от известных по данным бурения.

Вследствие слабой магнитной активности марганцевых руд, их относительно глубокого залегания и нечеткости в интерпретации получаемых данных геофизические методы (магнитометрия, электроразведка) для поисков собственно марганцевых руд в Никопольском бассейне (также и на Чиатурском месторождении) не нашли широкого применения. М. В. Юнеев (1948 г.) на основании анализа материалов опытной съёмки Н. Н. Трубяччинского, а также результатов, полученных на ряде других месторождений, пришел к заключению, что «рассчитывать на непосредственное выявление марганцевых руд геофизическими методами, как правило, нельзя», и высказал соображения о применимости их для косвенных поисков марганцевых руд.

Начиная с 1945 г., в Никопольском бассейне вновь развертываются геофизические работы с целью изучения пород железорудной формации (Чертомлыкской аномалии), а также поисков месторождений бокситов и никелевых руд.

В 1948 г. описываемый район покрывается аэромагнитной съёмкой Западно-Русской экспедицией (В. В. Суслеников и др.), а в 1949 г. аэромагнитную съёмку проводила аэромагнитная экспедиция № 5 «Укргеофизики» с целью поисков магнитных аномалий значительной интенсивности.

В результате этих работ под руководством Г. К. Кужелова составлены магнитные карты Украинского кристаллического массива и в том числе карты магнитного поля Никопольского месторождения.

В 1955—1958 гг. в целях эффективного использования геофизических методов для геологического картирования вся правобережная часть Никопольского марганцеворудного бассейна была покрыта наземной магнитной съёмкой (К. Ф. Тяпкин, Н. К. Ступак и др.).

В последующие годы отдельные площади бассейна с выявленными на них геофизическими аномалиями в процессе поисков покрывались магниторазведкой более крупных масштабов.

Таким образом, для большей части Никопольского марганцеворудного бассейна имеются магнитные карты.

## МЕТОДИКА ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Методика геологоразведочных работ в Никопольском марганцевом бассейне на протяжении всей истории его изучения не оставалась постоянной. Она менялась в связи с новыми задачами по разведке марганцевых руд и применением более современной буровой техники.

Разведочные работы до 1938 г. выполнялись путем проходки буровых скважин ручным способом, преимущественно эксплуатирующими организациями, для подготовки шахтных полей. Буровым наконечником служил змеевик, в значительной мере искажающий данные по мощности пласта и его строению. При бурении скважин, особенно пройден-

ных в дореволюционный период, обращалось внимание прежде всего на глубину залегания пласта и его мощность. Изучение состава руд и вмещающих пород проводилось спорадически. Руды анализировались на содержание марганца; реже — марганца и фосфора. Расположение скважин было бессистемным.

С 1938 г., с момента перехода геологоразведочных работ в ведение Укргеолуправления, улучшилась организация и обслуживание геологоразведочных работ.

Постепенно ручное бурение начинает вытесняться механическим. Скважины располагаются по квадратной сети. Змеевик заменяется колонковой трубой, позволившей получать керн проходимых пород с ненарушенной текстурой. Более тщательно производится изучение рудного пласта, вводится секционное опробование рудных пачек, разрабатываются критерии, определяющие рациональную плотность разведочной сети для отдельных этапов разведки. Все эти вопросы получили наибольшее разрешение с переходом разведочных работ в бассейн в ведение Укргеолтреста б. Министерства черной металлургии (1940—1955 гг.). В послевоенные годы механическое бурение разведочных скважин стало основным видом геологоразведочных работ. Непрерывно совершенствуется техника и технология проходки буровых скважин. Перевод буровых станков старых конструкций (КА—2М—300) на форсированный режим действия, ввод в эксплуатацию самоходных буровых установок новых конструкций, переход на бескерновое (по вмещающим породам) и беструбное бурение с применением промывки скважин глинистым раствором, использование усовершенствованных двойных и одинарных колонковых, ребристых коронок и других технических и организационных мероприятий обеспечили небывалый рост производительности бурового агрегата и эффективность самого бурения. Достаточно указать, что среднегодовая производительность механического бурения на станко-месяц по Никопольской ГРП Укргеолтреста МЧМ за 1946—1954 гг. выросла с 290 до 1671 м.

На базе огромного объема выполненных в бассейне геологоразведочных работ практически и научно обосновывается методика разведки, применяемая и в настоящее время.

Наличие в пределах Никопольского месторождения (также Больше-Токмакского и др.) пологозалегавшего марганцеворудного пласта, распространенного на больших площадях, предопределило целесообразность разведки его по квадратной разведочной сети. Указанный метод разведки нашел широкое применение в СССР при разведках пластовых и пластообразных залежей и был издавна принят для Никопольского бассейна. Учитывая сравнительно глубокое залегание рудного пласта под значительной толщей рыхлых осадочных отложений (до 100—120 м), включающих в своем разрезе до 4 водоносных горизонтов, можно считать, что единственно приемлемым видом разведочных работ являются буровые скважины.

Попытки заменить буровые скважины шурфами, даже в качестве контрольных, не увенчались успехом ввиду сложности и дороговизны их проходки.

Плотность разведочной сети, применяемая на Никопольском месторождении до 1946 г., была непостоянна и обуславливалась не геологическим характером разведываемых рудных площадей, а случайными факторами, в основном плотностью первичной поисковой сети, сгущаемой в процессе предварительной и детальной разведки.

Поисковые скважины проходились через 300—400—500 м, со сгущением их при детальной разведке до 100—125 м. В последующие годы при разведках марганцевых руд Никопольского бассейна применяется квадратная 600, 300 и 150-метровая сеть, соответствующая подсчитываемым запасам по категориям С<sub>1</sub>, В и А<sub>2</sub>.

При разведке малофосфористых марганцевых руд (Марьевский, Чкаловский участки и Северо-Западная рудная площадь) скважины располагались по сети  $120 \times 120$ ,  $60 \times 60$  и  $30 \times 30$  м.

При предварительных поисках марганцевых руд за пределами Никопольского месторождения проходились редкие поисковые профили с расстоянием между скважинами 2000—4000 м.

Профили располагались с расчетом пересечения предполагаемых депрессий в кристаллическом основании в широтном и меридиональном направлениях.

Установленная практикой методика разведки марганцевых руд Никопольского бассейна неоднократно апробировалась экспертами ВКЗ и ГКЗ и не вызывала возражений. С целью определения рациональной плотности сети выполнялись и специальные расчеты по сравнению мощностей, качества, запасов и морфологии рудного пласта при различной плотности сети разведочных скважин 100, 150, 200, 300, 400, 600 м (Н. Г. Григорьев и М. П. Кондратенко, Г. Д. Скрыбин и др.), а также сопоставление результатов эксплуатации и разведок (Е. Ф. Вильгос). Сравнительные подсчеты запасов марганцевой руды, а также средней мощности пласта и содержания марганца в сырой руде по разведочным сеткам различной плотности, показали, что на площадях с выдержанной и находящейся в пределах кондиций (по мощности и качеству) рудой 150-метровая сеть разведочных выработок достаточна для подсчета запасов по категории  $A_2$ , а 300-метровая — для подсчета запасов по категории В.

Для комплексного изучения бассейна скважины поисковой сети углублялись до кристаллических пород фундамента, с полным пересечением древней коры выветривания.

При отсутствии признаков полезных ископаемых в подрудной толще скважины детальной разведки углублялись на 3 м в подстилающие марганцевый пласт породы. По керну скважин поисковой разведки изучались полезные ископаемые надрудной толщи (суглинки, глины, пески, известняки, угли и др.).

При бурении скважин поисковой сети надрудные отложения бурились одинарной колонковой трубой диаметром 130 мм, марганцеворудный пласт перебуривался двойной колонковой трубой диаметром 129/114—108/99,5 мм и подрудная толща — одинарной колонковой трубой диаметром 100 мм. Бурение поисковых скважин (структурных) производилось с полным отбором керна. При детальной разведке (300—150-метровая сеть) бурение скважин до запретного горизонта (2—3 м выше рудного пласта, устанавливаемого на проектном разрезе) производилось сплошным забоем (долотом РХ). Документация пробуренных долотом пород производилась по шламу и поведению бурового снаряда, а их литологическая характеристика устанавливалась по разрезам поисковых (структурных) скважин. Ниже запретного горизонта вся толща пород, в том числе и марганцеворудный пласт, проходила двойной колонковой трубой диаметром 129/114 мм.

Проходка полезного ископаемого производилась в присутствии участка геолога или дежурного техника-геолога. При пересечении буровым снарядом кровли и почвы рудного пласта производились контрольные замеры глубины скважины. На закрытие скважины составлялись акты.

При проходке рудного пласта колонковой трубой рейс на забурку устанавливался не более 0,5 м, что гарантировало получение рудного керна с ненарушенной текстурой и исключало загрязнение его глинистым раствором. Выход керна при механическом и ручном бурении изменялся в пределах 90—100%, составляя в среднем 95%.

Скважины поисковой и детальной разведки в основном бурились без крепления обсадными трубами, с применением глинистого раствора.

В комплексе геологоразведочных работ послевоенного периода значительное место занимали гидрогеологические и инженерно-геологические работы, связанные с изучением гидрогеологических условий месторождений и решением ряда специальных вопросов. Методика их проведения изложена в соответствующих главах настоящей работы.

## МЕТОДИКА ОПРОБОВАНИЯ И ОБРАБОТКИ ПРОБ

Опробование месторождений Никопольского бассейна производилось на всех стадиях его исследования, с целью получения полной оценки качества марганцевых руд и сопутствующих полезных ископаемых.

Полная оценка качества марганцевых руд предусматривает:

а) установление типов руд и их химического и минералогического состава;

б) установление в рудном пласте пространственного расположения разных типов руд по сортам, утвержденным техническими условиями на марганцевые руды;

в) выяснение закономерностей распределения различных компонентов в рудах (особенно марганца и фосфора);

г) определение физических свойств руд — объемного и удельного весов, влажности, пористости и др.;

д) установление схемы обогащения руд применительно к условиям их промышленного использования;

е) изучение металлургических параметров руд с целью установления возможности использования их в сыром виде.

При решении поставленных задач отбирались пробы для определения содержания полезных и вредных компонентов в сырой и обогащенной руде, а также для изучения технологических, физических свойств и минералогического состава.

Процесс опробования разведочных выработок обычно делился на три этапа:

1) отбор проб из разведочных выработок;

2) обработка проб;

3) лабораторные исследования проб.

В разные периоды разведки бассейна методы отбора и обработки марганцевой руды видоизменялись.

В 1938 г. отбор проб руды из скважин (ручное бурение) производился змеевиком диаметром 75—100 мм, секционно, по пачкам мощностью до 0,5 м. При этом руда сильно перетиралась, перемешивалась с буровой грязью, и в силу этого взятая проба не всегда правильно отражала качество, текстуру и мощность руды. Проба полностью поступала в обработку, и в качестве дубликата оставлялись характерные штупные образцы. С введением колонкового бурения дефекты в опробовании рудного пласта, связанные с перебуриванием его змеевиком, были устранены.

В соответствии с действующими до 1948 г. кондициями, лимитирующими только качество концентрата, получаемого в результате обогащения сырой руды, поставляемой металлургическим заводам, изучение химического состава марганцевых руд производилось по пробам, отбираемым из разведочных скважин и эксплуатационных выработок после их обогащения в лабораторных условиях. Обогащение руды производилось отмывкой от глинистого материала, рассевом концентрата на ситах (на классы >35, 35—25, 25—12, 6—5, 3—2, 2—1, 1—0 мм) и отсадкой классов, полученных при расеве, в аппарате конструкции инженера Антипова.

Таким образом, в каждой пробе определялись выход концентрата (по классам) и отмоин и содержание в них марганца, фосфора и нерастворимого осадка.

Химический состав сырых руд определялся в 10—15% отбираемых проб.

При подсчете запасов руды в недрах (сырой руды) качество ее устанавливалось на основании пересчета анализов концентратов и шламов, полученных при обогащении руды.

Расчеты производились по формуле:

$$C = \frac{C_1 B_1 + C_{ш} + B_{ш}}{100}$$

где  $C$  — содержание компонента в сырой руде;

$C_1$  — содержание компонента в обогащенной руде;

$C_{ш}$  — содержание компонента в шламах;

$B_1$  — выход концентрата;

$B_{ш}$  — выход шлама (отмоин).

При такой методике исследования проб требуется большое количество исходного материала, почти отсутствуют прямые определения качества сырых руд и не остается дубликатов рудного керна по всему разрезу пласта.

Начиная с 1949 г., в связи с вводом в действие новых технических условий, лимитирующих качество сырых и обогащенных руд и выход концентрата, методика отбора и исследования проб была пересмотрена и в измененном виде применяется в Никопольском бассейне до настоящего времени. Сущность ее заключается в следующем: извлеченный из скважин рудный керн делится вдоль длинной оси пополам. При этом попадающиеся в руде конкреции размером свыше 5 см также разбиваются на две равные части.

После тщательного геологического описания его и разделения на пачки по типам руд и их текстурным особенностям отбираются пробы на сырую руду, обогащенную бессортную, и технологические испытания.

Пробы для химического анализа сырой руды отбираются из одной половины рудного керна по всем пробуренным скважинам, встретившим марганцевую руду мощностью не менее 0,3 м. С целью сохранения дубликатов керна пробы для исследования на обогатимость и химический анализ обогащенной руды отбираются по разреженной сетке — через 300 м — из второй половины рудного керна. Во всех остальных скважинах, где отбираются пробы для исследования только сырой руды, вторая половина керна сохраняется как дубликат.

Исследования на обогатимость руд производят по скважинам через 300 м, чередуя исследование бессортной руды в одной скважине и полное технологическое испытание с разбивкой на классы крупности и отсадкой в следующей скважине.

Отбор проб для анализа сырой и обогащенной бессортной руд производится по литологическим пачкам рудного пласта при длине интервала не более 1 м. Технологические пробы отбирались только по кондиционной части пласта, после получения результатов химического анализа сырой руды, по пробам, отобраным из первой половины рудного керна.

В скважинах, где отбираются пробы на исследование сырой и обогащенной руды, дубликатов проб не остается и они заменяются характерными образцами.

Некондиционные по химическому составу руды, встреченные скважинами 150-метровой сети, проверяются на выход концентрата.

Опробование карбонатной и окисно-карбонатной марганцевой руды производилось по той же схеме, что и окисной.

Опробование эксплуатационных выработок (подземных и открытых) производилось в основном методом борозды (5×10 см) по всей мощности рудного пласта, по литологическим пачкам секциями до 1 м и сопровождалось детальными зарисовками, отображающими строение и литологию опробуемых рудных забоев.

Отобранные пробы из крена скважин и эксплуатационных выработок после их взвешивания и фиксации в журнале опробования обрабатываются по следующим схемам.

1. Пробы сырой руды (рис. 101) высушиваются на железных листах до воздушно-сухого состояния, взвешиваются, а затем дроблением при тщательном смешивании и квартовании сокращаются по фор-

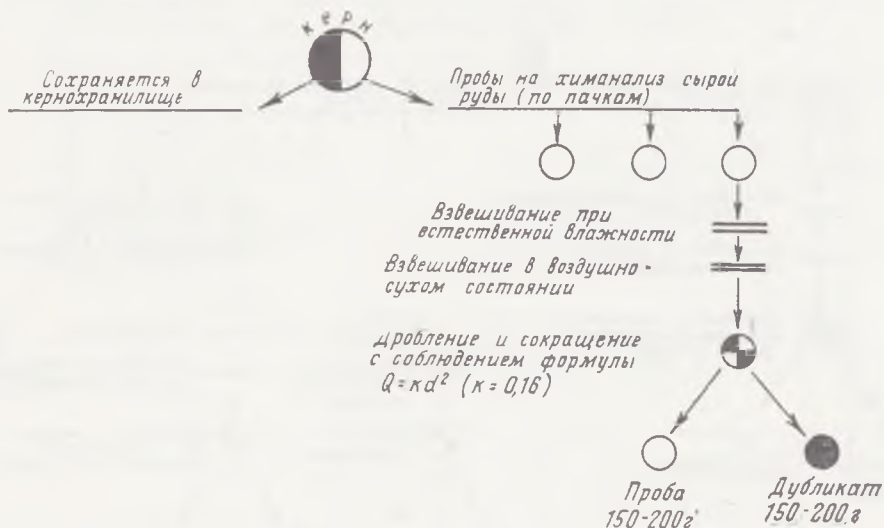


Рис. 101. Схема № 1 обработки проб, отбираемых для химического анализа сырой марганцевой руды

муле Ричарда-Чечотга ( $Q = kd^2$ , при  $K = 0,16^*$ ) и доводятся до лабораторной навески. Дробление крупных кусков осуществляется в механической ступе, а истирание до пудрообразной массы — в стержневой мельнице. Квартование проб ведется методом кольца и конуса или на делителе Джонса.

2. Пробы для исследования обогащенной (бессортной) окисной и карбонатной руд обрабатываются по схеме № 2 (рис. 102). Отобранные пробы после взвешивания при естественной влажности и воздушно-сухом состоянии путем промывки и отмучивания на сите с диаметром отверстий в 1 мм разделяются на концентрат и отмоины. После высушивания и взвешивания полученных двух классов (больше и меньше 1 мм) определяется весовой выход концентрата и отмоин. Дальнейшая обработка и сокращение проб до химической навески производится по формуле  $Q = kd^2$ .

3. Технологические пробы обрабатываются по схеме № 3 (рис. 103), которая в упрощенном виде соответствует обогащению руд на обогатительных фабриках треста «Никополь-Марганец». Первоначально пробы обрабатываются по схеме № 2, а затем полученный концентрат после высушивания и взвешивания подвергается рассеву с разделением на классы более 25, 25—8, 8—3, 3—1 мм. Каждый класс, кроме класса больше 25 мм, подвергается отсадке по удельному весу на четыре слоя

\* Величина  $K = 0,16$  установлена специальными исследовательскими работами Днепропетровского научно-исследовательского горнорудного института.

на ручном отсадочном аппарате системы инженера Антипова. Полученные после отсадки каждого класса пробы (слои), а также класс больше 25 мм, высушиваются, взвешиваются и доводятся до химической навески описанным выше способом. В результате произведенного технологического опробования устанавливается общий выход концентрата с учетом выхода и качества отдельных классов руды.

Попутные полезные ископаемые — бокситовидные породы, кора выветривания кристаллических пород, бурые угли и другие — опробуются по литологическим разновидностям. Пробы отбираются из половины рудного керна. Обработка проб и характер исследований определяются существующими требованиями к данному минеральному сырью.

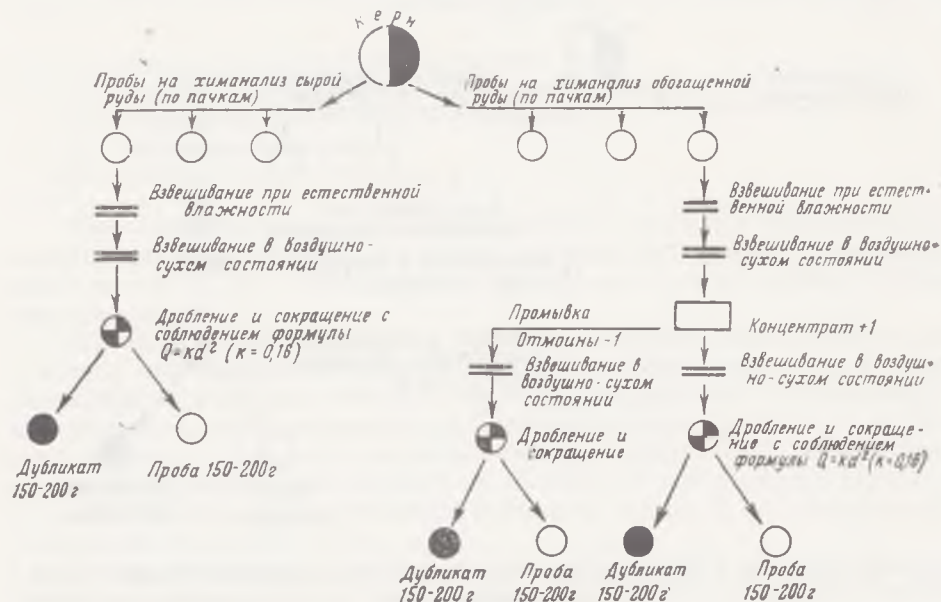


Рис. 102. Схема № 2 обработки проб, отбираемых для химического анализа сырой и обогащенной руды

## ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗЫ И ДРУГИЕ ВИДЫ ИССЛЕДОВАНИИ

Изучение химического состава руд производится с определением во всех пробах содержания компонентов, по которым на основе действующих кондиций устанавливается сортность руд.

В пробах сырой и обогащенной окисной руды определяются содержание Mn, P и частично Fe,  $Al_2O_3$ , а в окисно-карбонатной и карбонатной — дополнительно содержание CaO, MgO и  $SiO_2$ . Шламы анализируются на содержание Mn и P.

Для изучения полного химического состава руд в целом по пласту, а также по отдельным текстурным и минералогическим типам, выполнено по бассейну большое количество анализов групповых и композитных проб, в которых определены содержания следующих окислов:  $H_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $SiO_2$  — аморфная,  $CO_2$ , CaO, MgO,  $Fe_2O_3$ , FeO, MnO,  $MnO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $V_2O_5$ , NiO, CoO, BaO,  $Na_2O + K_2O$ ,  $SO_3$ ,  $P_2O_5$  — и п. п. п.

Групповые пробы отбираются из дубликатов рудного керна, по текстурным и минералогическим типам руд, из групп скважин, равномерно распределенных на отдельных участках месторождения. Композитные пробы составляются по типам сырых и обогащенных руд и в целом по пласту из дубликатов порошков секционных (рядовых) проб пропорционально их начальному весу.

Непрерывно совершенствуются и разрабатываются методы обогащения руд в направлении наиболее эффективного извлечения и использования марганцевых руд. Производится работа по пересмотру условий на марганцевые руды Никопольского месторождения. Поставлен вопрос об извлечении марганца из некондиционных руд и шламов, получаемых при обогащении.

Из физических свойств марганцевых руд в процессе эксплуатации и разведки Никопольского месторождения определяются объемный вес

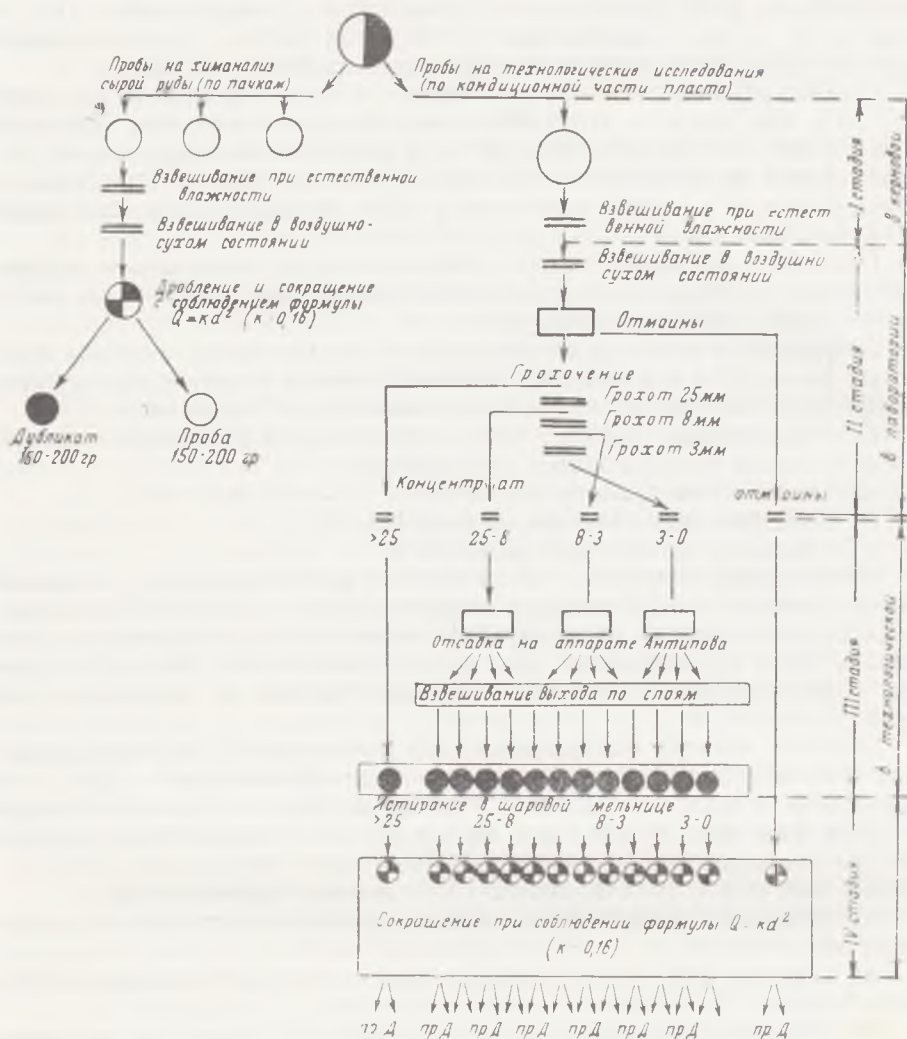


Рис. 103. Схема № 3 обработки проб, отбираемых для химического анализа сырой руды и технологических исследований

и естественная влажность. Определение объемного веса в целиках производится в карьерах и шахтах при нарезных и подготовительных работах, где рудный пласт не подвергнут дополнительному сжатию.

При разведочных работах объемный вес руды и естественная влажность определялись по керну скважин, равномерно расположенных на участке разведок. Для этой цели отбираются столбики рудного керна с ненарушенной структурой и тщательно обмеряются для определения их объема. Естественная влажность определяется сопряженно с объемным весом. Одновременно в пробе определяется содержание  $Mn$  и  $P$ .



## МЕТОДИКА ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Запасы марганцевых руд Никопольского месторождения неоднократно подсчитывались и утверждались в ГКЗ.

Подсчет запасов и их обработка осуществляется в соответствии с установленными кондициями для окисных и карбонатных руд.

Для окисных руд минимальное содержание Мп в сырой руде — 17%; выход концентрата не менее 25% и минимальное содержание Мп в концентрате 25%; руды, дающие концентрат с содержанием Мп не менее 47% и при содержании Р не более 0,2%, подсчитываются отдельно, как малофосфористые (ферромарганцевые) руды.

Для карбонатных руд минимальное содержание Мп в сырой руде 13% при условии, что в обогатенной руде содержание Мп будет не менее 20% и  $\text{SiO}_2$  — не более 20%. Для всех типов марганцевых руд минимальная промышленная мощность рудного пласта принимается равной 0,75 м, а в случае залегания в почве рудного пласта кристаллических пород — 1 м.

Прослой с некондиционным содержанием Мп, залегающие в почве или кровле рудного пласта, в подсчет балансовых запасов не включаются, а при обработке оставляются.

Безрудные и некондиционные прослой внутри рудного пласта мощностью более 0,3 м в подсчет балансовых запасов также не включаются, а в процессе добычи селективно извлекаются и отбрасываются.

К забалансовым запасам относятся руды, не отвечающие одному или нескольким кондиционным требованиям:

- а) с мощностью рудного пласта менее 0,75—0,5 м;
- б) с содержанием Мп в сырой руде 10—17%;
- в) с выходом концентрата менее 25%.

Необходимо отметить, что в связи с изменившимися условиями (новой механизацией, введением открытых работ, усовершенствованием процесса обогащения) существующие кондиции на марганцевую руду должны быть пересмотрены. Эта работа выполняется Механобрчерметом, Южгипрорудой и трестами «Днепрогеология» и «Никополь-Марганец».

Подсчет запасов марганцевых руд производится по укрупненным геологическим блокам методом среднего арифметического. Для удобства подсчета геологические блоки разбиваются на подсчетные фигуры.

При разбивке рудоносных площадей на геологические блоки и фигуры учитываются следующие факторы:

- а) типы руд (окисная, окисно-карбонатная, карбонатная);
- б) горно-эксплуатационные условия (открытые или подземные разработки);
- в) качество руд, степень выдержанности мощности и качество рудного пласта;
- г) гидрогеологические условия (степень обводненности, литология кровли);
- д) степень разведанности (густота разведочной сети).

Подсчет запасов марганцевых руд Никопольского месторождения методом среднего арифметического по укрупненным геологическим блокам, при его простоте и достаточной точности, является наиболее приемлемым.

По морфологическим признакам Никопольское месторождение относится к I группе, характеризующейся наличием правильных пластообразных рудных тел, более или менее спокойным залеганием и постепенной фациальной изменчивостью марганцевых руд.

Почти горизонтальное залегание рудного пласта, разведанного правильной квадратной сетью скважин, и незначительные колебания мощности и содержания Мп в пределах подсчетных блоков подтверждают

правильность принятого метода подсчета запасов. «При этой системе разведок подсчет запасов наиболее целесообразно производить методом геологических блоков» (А. П. Прокофьев, 1953 г., А. Н. Якжин, 1954 г.).

На планах подсчета запасов около каждой скважины выставляются общая мощность рудного пласта и мощность кондиционной части, содержание  $Mn$  в сырой и обогащенной руде и выход концентрата по кондиционной части пласта. На площади распространения карбонатных руд показывается также содержание  $SiO_2$  в обогащенной руде.

Кроме того, на планах подсчета запасов показаны:

1) нулевой контур рудного пласта, проведенный на половине расстояния между рудной и безрудной скважинами;

2) контур балансовых руд, представляющий собой результирующую изолинию, проведенную путем интерполяции по мощности 0,75 м с учетом требований кондиций по качеству;

3) контур забалансовых руд, представляющий изолинию, проведенную путем интерполяции по мощности пласта 0,5 м, или по содержанию  $Mn$  в сырой руде — 10%;

4) контуры распределения окисных, окисно-карбонатных и карбонатных марганцевых руд.

Запасы марганцевой руды по фигурам подсчета определяются умножением площади фигур на среднеарифметическую мощность рудного пласта и объемный вес, определенный в шахтах и по керну разведочных скважин для каждого участка отдельно.

Категоризация балансовых и забалансовых запасов производится с учетом степени разведанности и полноты изучения качественной характеристики марганцевых руд.

а) **Балансовые запасы.** 1. К категории  $A_2$  относятся запасы руды, подсчитанные в контуре качественно охарактеризованных выработок (скважин), отвечающих всем кондиционным условиям, предусмотренным для руд Никопольского бассейна. Густота разведочной сети не превышает 150 м, а для малофосфористых руд — 60—75 м. Гидрогеологические условия участка изучены достаточно.

2. К категории В относятся запасы, примыкающие к категории  $A_2$  и разведанные по 300-метровой сети. По категории В подсчитываются также запасы по скважинам 150-метровой сети, не имеющим полной (или надежной) качественной характеристики.

3. По категории  $C_1$  подсчитываются запасы: по приконтурным частям залежей; по одиночным скважинам; по площадям, разведанным 600-метровой сетью скважин, а также более густой сетью скважин, недостаточно качественно охарактеризованных.

б) **Забалансовые запасы.** 1. К категории В относятся некондиционные руды преимущественно нижней пачки пласта, расположенные на площади распространения кондиционных руд, разведанных по 150- и 300-метровой сети.

2. К категории  $C_1$  относятся запасы, расположенные в контурах изолиний мощности 0,5—0,75 м, или содержания  $Mn$  в сырой руде 10—17%, а также некондиционные руды, расположенные на площади подсчета запасов кондиционных руд.

Измерение площадей блоков производится трехкратным планиметрированием подсчетных фигур.

Вычисление средней мощности рудного пласта, содержания  $Mn$  и  $P$  в сырой и обогащенной руде и выход концентрата по фигуре подсчета производится среднеарифметическим способом. Содержание  $Mn$  в сырой и обогащенной руде по категориям подсчета запасов в пределах блоков определяется как средневзвешенное по запасам. По фигурам подсчета, ограниченным с одной стороны результирующей изолинией, средняя мощность и среднее содержание компонентов определяются как среднее арифметическое по скважинам, входящим в данную

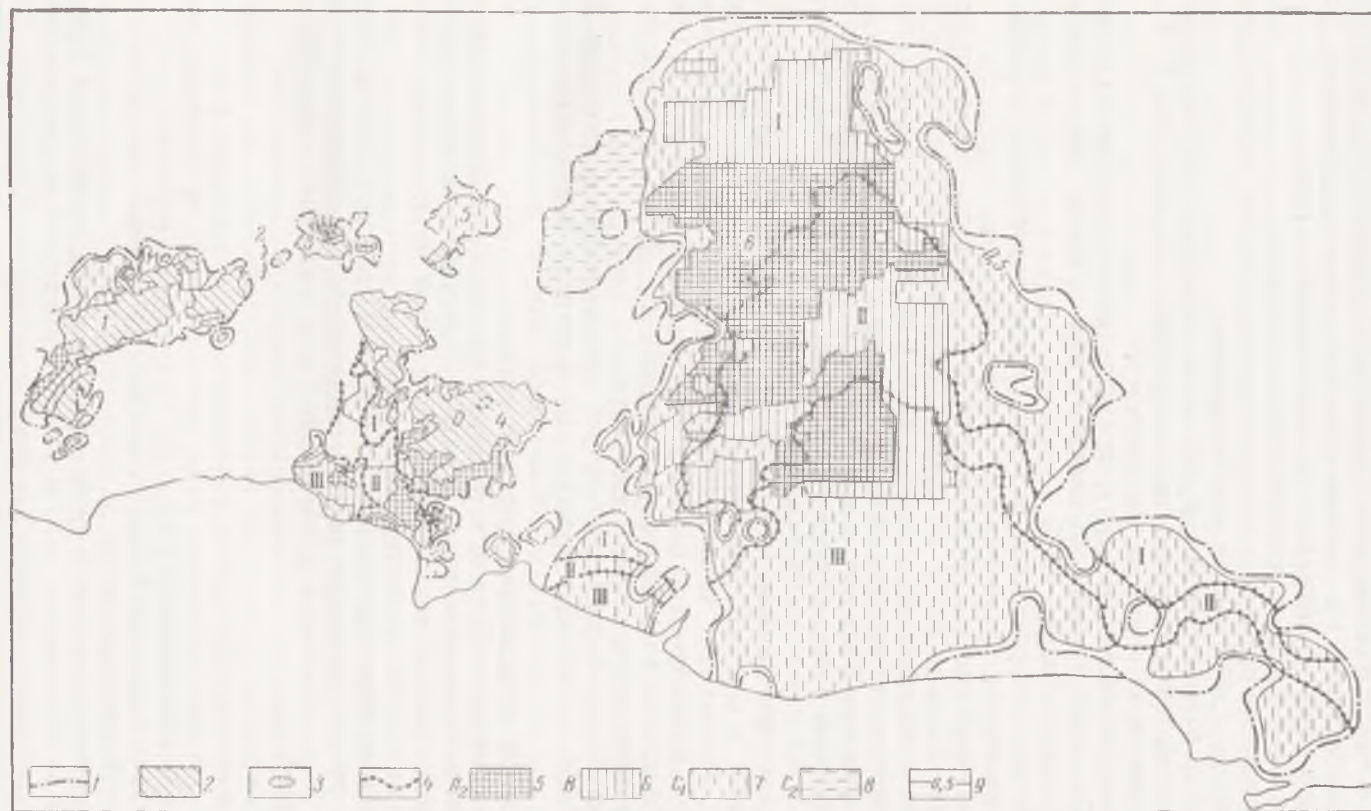


Рис. 104. План разведанности Восточной рудоносной площади

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — граница типов руд; 5—8 — степень разведанности по категориям; 9 — изолиния мощности пласта, равная 0,5 м. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные. Участки (цифры на карте): 1. Максимова-Тимошевский; 2. Закаменский; 3. Новоселовский; 4. Коминтерн-Марьевский; 5. Николасский; 6. Грушевеко-Басилский

фигуру, с учетом определенного числа точек на соответствующей изолинии.

С целью выделения площадей под открытые разработки по скважинам вычисляется соотношение вскрыши в  $m^3$  на 1 т руды (коэффициент вскрыши), получаемое путем деления мощности вскрыши на вес руды в тоннах.

По данным треста «Никополь-Марганец», это соотношение для участков, рекомендуемых под открытые работы, не должно превышать  $18 m^3/t$ .

Описанные выше положения, касающиеся методики разведки, опробования, изучения вещественного состава и технологических свойств марганцевых руд, а также и подсчета запасов, были полностью использованы при разведке Больше-Токмакского месторождения (1952—1957 гг.) и оценке ряда новых рудопроявлений, выявленных в последнее десятилетие в пределах Никопольского марганцеворудного бассейна.

### СТЕПЕНЬ РАЗВЕДАННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Основные запасы марганцевых руд, выявленных в пределах Никопольского марганцеворудного бассейна, сосредоточены в пределах Никопольского и Больше-Токмакского месторождений. Суммарно они составляют около 80% всех разведанных запасов марганцевых руд СССР. В настоящее время и в течение ближайших 10—15 лет сырьевой базой марганцеворудной промышленности УССР остается Никопольское месторождение. Разведанные запасы этого месторождения обеспечивают его эксплуатацию на протяжении более 60—65 лет с учетом непрерывного роста годовой добычи.

В 1972 г. вступит в строй первый марганцевый рудник на Больше-Токмакском месторождении.

Собственно Никопольское месторождение разведано в своих естественных границах. На 1/1 1962 г. 100% запасов категории  $A_2+B+C$  утверждены в ГКЗ. В целом по месторождению 59% запасов разведано по категории  $A+B$ . Особенно детально разведывались окисные руды, где по категории  $A+B$  разведано почти 75% запасов. Запасы, разведанные по категории  $A+B$  по карбонатным рудам, достигают только 30% (рис. 104, 105).

Соотношение категорий запасов марганцевых руд по Никопольскому месторождению (по типам руд) на 1/1 1961 г. представлено в табл. 85.

Приведенные цифры свидетельствуют о высокой степени разведанности рудоносных площадей Никопольского месторождения, что наглядно представлено на рис. 104 и 105.

Разработка марганцевых руд в Никопольском бассейне производится подземным и открытым способами. Все карьеры заложены на участках окисных руд. Только один Марьевский карьер разрабатывает наряду с окисными и карбонатные руды.

В пределах Восточной рудоносной площади разрабатываются Максимова-Тимошевский, Новоселовский, Марьевский и Грушевско-Басанский участки. Из них Максимова-Тимошевский и Новоселовский участки почти выработаны (отрабатываются их периферические части).

Коминтерн-Марьевский участок также сильно выработан (по окисным рудам). Грушевско-Басанский участок только начинает разрабатываться и является основной рудной площадью для развития современных эксплуатационных работ в Восточной рудоносной площади. В Западной рудоносной площади эксплуатационные работы сосредоточены на Северо-Западном участке (шахты, карьеры). Остальные участки в эксплуатацию пока не вовлечены.

В соответствии с 15-летним планом развития марганцевой промышленности добыча руды в Никопольском бассейне в 1975 г. должна увеличиться почти в 3,5 раза против 1960 г. Такое значительное увеличение добычи обеспечивается вводом в эксплуатацию новых объектов (Покровского, Сулицкого, Чертомлыкско-Алексеевского) и повышением удельного веса добычи на открытых работах. В числе новых объектов с 1963 г. открываются карьеры по добыче карбонатной руды.



Рис. 105. План разведанности Западной рудоносной площади

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — граница типов руд; 5—8 — степень разведанности по категориям запасов; 9 — граница участков; 10 — изолиния мощности рудного пласта, равная 0,5 м. Участки (цифры на карте): 1. Северо-западная часть; 2. Чкаловский; 3. Чертомлыкско-Алексеевский; 4. Покровский; 5. Сулицкий. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

В 1975 г. карбонатные руды составят почти 61% в общей добыче Никопольского бассейна (с учетом освоения Больше-Токмакского месторождения). В разрезе 15-летнего плана значительно повышается удельный вес добычи руд из карьеров. Если в 1961 г. разработка открытыми карьерами давала 41,5% добычи бассейна, то в 1970 г. она достигнет 86,3%.

Рассматривая план развития эксплуатации бассейна в перспективе, нельзя упускать вопрос о качестве сырых, т. е. необогащенных руд.

Карбонатные руды содержат меньше марганца, чем окисные. Снижение содержания Mn по мере перехода разработки от окисных руд к карбонатным происходит постепенно. Среднее содержание Mn в кар-

Типы руд	Запасы по категории, %		
	A+B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Восточная рудоносная площадь			
окисная	51	37,4	11,6
окисно-карбонатная	81,5	18,5	—
карбонатная	32	68	—
Итого	51	41,2	4,8
в том числе малофосфористой руды	37,8	62,2	—
Западная рудоносная площадь			
окисная	86	13,1	0,9
окисно-карбонатная	48,8	51,2	—
карбонатная	28,7	64	7,3
Итого	15,6	48,6	35,8
в том числе малофосфористой руды	23	53,3	23,7
По Никопольскому месторождению в целом			
окисная	74,9	20,8	4,3
окисно-карбонатная	73	27	—
карбонатная	30	65,5	4,5
Итого	59	37,2	3,8
в том числе малофосфористой руды	23	53,3	23,7

бонатных рудах, как показали данные опробования, обычно несколько ниже 20%. Добываемые окисные руды в целом по тресту «Никополь-Марганец» содержат Mn в среднем около 27%. Следовательно, при росте размеров добычи карбонатных руд содержание Mn в добываемых сырых рудах с течением времени будет снижаться.

Крупным резервом для дальнейшего развития марганцевой промышленности явится Больше-Токмакское месторождение, запасы которого примерно равны запасам Никопольского месторождения. Первая добыча на этом месторождении намечается в 1972 г.

По степени разведанности Больше-Токмакское месторождение преимущественно карбонатных марганцевых руд значительно уступает Никопольскому.

Утвержденные ГКЗ запасы марганцевых руд Больше-Токмакского месторождения представлены в табл. 86.

Как видно из приведенных цифр, месторождение требует доразведки с целью перевода запасов в высшие категории. Основные руды на месторождении — карбонатные, что существенно отличает его от Никопольского.

Отдельные марганцеворудные площади и рудопроявления, известные в Ингулецком районе и в междуречье Днепр — Ингулец, практического значения в общем балансе марганцевых руд Никопольского бас-

Типы руд	Запасы по категории, %		
	B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Карбонатные Окисные	10,6 —	64,1 3,5	21,8 —
Итого	10,6	67,6	21,8

сейна не имеют в силу малой изученности и крайне низкой степени разведанности. Некоторый интерес представляют небольшие марганцеворудные залежи, выявленные в пределах Ингулецкой железорудной полосы, залегающие в кровле железных руд и являющиеся объектом попутной добычи.

### СРАВНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО РАЗВЕДОЧНЫМ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ РАБОТАМ

Проектирование эксплуатационных объектов (шахт и карьеров) производится по данным разведочных работ. В процессе эксплуатации эти первоначальные данные пополняются и корректируются по наблюдениям непосредственно в горных выработках. В результате уточнения контуров и мощности рудного пласта и объемного веса корректируются и запасы марганцевой руды.

Изменения запасов руды, связанные с уточнением мощности, подсчитанные по отдельным шахтам и карьерам рудников суммарно за период от 3 до 14 лет, имеют положительные и отрицательные значения. Однако в целом по всем рудникам имеется прирост запасов от корректировки мощности.

Определения объемного веса в целике также дают изменения запасов разных знаков. Практически в целом прирост запасов за счет корректировки объемного веса неощутим.

Уточнение промышленного контура по всем объектам, где это имело место, суммарно, за редким исключением, дает везде прирост запасов в количестве от 7,3% (РУ им. Максимова) до 13,3% (РУ им. Орджоникидзе).

Некоторое снижение запасов происходит за счет списания с баланса некондиционных и неподтвердившихся запасов. Такие случаи бывают в местах поднятия кристаллических пород, где уменьшается мощность или совсем исчезает рудный пласт. Кроме того, изредка обнаруживаются участки, где содержание Mn в массиве менее 17%, или менее 25% в обогащенной руде, или выход концентрата менее 25%. Такие руды также относятся к некондиционным и списываются с баланса. Они имеют особенное распространение на руднике им. Максимова.

РУ им. 40 лет Октября списано некондиционных по мощности руд в количестве 0,4% от погашенных. По причине некондиционного качества руд списаний нет.

РУ им. Орджоникидзе имеет списания некондиционных запасов и по мощности, и по качеству руд. По первой причине списание составило 1,9%, а по второй — 0,4% от погашенных.

РУ им. Максимова дорабатывает рудную залежь. Особенно неблагоприятны участки поля шахт № 28 и № 29. Списание по малой мощности рудного пласта составило 2,2%, а по некондиционному содержанию марганца — 2,5% от погашенных запасов.

В целом по представленным объектам за счет уточнения мощности, объемного веса, промышленных контуров рудного пласта, списания

некондиционных руд результативно прирост запасов выразился в 309,5 тыс. т, что составляет 11,5% к погашенным запасам.

Кроме приведенных подсчетов, сопоставление результатов разведочных работ и эксплуатации было выполнено по отдельным шахтным полям путем сравнения данных разведочных скважин и шахтных проб, расстояния между которыми не превышали 3—8 м.

Количество буровых скважин, взятых для сравнения: по РУ им. 40 лет Октября — 14; РУ им. Орджоникидзе — 23; РУ им. Максимова — 11; Грушевское РУ — 8.

Обобщенные результаты сравнения мощности рудного пласта и содержания марганца по разведочным скважинам и шахтному опробованию показывают (табл. 87) меньшее расхождение в мощности. По мощности рудного пласта есть случаи полного совпадения, по содержанию марганца этого не наблюдается.

Т а б л и ц а 87

РУ	Данные	Мощность, м			Содержание Мп, %		
		мини-мальная	макси-мальная	средняя	мини-мальное	макси-мальное	среднее
Им. 40 лет Октября	разведка	2,45	3,5	3,03	26,34	31,1	28,82
	эксплуатация	2,35	3,45	3,02	23,17	30,59	27,19
Им. Орджоникидзе	разведка	0,8	3,5	2,1	14,02	43,2	25,59
	эксплуатация	0,6	3,05	2,24	19,78	37,4	27,15
Им. Максимова	разведка	0,7	2,35	1,42	11,19	28,6	21,54
	эксплуатация	1,15	2,35	1,78	16,37	30,4	22,93
Грушевское	разведка	0,9	3,4	2,1	24,18	31,68	27,67
	эксплуатация	1,45	2,95	2,12	21,25	31,85	27,94

В заключение устанавливается следующее:

1. Уточнение контуров промышленных руд путем проходки горных выработок и дополнительных буровых скважин, за редкими исключениями, дает прирост запасов.

2. Уточнение мощности рудного пласта и объемного веса дают незначительные изменения запасов.

3. Выделение и списание некондиционных запасов также не приводит к значительным изменениям.

4. На отдельных относительно небольших участках встречаются значительные расхождения, особенно по качеству.

5. В целом по эксплуатируемым участкам принятые запасы отвечают действительному положению в пределах допустимых отклонений.

Необходимо отметить, что в настоящее время почти все эксплуатационные объекты работают на площадях, где запасы руд были разведаны до категорий А<sub>2</sub> и В.



## ГЛАВА XIII

### РУДНИЧНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА

Эксплуатационная геологическая служба в пределах Никопольского месторождения осуществляется под руководством главного геолога Управления горнодобывающей промышленности Днепропетровского совнархоза.

Следующим звеном является геологический отдел треста «Никополь-Марганец», в который входят главный геолог и гидрогеолог. Геологический штат треста руководит геологическими отделами РУ, контролирует их, а также занимается вопросами, связанными с проектированием промышленных объектов. В каждом РУ есть геологический отдел, возглавляемый главным геологом. В штате отделов работают участковые геологи, коллекторы (они же выполняют чертежные работы), опробовщики.

Геологические отделы наиболее крупных РУ — им. 40 лет Октября и им. Орджоникидзе — включают в свой штат также гидрогеолога, техника-геофизика и буровую бригаду.

В задачи эксплуатационной геологической службы входит накопление и анализ фактических данных, способствующих обеспечению технически правильной и экономически целесообразной разработки месторождения. К таким вопросам относятся: опробование, разубоживание, потери, притоки вод из водоносных горизонтов, объемный вес, движение запасов, уточнение контуров, документация.

Рудный пласт опробуется бороздовым методом отдельно по литологическим пачкам. Габариты борозды: ширина 10 см, глубина 5 см.

В подземных выработках опробуются забой, так как по правилам техники безопасности забой может опережать крепление всего на 0,75 м. Расстояние между пробами в главных и панельных штреках 30 м, в нарезных — 15 м. Очистные заходки, как правило, не опробуются.

В карьерах руда опробуется таким же способом в рабочем борту вслед за обнажением рудного пласта. Из-за технических условий расстояние между пробами здесь менее выдержано.

Спорадически опробуются породы почвы и кровли рудного пласта на содержание в них Mn, что имеет значение при определении разубоживания.

По каждой панели шахтного поля и на вскрытых участках карьеров отбираются пробы на лабораторное обогащение с целью уточнения, какие сорта и сколько могут дать руды различных участков после обогащения.

В приемных бункерах обогатительных фабрик руда различных участков смешивается. Поэтому опробование добытой руды производится из вагонеток до бункера. Опробованием руды, поступающей на фабрику, а также получаемого концентрата, занимаются отделы технического контроля рудников.

В помещении, где собирается материал опробования, находятся ящики, по одному на каждую шахту или карьер. При подходе вагонеток из каждой отбирается лопатка материала и сыпается в соответствующий ящик. Таким образом, создаются ежесменные пробы по каждому объекту. Они же характеризуют качество заваленной руды.

Отбором проб для определения качества промпродуктов в цепи аппаратов обогатительных фабрик занимается рудоиспытательная станция.

Все пробы анализируются на содержание Mn, часть проб — дополнительно на P и влагу. В отдельных пробах от завалки и концентратов определяются SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, S, MnO, MnO<sub>2</sub>.

Рудничные геологи в числе прочих работ выполняют расчет содержания Mn в руде по объектам и РУ для месячных, квартальных, годовых планов и на более длительный период.

Шахтные пробы дают также данные для определения фактического качества в отработанном массиве, а это необходимо для расчета разубоживания.

Процент разубоживания добытой руды определяется по формуле

$$P = \frac{C - A}{C - B} \cdot 100,$$

где C — среднее содержание Mn в массиве;

A — „ „ „ в добытой руде;

B — „ „ „ в породах кровли и почвы рудного пласта.

Содержание Mn во вмещающих породах от нескольких десятых до 5%.

Потери руды в недрах определяются по формуле

$$П = B - D + D_p,$$

где B — погашенные запасы;

D — добыча руды;

D<sub>p</sub> — разубоживающие породы.

Потери подразделяются на неизбежные, связанные с принятой системой работ и требованиями техники безопасности, и устранимые, причиной которых является неправильное ведение работ. Обособленно стоят потери от геологических и гидрогеологических условий (прорывы обводненных песков и т. п.). Ниже приводится приближенное процентное соотношение потерь от разных причин. Общие потери приняты за 100% (табл. 88).

Таблица 88

Потери	Подземные работы	Открытые работы
В междухазонных и междустрековых целиках	90	48
В почве и кровле рудного пласта	менее 1	45
От неправильного ведения горных работ	6	5
От геологических и гидрогеологических условий	2	менее 1
Прочие	2	2

На открытых работах, как правило, увеличивается разубоживание, но снижаются потери. В первом случае влияет невозможность выполнения идеальной зачистки вскрытого участка рудного пласта; во втором — действуют более благоприятные условия отработки, главным образом отсутствие горного давления.

На 1961 г. по тресту «Никополь-Марганец» установлены следующие нормы, %: разубоживание для подземных работ — 1,48, для открытых — 2,72; потери для подземных работ — 11,6, для открытых — 5,7.

Нормы разубоживания и потерь для всех шахт и карьеров ежегодно утверждают горнотехнической инспекцией или совнархозом. В зависимости от горногеологических условий нормы разубоживания в пределах 0,15—5%.

Нормы потерь 4,5—15%. При отработке околоствольных целиков нормы потерь увеличиваются, особенно если целик отрабатывается на свою шахту. В этом случае удается вынуть не более 50% запасов целика.

С целью уменьшения потерь шахты в настоящее время выносятся за пределы своего поля, а околоствольный целик включается в поле следующей шахты и отрабатывается на нее. Это позволяет выбрать запасы целика с обычными потерями.

Эксплуатационная разведка в Никопольском бассейне располагает двумя буровыми станками УКБ-2-100.

РУ проходят небольшое количество скважин для уточнения геологических данных определенной точки или небольшого участка. Решаются вопросы: уточнение контура промышленных руд для шахт или карьера, уточняется мощность, качество, гипсометрия кровли и почвы рудного пласта, мощность водоносного горизонта, уточняется полностью разрез в месте заложения ствола шахты и т. п.

С целью более точного учета добычи на шахтах и карьерах рудников периодически отбираются пробы марганцевой руды для определения объемного веса. Как правило, на каждой панели должно быть сделано, как минимум, одно определение объемного веса.

В настоящее время размеры шахтных полей увеличены, соответственно увеличивается и количество определений.

Пробы для определения объемного веса должны отбираться в недеформированном, необжатом участке. Обычно такие пробы берутся при проходке подготовительных или нарезных выработок.

В этих работах совместно участвуют работники геологического и маркшейдерского отделов. Одновременно с определением объемного веса отбирается проба на определение содержания Mn и влаги.

Следует отметить, что между величиной объемного веса и содержанием Mn какой-либо зависимости не устанавливается. Здесь, видимо, имеет влияние пористость рудных образований и колебания влажности.

Несмотря на колебания объемного веса по отдельным пробам (1,8—2,3), в среднем получают величины, весьма близкие к тем, которыми пользуются для укрупненных подсчетов. При подсчете запасов Марьевского участка (РУ им. 40 лет Октября) объемный вес марганцевой руды принимался 2,2. Шахтные пробы дают 2,18. Для Максимова-Тимошевского участка (РУ им. Максимова) объемный вес принимался 2, фактически определяется 2,02. Большая разница получается по РУ им. Орджоникидзе, где в среднем объемный вес принимался 2,05, а определения по шахтным пробам дают 1,98.

Геологическая и маркшейдерская службы контролируют чистоту и полноту выемки рудного пласта, корректируют по фактическим данным мощность, объемный вес и положение промышленного контура на участке. Кроме оперативного учета, маркшейдерская служба ежегодно выполняет замер и пересчет запасов на действующих объектах. Эти данные используются геологами при составлении ежегодного баланса запасов.

Гидрогеологическая служба на объектах эксплуатации находится в стадии организации. Потребность в ней особенно возросла в связи с развитием открытых разработок.

Ведутся наблюдения за притоком воды в подземных выработках и карьерах. Откачка воды осуществляется из зумпфов и водоотливных скважин. Контролируются работы по осушению шахтных и карьерных полей. Для осушения Шевченковского карьера пройдены специальные выработки. Дренаж шахтных полей осуществляется через забивные иглофильтры в кровле выработок и трубчатые колодцы в почве. Наблюдаются также уровни воды в режимных скважинах гидрогеологических профилей и контрольных наблюдательных скважинах в районе осушительных работ.

Все данные геологических наблюдений систематизируются в соответствии с инструкцией ведения рудничной геологической службы.

## ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Рудный пласт представляет собой рыхлую массу, легко разрушающуюся при воздействии на нее отбойного молотка или обушка. Мощность рудного пласта варьирует от нескольких сантиметров на контурах рудных залежей до 4—5 м в отдельных участках, в среднем составляя 2 м.

Крепость марганцевых руд незначительная (1—3 по шкале проф. Протодьяконова). Крепость же отдельных марганцевых конкреций, встречающихся в пласте, 5—6 и более (по той же шкале).

Пласт марганцевой руды залегает почти горизонтально на глубине 10—100 м от дневной поверхности. Влажность его в естественном состоянии обычно 27—41% (по весу); обладает значительной пористостью — 45—60%; степень водонасыщенности достигает 1. Коэффициент фильтрации рудного пласта, определенный по гранулометрическому составу, равен примерно 0,7 м/сутки. При вскрытии пласта горными выработками влажность его понижается до 16%. Под влиянием горного давления, развивающегося при проходке горных выработок, сжатие пласта достигает 20—25%, распространяясь в сторону от пройденной выработки на 2—3 м.

Породы, вмещающие рудный пласт, обладают преимущественно низкой механической прочностью, некоторые из них приближаются по своим свойствам к пластичным породам.

Физико-механические свойства рудного пласта и боковых пород характеризуются следующими данными, представленными в табл. 89.

**Проявление горного давления на шахтах месторождения.** Горное давление в проходимой выработке проявляется с момента обнажения кровли, в связи с чем проходка выработки без постановки постоянного крепления ограничивается на длину 0,7 м.

После постановки крепления в выработке горное давление проявляется спустя 4—8 суток, в течение которых порода за крепью деформируется, подходит вплотную к крепи и заполняет все зазоры между породой и затяжками. Далее горное давление более или менее равномерно нарастает, через 40—70 суток достигает максимума и на этом стабилизируется, оставаясь неизменным до тех пор, пока не начнется проявление вторичного горного давления, возникающего под влиянием очистных работ.

Под влиянием сжимающей нагрузки, вызванной горным давлением, пласт отдает воду, становится более пористым и деформируется, уменьшаясь в мощности. Деформация постепенно распространяется в обе стороны от штрека по мере увеличения пролета свода. Утонение пласта фиксируется при переходе заваленных выработок.

Породы	Число пластичности, %	Естественная влажность, %	Объемный вес	Удельный вес	Пористость, %	Средний угол внутреннего трения, градусы
Лессовидные суглинки (верхний горизонт)	13,76	14,8	1,65	2,67	46,1	14—26
Лессовидные суглинки (нижний горизонт)	15,23	17,89	1,67	2,68	41	14—23
Красно-бурые глины	28	27	1,94	2,73	44,3	14—23
Мергелистые глины	34,48	36,36	1,87	2,7	45,2	14—18
Черные глины	40,94	41	1,82	2,69	53,5	13—17
Пески	—	14,2	2,08	2,68	39,1	32—35
Глина надрудная яблочно-зеленая	37,06	33,96	1,86	2,66	48,8	11—14
Марганцевая руда	30	41	2,13	2,77	45,9	17

\* Данные Укргеолтреста и ИГД АН УССР.

Значительное горное давление на крепление проявляется в выработках, пройденных по рудному пласту мощностью 2,8 м. В этих условиях, кроме вертикального, особенно проявляется горизонтальное давление, действующее на стойки крепления, которые деформируются на 1/3 высоты от почвы.

В почве рудного пласта залегают обводненные пески, глины, каолины и реже кристаллические породы.

На участках, где почвой пласта являются глины и каолины, последние при обнажении под влиянием влажной атмосферы или обводненности вспучиваются. Элемент крепи — лежень — под действием вспучивающейся породы разрушается, профиль откаточных путей искажается и выработка становится непригодна к эксплуатации.

По величине горного давления отдельные участки Никопольского месторождения разделяются на три категории.

1-я категория — участки с небольшим горным давлением, при величине установившегося первичного вертикального горного давления до  $0,5 \text{ кг/см}^2$ . К этой категории относятся шахты Максимова-Тимошевского участка, имеющие непосредственно в кровле пласта глины мощностью 0,4—1,5 м с последующим залеганием песков. Глубина залегания рудного пласта от поверхности до 40 м.

2-я категория — участки со средним горным давлением, при величине установившегося первичного вертикального горного давления  $0,5—1,7 \text{ кг/см}^2$ . Сюда относится большинство шахт Северо-Западного участка месторождения, имеющих непосредственно в кровле рудного пласта глину мощностью 1,5—4 м и глубину залегания рудного пласта 40—60 м.

3-я категория — участки с большим горным давлением, при величине установившегося первичного вертикального горного давления свыше  $1,7 \text{ кг/см}^2$ .

К этой категории относятся шахты Марьевского и Грушевского участков, имеющие в кровле рудного пласта глину мощностью свыше 4 м и глубину залегания рудного пласта более 60 м. Вторичное горное давление возникает после начала очистных работ при отработке рудного пласта на площади 250—400 м<sup>2</sup>. В этом случае в движение приходят породы, не только непосредственно расположенные над отработан-

ным пространством, но и на прилегающей к нему площади под углом 45—60° к границам очистных работ. Через 3—7 дней после обрушения пород в отработанное пространство движение пород достигает дневной поверхности. Интенсивный процесс оседания дневной поверхности длится до 3-х месяцев. Максимальная скорость проседания поверхности достигает 140 мм/сутки. Амплитуда оседания земной поверхности достигает 70—90% вынимаемой мощности рудного пласта. Процесс сдвижения земной поверхности практически полностью затухает через 2—2,5 года при сплошной отработке рудного пласта очистной выемкой.

С 1952 г. в бассейне вместо деревянной начали применять в качестве крепления в подготовительных и нарезных выработках кольцевую металлическую крепь (СП-18, СП-28). Этот вид крепления в значительной степени создает более устойчивый фронт очистных работ. Однако предотвратить деформацию металлической крепи от влияния горного давления не представляется возможным.

В табл. 90 приведены данные добычи по видам работ и капитальному ремонту выработок, характеризующие степень горного давления.

Таблица 90

РУ (участки)	Добыто за 1960 г., тыс. т	В том числе по видам работ, тыс. т		В том числе по видам работ, %		Капитальный ремонт выработок на 1000 т добычи	Категории по степени горного давления (классификация проф. Белаенко)
		из подготовительных и нарезных	из очистных	из подготовительных и нарезных	из очистных		
РУ им. 40 лет Октября (Марьевский участок)	1402	620	782	44,2	55,8	2,6	III
РУ им. Орджоникидзе (Северо-Западный участок)	1279	389	890	30,3	69,7	2,06	II
им. Максимова (Максимово-Тимошевский участок)	404	104	300	25,8	74,2	1,93	I

Наличие на месторождении надрудного и подрудного водоносных горизонтов также осложняет подземную разработку.

При ведении очистных работ на участках, где водоносные пески залегают на высоте 1—2 м от кровли пласта, нередко происходит прорыв обводненных песков выработки с выносом десятков, а иногда и сотен кубических метров песка и воды. Такие прорывы проявляются обычно после искусственного обрушения кровли заходок через 15—25 м. В последнее время для борьбы с внезапными прорывами начали применять передовое осушение водоносных песков путем постановки забивных фильтров в кровлю выработок до подсечения водоносного горизонта (шахта 20 РУ им. Орджоникидзе и шахта 1 РУ им. 40 лет Октября). Установлено, что радиус влияния забивных фильтров 20—25 м. Первоначальный приток из забивного фильтра 12—1 м<sup>3</sup>/час и на 10-е сутки уменьшается в 2 раза. Понижение уровня воды от работы забивных фильтров 2—2,2 м, при мощности водоносного горизонта 3 м.

Подрудный водоносный горизонт обводняет рудный пласт, горные выработки и способствует лучению глин почвы. По мере проходки выработок этот водоносный горизонт дренируется путем устройства насосов по штреку через 30—50 м с установленной в них автоматических насосов. Средний приток воды по шахтам 1—37 м<sup>3</sup>/час.

Открытый способ разработки марганцевой руды позволяет достигнуть полной механизации горных работ, увеличить производительность и улучшить условия труда.

Открытые работы сводят к минимуму потери руды (3—5%) в недрах, увеличивают балансовые запасы за счет отработки марганцевого пласта мощностью до 0,5 м против кондиции 0,75 м при подземном способе разработки. Однако открытый способ разработки имеет существенные трудности: относительно малая мощность рудного пласта (в среднем 1,8—2 м) и большая мощность наносов (60—80 м) обуславливают высокий промышленный коэффициент вскрыши (5,5—20 м<sup>3</sup>/т), что связано с экскавацией огромных объемов вскрышных пород и транспортировкой их во внутренние и внешние отвалы. Кроме того, почти вся толща вскрышных пород представляет собой комплекс весьма неустойчивых влагонасыщенных глинистых слоев, склонных к оползневым явлениям. Встречающиеся в разрезе пески и известняки-ракушечники составляют в среднем 10—12%.

Различие геологического строения, гидрогеологических и инженерно-геологических условий отдельных участков марганцевого месторождения обуславливают подразделение участков открытых работ по условиям устойчивости бортов и осушения карьеров на три группы. К первой группе относятся: Александровское, Марьевское, Чертомлыкско-Алексеевское и Покровское поля карьеров, расположенные в пределах древней долины Днепра, где на рудном пласте залегают древнеаллювиальные пески, обладающие относительно хорошей водопроницаемостью и водоотдачей.

Опыт строительства и эксплуатации Александровского и Марьевского карьеров указывает, что осушение надрудных средне- и крупнозернистых песков на Александровском карьере успешно осуществляется его бортами без строительства дренажных сооружений, причем устойчивость рабочего борта не нарушается. На участках залегания надрудных тонкозернистых песков (Марьевский карьер) специального дренажа рудовмещающей водосодержащей толщи не производилось и при этом не было отмечено оползневых деформаций, обусловленных деятельностью подземных вод.

Ко второй группе относятся: Шевченковское, Богдановское, Запорожское и Чкаловское поля карьеров, расположенные в зоне развития коренных отложений, с основным водоносным горизонтом в надрудных нижнесарматских песках.

Опыт строительства Шевченковского и Богдановского карьеров без проведения осушительных мероприятий, когда произошло более 20 оползней бортов и внутренних отвалов, указывает на необходимость (для обеспечения устойчивости последних) проведения осушения надрудных нижнесарматских песков и снижения напора под отвалами в подрудных песках.

К третьей группе относятся: Грушевское, Басанское и Глуховское поля карьеров, находящиеся также в зоне распространения коренных отложений, но при наличии в надрудной толще нескольких водоносных горизонтов, могущих существенно влиять на состояние устойчивости бортов карьеров.

На участках третьей группы ввод в действие и эксплуатация карьеров должны вестись при предварительном осушении надрудных водоносных известняков и песков понта, мэотиса и нижнего сармата.

**Вскрытие месторождения и системы разработки.** Подземный способ разработки. Горизонтальное залегание рудного пласта, его малая мощность, сложность управления кровлей вследствие ее неустойчивости и развивающегося сильного горного давления на крепление выработок явились основными факторами, определившими существ-



вующие в бассейне способы вскрытия месторождения и системы разработки.

Вскрытие месторождения осуществляется двумя фланговыми — сдвоенными стволами: подъемным и вентиляционным, расположенными вне границы шахтного поля. Подъемный ствол служит для спуска и подъема людей, выдачи на поверхность добытой руды. Вентиляционный ствол предназначен для целей вентиляции, спуска крепежного и другого материала, для запасного выхода. От стволов шахт по рудному пласту проходятся рудничные дворы и камеры специального назначения. Продолжением рудничных дворов являются главный отка-

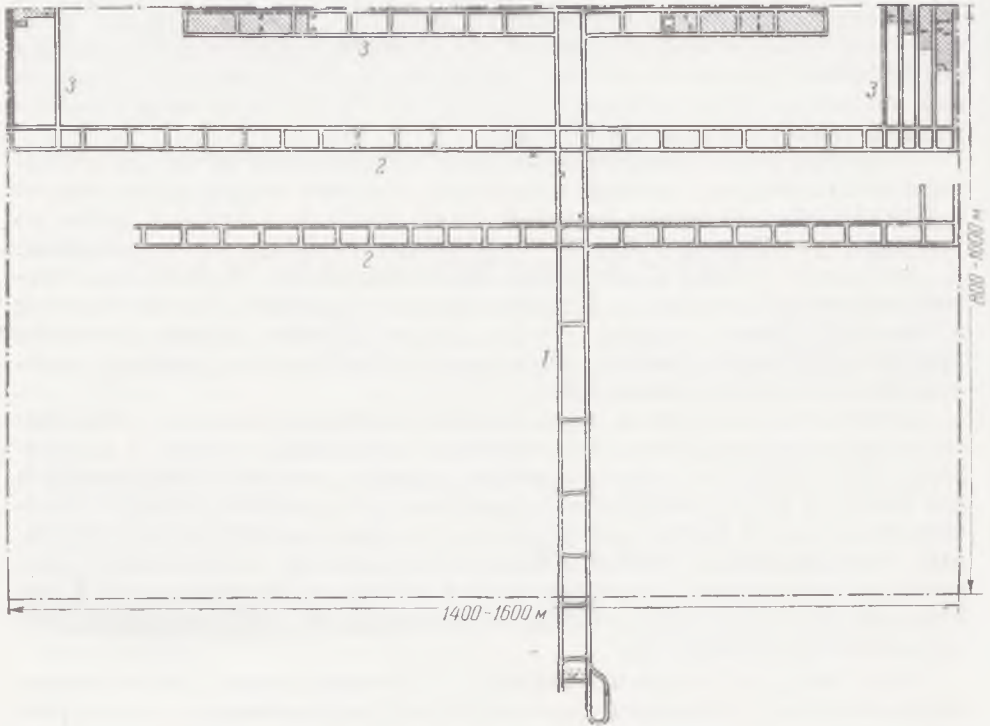


Рис. 106. Схема (типовая) вскрытия и разработки марганцевой руды ступенчатым фронтом

Цифры на чертеже: 1. Главный откаточный штрек; 2. Панельные штреки; 3. Выемочные штреки

точный и вентиляционный штреки, из которых проходятся панельные, откаточные и вентиляционные штреки. Из панельных штреков проходит серия выемочных штреков, разделяющих панель на выемочные столбы (рис. 106).

Все применяемые в бассейне системы разработки являются разновидностью столбовой системы. В зависимости от расположения и порядка отработки, длины и количества столбов, работающих одновременно, в бассейне существуют следующие варианты столбовой системы:

- 1) выемка ступенчатым фронтом,
- 2) „ одинарными столбами,
- 3) „ короткими столбами,
- 4) „ встречными заходками,
- 5) „ челноковым способом и др.

При всех вариантах столбовой системы начало разработки рудного пласта осуществляется от границы шахтного поля.

В начальный период разработки месторождения была принята система коротких столбов с выемкой руды парными заходками (ширина

забоя 4,5—5 м) с обрушением кровли. Размеры столбов принимались длиной 40 м и шириной 10—12 м. Эта система разработки частично осталась и до настоящего времени, как результат вынужденного перехода от длинных столбов в связи с деформацией штреков.

С 1940 г. (РУ им. Орджоникидзе) начали применять систему «длинные столбы», при длине столба 100—150 м и ширине 15 м.

Столбы, подготовленные к очистной выемке, обрабатываются одинарными заходками — шириной забоя 2,5—3,5 м и спаренными — при ширине забоя 4—5,2 м. Управление кровлей осуществляется путем выбойки крепления в отработанных заходках и обрушением налегающих пород. Количество одновременно обрабатываемых столбов на одном участке шахтного поля определяется степенью горного давления.

Для шахт I и II категории, по условиям горного давления, одновременно обрабатывается 3—4 столба, причем обработка ведется уступно, с опережением одного столба над другим на 10—15 м.

Варианты «одинарные столбы» и «встречные заходки» применяются на шахтах с большим горным давлением (Марьевский участок и на отдельных шахтах Северо-Западного участка). Встречные заходки практикуются при отрезке от границ шахтного поля очистными работами. Суть варианта заключается в следующем: по границе шахтного поля готовится столб длиной 100—150 м и шириной 30—35 м парными нарезными штреками, из которых ведется выемка руды встречными заходками.

В этом случае выемочные штреки расположены под защитой рудного массива, вследствие чего крепление выработок не деформируется.

По окончании обработки столба повторяют вариант встречных заходок, закрепляя подзавальный штрек усиленным креплением, или готовят к очистной выемке один столб.

Существенный недостаток варианта «одинарных столбов» — узкий фронт очистных работ; не обеспечивается устойчивость горных выработок вследствие деформации крепления, а поэтому вызывается необходимость проведения ремонтных работ нарезных штреков или проходки присечных выработок.

Вариант «челнокового хода» экспериментируется на шахте 24 РУ им. 40 лет Октября. Подготовка этого варианта осуществляется по аналогии с вариантом выемки руды «встречными заходками». В забое работает погрузочная машина и совершает ход через весь столб, продвигаясь поочередно от одного выемочного штрека к другому, совершая как бы челноковое движение. Об эффективности этого варианта пока судить трудно.

Система «длинные столбы» и различные варианты этой системы имеют ряд принципиальных недостатков. Система связана с наличием большого количества нарезных выработок. Допускаются большие потери руды — 12—13%. Наличие только одного выхода из забоя ухудшает проветривание и состояние безопасности, и, наконец, основным недостатком заходок является узкий фронт очистных работ, затрудняющий применение и эффективное использование механизмов; выемка в заходках недостаточно механизирована.

Наиболее перспективным направлением, предусматривающим коренное изменение методов разработки, является переход на лавы со щитовыми механизированными агрегатами.

Разработка лавами является основной системой для пластовых месторождений, обеспечивающей широкий фронт работ и возможность применения эффективной механизации. Это обстоятельство диктуется еще и строительством шахт проектной мощностью 350—500 тыс. т в год вместо находящихся в эксплуатации шахт проектной производительностью 100—150 тыс. т в год.

При существующей системе разработки и новых проектных мощностях шахт необходимо будет иметь 8—10 эксплуатационных участков и такое же количество в подготовке. Большое количество эксплуатационных участков потребует поддержания десятков километров выработок, что явно неэкономично и затруднит управление эксплуатационными работами.

Экспериментальные работы по выемке руды лавами проводились, начиная с 1928 г., работниками треста и ДГИ, НИГРИ.

С 1956 г. НИГРИ испытывает в 15-метровой лаве щит ограждающе-поддерживающего типа Щ-52-Р (после реконструкции ЩН-М-57) на шахте 28 РУ им. Максимова. Испытание опытного образца щита дало положительные результаты в части управления горным давлением. Щитовой лавой отработано 5 столбов с запасом руды 92 тыс. т.

В самых общих чертах щит представляет собой металлическую конструкцию, размещающуюся по всей длине лавы и имеющую устройство для поддержания рабочего пространства в течение выемочного цикла и последующего передвижения в новое положение; при передвижении щита за ним происходит самообрушение кровли отработанной площади.

В 1960—1961 гг. проходило испытание на шахте 20 РУ им. Орджоникидзе 30-метрового щита «Мосбасс» КМ-3, и в ближайшее время будет испытываться щитовой агрегат «Марганец» с комплексной механизацией очистных работ в лаве, разработанный Днепропетровским проектно-конструкторским технологическим институтом ПКТИ при участии НИГРИ и второй агрегат конструкции ДГИ.

Отбойка руды производится отбойными молотками ОМ-1, МО-8, комбайном «КОФ» и МБЛ-1. Погрузка горной массы в подготовительных и нарезных выработках осуществляется погрузочными машинами ПМЛ-5, ПМ-2, МПЗ-1 и комбайнами «КОФ» и МБЛ-1. В очистных забоях на погрузке руды работают машины МПЗ-1 и МБЛ-1. Техническая производительность машин по погрузке горной массы 15—20 т/ч. Горные машины работают в сложных горно-геологических условиях и тяжелых режимах, в результате чего производительность погрузочных машин всего на 9—13% выше, чем при ручном способе.

Доставка руды из забоя осуществляется ленточными транспортерами, тягальными лебедками и вручную. Транспортировка горной массы по нарезным штрекам производится тягальными лебедками, транспортерами и электровозами, по панельным и главным откаточным штрекам — малогабаритными контактными электровозами со сцепным весом 2,3 т и 3 т в глухих вагонетках емкостью 0,6 м<sup>3</sup> и на 2—3 шахтах в вагонетках емкостью 0,41 м<sup>3</sup>.

На шахтах, сдаваемых в эксплуатацию с 1959 г., обмен вагонеток в руд дворе и на приемной площадке (на поверхности) механизированный.

Уровень механизации тяжелых и трудоемких процессов (%) по РУ приведен в табл. 91.

Открытый способ разработки. Карьеры проектируются мощностью 1200 тыс. т руды при длине фронта работ 2,5—4 км.

Вскрытие месторождения осуществляется выездной и разрезной траншеями.

На вскрышных работах применяются землеройные машины непрерывного действия в сочетании с транспортно-отвальными мостами и ленточными конвейерами.

Основные технические данные проектируемых карьеров показаны на табл. 92.

Отработка вскрыши производится двумя уступами — основным и передовым.

Таблица 91

Виды работ	1955 г.				1960 г.			
	Им. 40 лет Октября	Им. Максимова	Им. Орджоникидзе	По тресту	Им. 40 лет Октября	Им. Максимова	Им. Орджоникидзе	По тресту
Отбойка руды	100	100	100	100	100	100	100	100
Погрузка горной массы при подготовительных работах	61,6	25,2	24,2	41,4	72,8	76,5	62,9	69,4
Погрузка горной массы при нарезных работах	19,9	8,4	6,9	15,7	47,2	47,7	45,3	46,6
Погрузка горной массы при очистных работах	—	—	—	—	19,6	19,6	20,4	20
Доставка руды	49,6	47,4	30,6	43,2	69,1	65,3	71,9	69,7

Таблица 92

Показатели	Карьеры				
	Богдановский	Шевченковский	Грушевский	Запорожский	Чкаловский
Средняя мощность рудного пласта, м	1,96	1,77	2	1,73	1,54
Средняя мощность наносов, м	63	60	54,4	55,7	61
Промышленный коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т	18,6	18,8	15,5	18	21
Срок существования карьеров без периодов развития и затухания	26	35	21	38	40

Для примера приводится принятая система вскрышных работ на Богдановском карьере. Нижний уступ высотой 30—35 м отрабатывается двумя драглайнами в сочетании ЭШ-14/75 и ЭШ-15/90 или ЭШ-14/75 и ЭШ-25/100. Один драглайн располагается на вскрышном уступе и отрабатывает 20 м высоты уступа с перевалкой вскрышной породы во внутренний отвал. Второй драглайн располагается на отвале и, снимая оставшуюся часть (10—15 м) нижнего уступа, работает на переэкскавации. Коэффициент переэкскавации 0,22.

Передовой уступ высотой 30—40 м разделяется на 2—3 подступа и отрабатывается экскаваторами ЭКГ-4 на автосамосвалы или на железнодорожный транспорт во внешние отвалы.

Несмотря на высокий коэффициент вскрыши, неустойчивость рабочих бортов и внутренних отвалов при применении высокопроизводительной и землеройной техники, открытый способ разработки имеет преимущество перед подземным способом, который осложняется исключительно большим горным давлением, пучением почвы пласта, обводненностью выработок, что приводит к сравнительно высокой себестоимости.

*Часть третья*

ОПИСАНИЕ  
РУДНЫХ ПЛОЩАДЕЙ  
И УЧАСТКОВ

## ЗАПАДНАЯ РУДОНОСНАЯ ПЛОЩАДЬ

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Западно-Никопольское месторождение, составляющее западную часть Никопольского бассейна, представлено двумя обособленными и неравнозначными по величине рудными площадями.

Основная рудная залежь, занимающая площадь около 230 км<sup>2</sup>, имеет неправильную, в северной части расширенную, а к югу суживающуюся, форму с неровными, изрезанными очертаниями. Она окаймлена с севера, запада, юго-востока и востока притоками Днепра — реками Соленая, Базавлук и Чертомлык, а на юге — широкой поймой Днепра, ныне занятой Каховским водохранилищем.

Юго-восточнее основной рудной залежи расположена значительно меньшая рудная площадь — 34 км<sup>2</sup>, названная по близлежащему населенному пункту Сулицким участком. Эта рудная площадь имеет вытянутую дугообразную изогнутую форму и протягивается в широтном направлении от восточной границы основного рудного поля почти до Никополя.

На юге воды Каховского водохранилища частично покрывают рудную площадь Сулицкого участка.

В административном отношении эта территория входит в состав Никопольского района Днепропетровской области.

Наиболее крупный населенный пункт — г. Орджоникидзе, выросший за годы после Великой Отечественной войны из сравнительно небольшого рудничного поселка, заложенного незадолго перед войной.

В настоящее время добыча руды в западной части месторождения ведется подземным и открытым способами.

Обогащение руды производится на обогатительной фабрике им. Орджоникидзе и Богдановской обогатительной фабрике, введенной в действие в конце 1959 г.

Западная часть бассейна связана железной дорогой, пересекающей его в широтном направлении, с промышленными центрами УССР. Кроме того, имеется асфальтированная шоссейная дорога, соединяющая западную часть бассейна с Днепропетровском через г. Никополь.

Западная рудоносная площадь Никопольского бассейна отделена от восточной части поднятием кристаллического массива по балке Малая Каменка. Южная оконечность рудной площади затоплена водами Каховского водохранилища. На западе залежь окаймлена правым притоком Днепра р. Базавлук, протекающей почти в меридиональном направлении и образующей многочисленные петлеобразные изгибы. В пределах сел Базавлук, Шолохово и выше русло реки прорезает кристаллические породы, вследствие чего берега ее крутые, а местами даже отвесные, высотой до 20 м. Южнее с. Шолохово, ниже устья р. Соленая,

р. Базавлук прорезает русло в аллювиальных отложениях, образуя широкую долину, сохраняющуюся до самого устья. Склоны ее здесь пологие, низкие.

Река Соленая, пересекая район месторождения в юго-западном направлении, огибает северный и северо-западный контуры рудной залежи, образуя на своем пути многочисленные меандры. Склоны речной долины преимущественно симметричные, пологие, прорезаются в районе Западной рудной площади многочисленными балками. Отлогость склонов речной долины в районе месторождения обусловлена наличием здесь мощного покрова аллювиальных отложений, в которых река и прорезает свое русло.

Река Чертомлык и Чертомлыкский залив ограничивают основную залежь на востоке и отделяют ее от Сулицкого участка. Далее на восток однообразие степного рельефа нарушается только балкой Малая Каменка, впадающей в Днепр восточнее Никополя и имеющей вид пологой ложбины с узкой долиной и низкими склонами, сложенными светло-желтыми лёссами.

В пределах рудной залежи расположены крупные балки: Сухой Чертомлык, Должик, Перевозная, Свиная. Все они берут свое начало в широких пологих ложбинах, располагающихся на водоразделе. По направлению к устью крутизна склонов балок увеличивается, но все же склоны остаются пологими. В низовьях балки имеют плоское, часто заболоченное дно. Склоны балок прорезаны многочисленными действующими оврагами. После бурного стока талых вод русла балок становятся почти сухими.

Расчлененность рельефа балками с их разветвлениями и оврагами придает ему волнистый характер, при общем уклоне с севера на юг, по направлению к Днепру (около 3 м на 1 км). Наиболее высокие отметки поверхности приурочены к северной границе рудной площади. Минимальные отметки наблюдаются в речных долинах Днепра и его притоков.

Значительная часть Западной рудной площади располагается в полосе развития древних надпойменных террас Днепра (IV и II). IV надпойменная терраса хорошо выражена в рельефе и прослеживается непрерывно от восточной границы месторождения до р. Базавлук на западе. Поверхность террасы ровная или слабо волнистая с небольшим наклоном на юг.

Сопряжение террасы с плато очень плавное, с едва заметным переломом. Уступ между IV и более низкой II надпойменной террасой выражен довольно ясно. Подстилаются речные отложения либо отложениями олигоцена, либо кристаллическими породами. Покрывается аллювий лёссовидными суглинками среднего отдела, на основании чего возраст террасы определяется как древнечетвертичный.

II надпойменная терраса развита узкими полосками на правом берегу Днепра. В основании аллювия II террасы залегают кристаллические породы или отложения олигоцена. Перекрыт аллювий одним горизонтом лёсса.

#### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Западно-Никопольская (Базавлукская) котловинообразная депрессия, послужившая бассейном для отложения третичных осадков, включающих рудоносный горизонт олигоцена, характеризуется крайней неровностью очертаний и рельефа поверхности как самой котловины, так и ограничивающих ее повышенных участков кристаллического массива.

С севера, запада и востока депрессия ограничена поднятиями кристаллических пород, в свою очередь, прорезанных рядом дополнительных рукавообразных депрессий.

У северной границы района поверхность кристаллического фундамента характеризуется следующими абсолютными отметками: р. Базавлук — 45—55 м, р. Базавлук — 50—60 м, р. Соленая — 48—51 м, балка Каменоватая — 45—50 м, с. Ново-Ивановка — 50—60 м.

К югу поверхность кристаллических пород понижается согласно общей тенденции понижения поверхности южного склона Украинского кристаллического щита.

Понижение это происходит крайне неравномерно вследствие наличия многочисленных холмообразных выступов и понижений внутри контура депрессии и за ее пределами.

Река Соленая (от балки Глиняная до с. Шолохово) ограничивает на севере распространение осадков олигоцена; отметки поверхности кристаллических пород находятся здесь в пределах от 20 м до 0, реже от +7 до +10 м.

Породы Базавлукского выступа, ограничивающего Западно-Никопольскую депрессию на западе, у с. Шолохово, имеют отметки поверхности 25—40 м в нижней части течения р. Каменка, у впадения ее в Базавлук, — 0—25 м, а еще южнее, у с. Марьинское, — 5—20 м.

На востоке депрессия ограничена Никопольским выступом, вытянутым в меридиональном направлении по линии с. Ново-Ивановка — балка Малая Каменка — г. Никополь — с. Каменка-Днепровская.

В северной части выступа кристаллические породы залегают на отметках 40—50 м, в южной — 0—10 м.

С юга котловина ограничивается относительно узким сильно эродированным барьероподобным поднятием кристаллического фундамента, отметки поверхности которого минус 20 — плюс 10 м.

В юго-западной части это поднятие прорезается нешироким, но очень глубоким проливом.

Кристаллические породы в осевой части пролива встречены буровыми скважинами на отметках 70—72 м ниже уровня моря.

Поверхность дна депрессии, при общей тенденции понижения с севера на юг, крайне неровная, сложена частым чередованием холмообразных выступов с весьма извилистыми очертаниями, отметки поверхности которых достигают 8—10 м, и разделяющих эти выступы узких проливов, местами очень глубоких, опускающихся до отметок минус 40 — минус 50 м.

Образование Западно-Никопольской депрессии, так же как и характер ее поверхности, в значительной степени обусловлены составом пород кристаллического фундамента.

Окаймляющие депрессию поднятия сложены гранитами и мигматитами, сравнительно устойчивыми при выветривании. Сама же котловина воспроизводит контуры залегающих в ее основании метаморфических пород, выветривающихся значительно легче, чем окружающие их гранитоиды.

Метаморфические породы образуют на описываемой территории крупный массив, конфигурация которого напоминает форму полумесяца, обращенного выпуклостью к юго-востоку. Ширина массива в центральной части 12—14 км. Преимущественное развитие среди метаморфических образований имеют кварц-плагиоклаз-хлорит-слюдистые породы и в меньшей степени амфибол-плагиоклазовые; относительно меньше развиты также кварц-мусковит-серицитовые и кварц-хлоритовые сланцы. Обнажены они в верховьях р. Соленая, в правобережных овражках против с. Терноватка, у с. Чистополь (устье балки Токовая) и в устье балки Глиняная (левый приток р. Соленая). На остальной площади они скрыты под осадочными образованиями.

Все кристаллические породы, слагающие фундамент палеогенового марганцеворудного бассейна, почти повсеместно плащеобразно покрыты корой выветривания, мощность которой изменяется в широких преде-



лах в зависимости от типа материнской породы и степени последующего размыва.

Наиболее мощная кора выветривания развита на кварц-плагиоклаз-хлорит-слюдистых, кварц-плагиоклаз-амфиболовых и других метаморфических образованиях, слагающих центральную часть Никопольского массива метаморфических пород. Мощность ее на слабо эродированных участках более 100 м.

Кора выветривания амфиболитов характеризуется меньшими мощностями, которые редко достигают 60—70 м, в большинстве случаев составляя 30—40 м.

Наименьшие мощности (8—15 м) характерны для коры выветривания гранитов и мигматитов, барьерообразно окружающих массив метаморфических пород. Поверхность коры выветривания сильно изменена последующими эрозионными процессами, неровности ее рельефа снивелированы осадками палеогена.

В верхних присклоновых частях депрессий местами встречены бокситы и бокситовидные породы, связанные с корой выветривания основных и ультраосновных пород, служащих источником свободного глинозема.

Большинство выявленных бокситопроявлений представлено бокситовыми породами, не отвечающими действующим кондициям.

**Палеоген.** Отложения палеогена, залегающие на породах докембрия или коре выветривания, не имеют сплошного распространения и выполняют обычно углубления в кристаллическом фундаменте. Сложены они континентальными фациями палеоцен-нижне-среднеэоценового возраста и морскими фациями верхнего эоцена и олигоцена.

Палеоцен-средний эоцен (континентальная фация). Разнообразная континентальная толща песчано-глинистых пород с линзами бурого угля заполняет наиболее пониженные участки кристаллического основания.

Континентальные отложения палеогена выходят за пределы распространения рудоносного горизонта неровной, расплывчатой полосой по правому берегу рек Соленая и Базавлук.

В центральной части депрессии, где кристаллическое основание образует многочисленные бугорчатые неровности (район хуторов Запорожский, Крутьеньково, балки Перевизская), нарушается непрерывность распространения континентальных отложений палеогена, и непосредственно на кристаллических породах (или их коре выветривания) залегают более молодые осадки палеогена — киевской свиты или олигоцена.

В целом площадь распространения континентальных палеоцен-среднеэоценовых отложений имеет крайне неровные очертания с перерывами внутри контура, соответствующими участкам повышенного рельефа дна депрессии.

Отметки кровли этих отложений минус 10—минус 15 м местами снижаются до минус 40 (скв. 1650, 1652 и др.), а иногда достигают плюс 26 м (скв. 3,8 и др. — правый берег р. Соленая).

Низким отметкам кровли соответствуют максимальные мощности континентальных отложений палеогена. Так, в скв. 1650, пробуренной в нижнем течении р. Базавлук, мощность этих отложений 37 м. Поверхность коры выветривания кристаллических пород здесь снижается до отметки минус 70.

В естественных обнажениях континентальные отложения палеоцен-среднего эоцена не встречены, так как они залегают ниже уровня современной эрозии.

Представлены они серией темноцветных, обычно тонкопесчанистых глин, содержащих остатки обуглившихся растительных тканей и небольшие (до 10—15 см) прослои бурого угля и песка.

К подошве горизонта глины часто сменяются глинистым разнозернистым песком, отделяющим угленосную толщу от каолинизированной поверхности докембрийских пород.

Характерный разрез песчано-глинистой толщи континентальных отложений приводится ниже по скв. 1650, расположенной в окрестности с. Кут (табл. 93).

Таблица 93

Описание пород	Глубина залегания, м		Мощность, м
	от	до	
Pg <sub>2</sub> . Глина серая, слабо слоистая, с обуглившимися растениями и остатками мелких раковин моллюсков и мелкими кристаллами пирита	42,6	46,3	3,7
Песок темно-зеленый мелкозернистый, глинистый с обломками <i>Ostrea</i> sp.	46,3	50,6	4,3
Песок углистый, средне-и мелкозернистый, черного цвета. В нижней части остатки лигнита	50,6	56,3	5,7
Песок черный углистый, переполненный остатками лигнита и прослоями бурого угля до 3—5 см мощности	56,3	63	6,7
Глина темно-серая, в нижней части почти черная с отпечатками листьев, с тонкими прослоями бурого угля	63	66,2	3,2
Песок серый, средне-и крупнозернистый, глинистый, местами с обуглившимися растительными остатками. В низу слоя содержит угловатые зерна кварца	66,2	79,6	13,4
Кварц-каолиновая порода, светло-серая, шероховатая, с чешуями бесцветной слюды, полосчатая, с обломками кварца	79,6	87,1	7,5

Углепроявления отмечены практически на всей площади распространения континентальной толщи палеогеновых отложений, однако промышленные месторождения угля на территории рудной залежи не выявлены.

Наиболее крупные угольные площади разведаны возле с. Алексеевка и в балке Фомина, где уголь залегает на глубине 90—100 м. Запасы его невелики, промышленного значения уголь не имеет.

Местами в низах толщи встречены линзы белого и серого вторичного каолина, обычно небольшой мощности (5—7 м), содержащие обуглившиеся растительные остатки. Расположены линзы в присклоновых частях депрессий, гипсометрически ниже бурых углей.

Средний эоцен. *Бучакская свита (морская фация)*. Континентальная толща палеогеновых отложений в нижнем течении р. Соленая (в районе с. Чкалово) и между реками Базавлук и Чертомлык (в районе с. Покровское) перекрыта слоем темно-серой, иногда темно-зеленовато-серой плотной глины, неравномерно вскипающей с соляной кислотой, содержащей многочисленные обугленные остатки растений и обильную фауну морских моллюсков.

Литологически эти глины неотличимы от вышележащих глин киевского яруса. Книзу они темнеют и постепенно переходят в глины тонкопесчаные, углистые, бескарбонатные, лишенные остатков морских животных.

По составу фауны, заключенной в глинах, эти отложения сопоставляются М. Н. Ключниковым (1953 г.) с глинами среднего эоцена

среднего течения р. Ингулец и рассматриваются им как более мелководные аналоги последних.

Среди отобранной по ряду буровых скважин фауны М. Н. Ключниковым определены следующие виды моллюсков: *Nucula subovata* Orb., *Arsa (Plagiarca) lucida* Desh., *Arca* aff. *jekaterinoslavika* Sok., *Arca* aff. *conformis* Koen., *Arca (Barbatia) biangula* Lam., *Cardita divergens* Desh. v. n. *Cardium* cf. *parulosum* Solan d., *Pitar* aff. *parisiensis* Desh., *Pecten* sp., *Turritella carinifera* Desh., *Cerithium (Serratocerithium) gravesi*, *Trochus (Tectus) margaritaceus* Desh.

Сопоставляя определенные им виды с отложениями лютетского яруса Западной Европы и бучакского яруса УССР (средний эоцен), М. Н. Ключников приходит к выводу о несомненной принадлежности содержащих их глин к среднему эоцену. Ранее эти отложения относились к низам киевского яруса.

В 1955—1956 гг. И. А. Коробков из этих глин определил следующие виды: *Tympanotonos nostratus* n. sp., *Pyrazus* cf. *angulatus* Solan d., *Anomia teuitstrata* Desh. и др., характерные для среднеэоценового комплекса Англо-Парижского бассейна.

Мощность рассматриваемых отложений 3—10 м, распространены они лишь в пределах узкой депрессии и кверху постепенно сменяются отложениями киевской свиты.

Верхний эоцен. *Киевская свита*. Киевские осадки, представленные алевритами и глинами, почти повсеместно перекрывают отложения палеоцен-среднего эоцена. Контуры распространения этих осадков несколько выходят за пределы контуров палеоцен-среднеэоценовых отложений, но в основном они, как и последние, выполняют древние депрессии в кристаллическом основании, отсутствуя на более возвышенных участках.

Минимальные отметки подошвы киевских отложений около 40 м и относятся к наиболее глубоким частям депрессии (скв. 1650, 1652 и другие в нижнем течении р. Базавлук).

По мере продвижения к бортам депрессии глубина залегания уменьшается и отметки подошвы достигают 0, +5, +8 м, а в отдельных местах доходят до +19 м. Соответственно изменяется и мощность пород — от 30,6 м (скв. 1650) до 6,3 м (скв. 306).

Выходы киевских отложений на поверхность наблюдаются только на правом берегу р. Соленая, в районе с. Александровка (Борзенково).

Для всей описываемой площади характерен следующий разрез киевской свиты из скв. 294, расположенной в 1,5 км к западу от балки Фомина на левом берегу р. Соленая.

Здесь под рудным пластом залегают:

Алеврит голубовато-серый, внизу желтовато-зеленый, слюдястый . . .	1,7 м
Алеврит серый, сыпучий, к низу постепенно обогащается глиной. В породе массовое скопление фауны, из которой И. А. Коробковым определены <i>Venericardia inexplorata</i> Kogob., <i>Mesalia chaussyensis</i> Cossm. var. . . .	20,5 „
Глина темно-серая с зеленоватым оттенком, пластичная, с фауной. Количество фауны к низу постепенно уменьшается. Микрофауна: <i>Proteonina diflugiformis</i> Brady, <i>Ammobuculites</i> ex gr. <i>wazaczi</i> Rz g. . . . .	10,50 „
Глина серая тонкослоистая, переполненная мелкими створками: <i>Marcia secunda</i> Desh., <i>Anomia tenuistriata</i> Desh., <i>Meretrix</i> n. sp.	

Как видно из приведенного разреза, киевская свита сложена алевритами и карбонатными глинами. Среди глинисто-карбонатной массы встречаются обуглившиеся органические остатки, отдельные зерна кварца, мусковита, глауконита и пирита.

На отдельных участках алевриты перекрыты охристо-зелеными глинами с отпечатками фауны моллюсков киевского возраста.

Переход от алевритов к глинам постепенный, Мощность их 20,5 м, но обычно не превышает 10—12 м.

В местах, приуроченных к местным поднятиям кристаллических пород, алевроиты размыты и олигоценовые породы залегают непосредственно на киевских глинах. Мощность глин 18—20 м, они выдержаны по простиранию и встречены на всей площади распространения отложений киевского яруса. Кроме упомянутой выше фауны моллюсков, в глинах И. А. Коробковым (1955 г.) определены *Tectus margaritaceus* Desh., *Gibbula* sp., *Delphinula calcar* Lamk., *Nerita angistomoidea* sp. и др., указывающие на верхнеоценовый возраст этих глин. Это подтверждается находением совместно с фауной моллюсков верхнеоценовых фораминифер, изученных М. В. Ярцевой (1956 г.).

На левом берегу р. Соленая, по обе стороны от устья балки Фомина, в карьере (им. Шевченко) по добыче руды, непосредственно под мар-

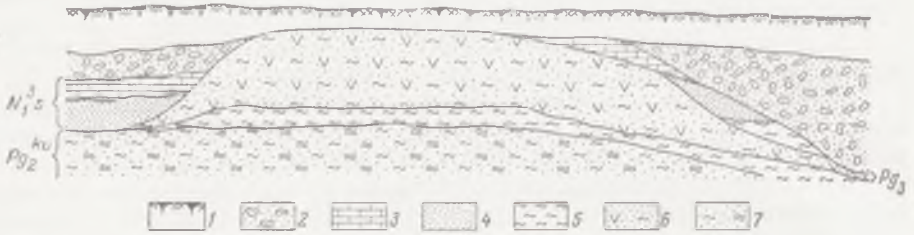


Рис. 107. Зарисовка расчистки на мысе урочища «Пеклище»

1 — почва; 2 — галечник; 3 — известняк-ракушечник; 4 — песок; 5 — глина; 6 — опока; 7 — алевроит

ганцевой рудой вскрыта яблочно-зеленая опоковидная глина с раковистым изломом.

В пределах рассматриваемой территории глинистые опоки имеют ограниченное распространение, залегая в нижнем течении р. Соленая в виде вытянутой полосы площадью 2—5 км<sup>2</sup>, и замещаются по простиранию песчаными глауконитовыми глинами и песками.

В естественных обнажениях они встречены в урочище Пеклище — балке Глиняная и у с. Борзенково.

Заданная в урочище Пеклище на левом берегу водохранилища на р. Соленая расчистка вскрыла следующий разрез (рис. 107).

Q <sub>del</sub>	Почвенный слой	0,3 м
	Суглинок светло-серый гумусовый с обломками известняка и детритусом	0,8 „
N <sub>1</sub> S <sub>1</sub> <sup>3</sup>	Известняк-ракушечник с тонкими прослоями известняка сливного	0,2 „
	Песок светло-желтый среднезернистый	0,5 „
Pg <sub>2</sub> K	Глина зеленая, пластичная, в сухом состоянии комковатая	0,2 „
	Опоковидная глина яблочно-зеленая, неоднородная. Более плотные остроугольные куски беспорядочно залегают в рыхлой общей массе.	
	В опоке многочисленные отпечатки моллюсков. И. А. Коробковым определены: <i>Crassatella woodi</i> Коен., <i>Chlamys biarritzensis</i> Arch. var. <i>subtripartita</i> Arch., <i>Chl. bellicostatus</i> Wood., <i>Lucina</i> aff. <i>gracilis</i> Nyst., <i>Lucina</i> sp., <i>Cardita</i> sp. Глина зеленая, пластичная, вязкая	0,2 „

Микроскопическое изучение показало, что опоковидная глина состоит из спикул губок, зерен кварца, глауконита и основной массы, сложенной кремнеземом в различной стадии перехода от опала к халцедону.

Возраст опоковидных глин Н. А. Соколовым (1889а), а вслед за ним и другими геологами, определялся как нижнеолигоценовый, на основании главным образом сходства заключенного в них комплекса фауны моллюсков с фауной глауконитовых песков Мандриковки.

В настоящее время в связи с пересмотром вопроса о возрасте мандриковских слоев кремнистые глины относятся к верхнему эоцену (Ключников, 1953б; Коробков, 1959 и др.).

Олигоцен. Наиболее северный пункт распространения олигоценых отложений — с. Софиевка, расположенное на водоразделе Базавлук — Соленая. Южнее эти отложения встречены в ряде пунктов по рекам Базавлук, Соленая, начиная от с. Чистополь и почти до ее устья. К югу от р. Соленая эти отложения залегают ниже базиса эрозии, встречены многочисленными буровыми скважинами и имеют сплошное распространение, отсутствуя лишь на небольших участках, где кристаллические породы приподняты.

В районе с. Сулицкое отложения олигоцена заполняют депрессию в кристаллическом ложе, образуя самостоятельную площадь, отделенную на западе от основной площади развития олигоцена.

В долине Днепра олигоценые отложения большей частью размыты, а южнее имеют сплошное распространение.

Олигоценые отложения обычно залегают на размытой поверхности киевских осадков, выполняющих Западно-Никопольскую котловину и значительно сглаживающих неровности ее поверхности.

В местах с повышенными отметками кристаллического основания олигоценые отложения подстилаются кристаллическими породами или их корой выветривания, реже глинами с прослоями бурого угля или бокситовидными породами. Отсутствуют олигоценые отложения в центральной части основной рудной площади, в районе древней эрозии долины Днепра, а также на очень незначительных площадях поднятий кристаллического фундамента до отметок, лежащих выше отметок кровли олигоцена (северная часть площади — левый берег р. Соленая).

Отметки кровли олигоцена в северной зоне их распространения (вдоль долины р. Соленая) достигают значений около плюс 20 м, а к югу снижаются до минус 10 — минус 14 м.

Средняя мощность олигоценых отложений 5—7 м, местами, в пониженных частях преолигоценового рельефа, до 10 м и более.

В толще олигоцена на территории Западно-Никопольской депрессии выделяются подрудный, рудный и надрудный горизонты.

Подрудный горизонт сложен зелеными глауконитовыми песками, глинами, галечником и редко конгломератом.

Глауконитовые пески и песчанистые глауконитовые глины почти сплошь подстилают рудный горизонт, взаимно замещая друг друга в зависимости от глубины депрессии. В более глубоких участках пески переходят в глины, обычно подстилающие карбонатную руду. Глины включают желваки манганокальцита.

Участки местных поднятий кристаллического основания окаймляются галечником и конгломератом, которые фациально замещают песок.

Галечники и конгломераты, как правило, окаймляют поднятия кристаллических пород, представляющие в какой-то период трансгрессии сушу, и по направлению к более глубоким частям моря замещаются песками.

Подрудные слои не имеют четкого контакта с рудным горизонтом. Обычно в верхней их части встречаются отдельные рудные включения, рассеянные в глинистой или песчаной массе. Постепенно количество этих включений увеличивается и происходит переход к собственно рудному горизонту, окрашенному благодаря высокому содержанию марганцевых включений в черный цвет.

Рудный горизонт, составляющий среднюю часть нижнеолигоценовой толщи, представляет собой песчано-глинистую вмещающую породу, насыщенную в большей или меньшей степени марганцевыми образо-

ваниями в виде конкреций, желваков, оолитов или рыхлой землистой массы. Площадь его занимает большую часть территории распространения олигоценовых отложений (около 250 км<sup>2</sup>).

Северная граница рудного горизонта проходит от с. Александровка на западе до балки Мосмановая на востоке вдоль левого берега р. Соленая, несколько отступая от него. На западе граница марганценосности совпадает с тыловым швом пойменной террасы р. Базавлук. На юге рудный горизонт размыт р. Днепр.

Восточная граница месторождения представляет ломаную линию, идущую от с. Покровское (на юге) через села Алексеевка, Старо-Заводское, Чкалово, затем до устья балки Мосмановая.

Юго-восточнее с. Старо-Заводское, на расстоянии около 4 км от него, располагается Сулицкая залежь, приуроченная к депрессии в кристаллических породах, выполненной палеогеновыми отложениями.

Внутри ограниченных таким образом рудных площадей имеется целый ряд безрудных «островков». Самый крупный из них, площадью до 5 км<sup>2</sup>, находится южнее с. Екатериновка, в среднем течении балки Перевисская. Более мелкие безрудные островки площадью 1—2 км<sup>2</sup> расположены южнее, по обе стороны железной дороги Кривой Рог — Никополь, а также на обособленной рудной площади в районе с. Сулицкое.

Совсем небольшие безрудные площади (1—0,5 км<sup>2</sup>) находятся в северной части основной рудной площади. Мощность рудного горизонта изменяется от 0 (в приконтурных зонах) до 4—5 м. Средние значения ее — 1,5—2 м.

Рудный горизонт неоднороден по своему составу, будучи сложен в зависимости от фациальных условий тремя типами руд: окисными — в более мелководных участках (северная и центральная части основной рудной площади), карбонатными — в углубленных частях бассейна (южная часть основной рудной площади и депрессия в районе с. Сулицкое) и смешанными — окисными и карбонатными рудами в переходной зоне, приуроченной к центральной части рудной площади.

Перекрывается рудный горизонт почти повсеместно, за исключением области древней эрозионной деятельности Днепра, надрудными серовато-зелеными с охристыми пятнами глинами. Последние отделяются от руды ожелезненным песчано-глинистым прослоем с включением марганцевых образований. Мощность этого прослоя не превышает 10—20 см. Средняя мощность надрудных глин 2—3 м, в отдельных случаях — до 7—8 м.

Неравномерность мощности обусловлена характером рельефа подстилающих пород и позднейшим размывом.

Область древней эрозии начинается в центральной части основной рудной площади и охватывает всю площадь развития олигоцена к югу, вплоть до современной поймы Днепра. В центре, на гипсометрических отметках кровли рудного горизонта, близких к 0, надрудные глины полностью смыты и замещены толщей древнеаллювиальных песков IV надпойменной террасы. Полоса развития песков IV террасы имеет ширину около 3 км и пересекает рудную площадь в широтном направлении. Южнее, с погружением отметок поверхности олигоцена, размывом затронуты в основном только верхи надрудных глин. Полностью они размыты и замещены речными песками только на отдельных участках (рис. 108).

Надрудные глины распространены на более широкой территории, чем марганцевая руда, и за пределами рудного контура залегают на подрудных отложениях олигоцена или киевского яруса (правый берег р. Соленая, окрестности с. Чкалово, с. Ольго-Ивановка), или кристаллических породах и их коре выветривания.

**Неоген.** Средний миоцен. К отложениям среднего миоцена относится толща голубовато-зеленых глин, залегающих между отложениями нижнего сармата и серо-зелеными глинами надрудного горизонта олигоцена. Эти глины, по данным М. В. Ярцевой (1950 г.), содержат фауну фораминифер и остракод. Фораминиферы: *Miliolina* cf. *akneriana* (Orb.), *M.* cf. *orbigniana* (?) Bogd., *Entosolenia cyclostomata* Chutz., *E.* aff. *ovulum* Subb., *Nonion* ex gr. *granosus* (Orb.).



Рис. 108. Породы кровли рудного пласта на Западной рудоносной площади  
 1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — границы типов руд. Породы кровли рудного пласта: 5 — песок древнечетвертичный аллювиальный; 6 — глина олигоценовая; 7 — суглинки. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

Остракоды: *Chytheres denudata* (Reuss.), *C. elegantissima* Skls., *Cytheridea mülleri* (Münst.), *Paracytheridea reussi* Schneid.

На основании сопоставления описанной фауны с изученной микрофауной Северного Предкавказья М. В. Ярцева относит возраст глин, содержащих эту фауну, к верхам чокракского горизонта. Разрез этого горизонта хорошо представлен в скв. 899 Никопольской геологосъемочной партии (восточнее с. Екатериновка) в междуречье Соленая — Чертомлык, где под нижнесарматскими темно-серыми глинами залегают следующие породы:

$N_1S^1$  Песок темно-серый разномерный.

Глина голубовато-зеленая, комковатая, в нижней части мергелистая, содержит микрофауну. Фораминиферы: *Elphidium* ex gr. *rugosum*

(Orb.), *Nonion* cf. *punctatum* Orb., *Rotalia* ex gr. *beccaria* (L).

Остракоды: <i>Cytheridea mülleri</i> (Münst), <i>Cytheris denudata</i> (Reuss.), <i>C. tschokrakensis</i> Schneid (определения М. В. Ярцевой, 1950 г.) . . . . .	6,3 м
Глина яблочно-зеленая тонкопесчаная . . . . .	1,3 „
Глина голубовато-зеленая, слабо карбонатная содержит <i>Elphidium</i> ex gr. <i>rugosum</i> (Orb.), <i>Cytheridea</i> sp. . . . .	1,4 „
Pg <sub>3</sub> Глина светло-зеленая с охристыми пятнами и разводами, в нижней части песчаная с глауконитом (надрудный слой). Контакт с миоценом нерезкий, если не считать ожелезнения . . . . .	4,3 „
Руда марганцевая окисная . . . . .	0,3 „

Голубовато-зеленая глина с микрофауной, позволившей определить возраст горизонта, залегает в самом верху среднемиоценовых слоев и на многих участках смыта нижнесарматским морем. Полностью смыты отложения этого горизонта эрозией в южной части рудной площади. Мощность чокракских отложений на описываемой рудной площади непостоянна и иногда достигает 6 м.

Среднемиоценовые отложения конкского горизонта прослеживаются также в долине р. Соленая, по разрезу Шевченковского карьера и данным буровых скважин (Носовский, 1958, 1959).

Верхний миоцен. *Сарматский ярус*. Отложения сарматского яруса на территории Западной рудоносной площади представлены всеми тремя подъярусами (горизонтами): нижним, средним и верхним.

Распространены они повсеместно, вплоть до границ четвертичного размыва, отсутствуя лишь на поднятиях кристаллического массива до отметок плюс 60 м и выше. На севере сарматские отложения распространены на правом берегу р. Соленая, далеко за границей рудной площади, отсутствуя лишь в долинах рек Соленая и Базавлук.

Южная граница распространения сарматских отложений проходит от с. Александровка на западе, в широтном направлении, параллельно пойме Днепра.

Отложения сарматского яруса, залегающие выше базиса эрозии, преимущественно верхней его части, встречены в многочисленных обнажениях оврагов и балок.

Наиболее полно разрез сарматского яруса вскрыт в марганцеворудных карьерах на левом берегу р. Соленая, где он представлен всеми тремя горизонтами.

В карьере I РУ им. Орджоникидзе вскрыт следующий разрез сарматского яруса.

N <sub>1</sub> S <sub>1</sub> <sup>2</sup> Мергель светло-серый, крепкий, плотный . . . . .	0,3 м
Глина светло-зеленая, карбонатная . . . . .	1,65 „
Мергель буровато-белый, плитчатый, с отпечатками мелких мактр . . . . .	0,45 „
Глина охристо-серая, тонкослоистая, вязкая, с полурастворившимися створками мелких мактр . . . . .	0,4 „
Мергель светло-серый, плитчатый, крепкий, с отпечатками мелких мактр . . . . .	0,7 „
Глина желто-серая, вязкая, с массой отпечатков мактр в верхней части . . . . .	0,3 „
Мергель светло-серый, плитчатый, крепкий . . . . .	0,2 „
Глина серо-зеленая, с друзами гипса, в нижней части с обломками мергеля . . . . .	0,85 „
Мергель светло-серый, с пятнами бурого цвета. В породе обломки сливного скрытокристаллического известняка . . . . .	0,55 „
Глина зеленовато-серая, карбонатная . . . . .	0,45 „
Мергель грязно-белый, переходящий кверху в глину . . . . .	0,9 „
Глина темно-серая, пятнистая, карбонатная, с раковистым изломом. Редкие чешуи рыб . . . . .	1,2 „
Мергель светло-серый с редкими зернами кварца . . . . .	0,45 „
Глина серая с более темными расплывчатыми пятнами. Много <i>Ostracoda</i> . . . . .	0,9 „
Мергель белый, пористый, сильно трещиноватый, с угловатыми вклю- чениями глин . . . . .	0,45 „
Глина темно-серая с раковистым изломом; в породе псевдоморфозы марказита по растительным остаткам . . . . .	0,8 „



	Мергель белый, плотный, постепенно кверху переходящий в темно-серую глину	0,5 м
	Глина серая, зеленовато-серая, тонкослоистая, с отпечатками <i>Maetra</i> sp., <i>Cardium</i> sp.	2,5—3
N <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	Глина темно-серая до черной, кверху постепенно переходит в зеленую, тонкослоистая	
	Встречены <i>Cardium</i> sp., <i>Maetra fabreana</i> d'Orb и тонкие прослои (1—3 см) детритуса тонкостенных моллюсков	2,5
	Известняк ракушечно-детритусовый, желтовато-серый, плотный, с многочисленными створками <i>Maetra fabreana</i> d'Orb., <i>Tapes gregarius</i> (Partsch) Goldf., <i>Trochus</i> sp.	0,3
	Песчано-глинистая порода, серая, с мелкими <i>Viviparus</i> sp. и обуглившимися остатками травянистой растительности	0,03
	Глина темно-серая, слоистая, с раздавленными створками <i>fabreana</i> d'Orb. и <i>Tapes gregarius</i> (Partsch) Goldf.	0,45
	Песок охристо-бурый, глинистый, с <i>Viviparus</i> sp. и обуглившимися остатками растений	0,1
	Глина темно-серая, слоистая, с тонкостенными створками <i>Cardium</i> sp., <i>Maetra</i> sp.	0,2
	Детритус ракушечный в глине зеленовато-серого цвета	0,15
	Глина серовато-белая с остатками растительности	0,05
N <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	Известняк ракушечно-детритусовый, желтовато-серый, косослоистый, с отдельными створками <i>Ervillea dissita</i> Eichw., <i>Tapes vitalianus</i> Orb., <i>Maetra eichvaldi</i> Lask., <i>Cardium vindoboneuse</i> Losk.	0,95
	Песок светло-зеленый, мелкозернистый, в верхней части сцементирован известковым веществом	1,8
	Песок неравномернозернистый, зеленовато-серый	0,85

Как видно из приведенного разреза, отложения нижнесарматского подъяруса сложены в основном песками и глинами. Известняки занимают подчиненное положение, часто отсутствуя совсем. В основании разреза обычно залегают пески в большинстве случаев глинистые, мелко- и среднезернистые, зеленовато-серого цвета. Мощность песков 1—4 м, редко 6—7 м. Наибольшую мощность имеют пески в местах полного отсутствия отложений чокракского горизонта.

В наиболее глубоких частях депрессии пески фациально замещаются глинами, утоняясь до нескольких десятков сантиметров. Общая мощность пород подъяруса обычно не превышает 5—6 м, редко 8—10 м.

Абсолютные отметки кровли нижнесарматских отложений — плюс 16 — плюс 36 м, в зависимости от рельефа поверхности палеогена. На более высоких отметках мощность этих отложений уменьшается.

Фаунистически песчаные разности нижнего подъяруса охарактеризованы недостаточно. Только в балке Криничеватая и в Богдановском карьере (левый берег р. Соленая) встречены *Ervillea dissita* Eich., *E. trigonula* Sok., *Solen subfragilis* M. Hörn.

Маркирующим признаком отнесения их к нижнесарматскому подъярусу является наличие в их кровле ракушечно-детритусового известняка с фауной: *Maetra eichvaldi* Lask., *Ervillea dissita* Eichw., *Tapes vitalianus* Orb., *Cardium vindoboneuse* Lask.

При отсутствии известняка граница между нижним и средним сарматом устанавливается только путем тщательного изучения палеонтологических остатков, так как темно-серые глины нижнего сармата сменяются точно такими же глинами, но с другим комплексом фауны, характерным для среднего сармата.

В состав среднесарматского подъяруса входят темные тонкослоистые глины, постепенно переходящие кверху в ярко-зеленые. Последние, в свою очередь, кверху постепенно переходят в мергель. Иногда, преимущественно в окраинных частях депрессии, в основании среднесарматских отложений залегает ракушечно-детритусовый известняк с многочисленными створками моллюсков. Известняк обычно светло-серый, рыхлый. Мощность его не превышает 1 м, в отдельных случаях (балки Чертомлык, Попова) — 2—3 м.

Мощность перекрывающих известняки темно-серых, черных и зеленовато-серых тонкослоистых глин 2—3 м, в отдельных случаях—до 6 м. Распространены слоистые глины шире других литологических разновидностей среднего сармата. В отличие от подобных глин нижнего сармата они содержат тонкостенную фауну кардиид и мелких мактр.

В известняковых разностях глин, т. е. в верхней части, а также в мергеле, встречаются редкие раковины *Viviparus* sp. и *Planorbis* sp.

Граница между средним и верхним сарматом проведена по кровле пресноводных глин с *Planorbis*, ниже мергеля, который лежит в основании верхнесарматского подъяруса и постепенно кверху переходит в серо-зеленую, различных оттенков карбонатную неслоистую глину. Глина всегда содержит прослой мергелей, мергелистых известняков и тонкослоистых желто-охристых глин с многочисленными отпечатками *Mastra caspia* Eichw. Глины переполнены крупными кристаллами и друзами гипса.

Прослой мергелей занимают в разрезе подъяруса до половины мощности, иногда даже преобладая над глинами. Количество прослоев обычно 4—6, редко 7—9. Мощность прослоев 0,5—0,7 м. Книзу они постепенно переходят в глину.

Мощность подъяруса более или менее постоянная (10—12 м).

Плиоцен. *Понтический ярус*. Понтические отложения на описываемой территории развиты повсеместно и отсутствуют только в местах верхнеплиоценового и четвертичного размыва, в долинах рек и глубоких балок. Представлены они здесь зеленовато-бурыми и светло-коричневыми слоистыми глинами, переходящими кверху в зеленовато-серую комковатую мергелистую глину. Последняя по вертикали и горизонтали без видимой закономерности сменяется зеленовато-белым мергелем мощностью до 6 м.

Слоистые глины, залегающие в основании понтических отложений, отличаются своей тонкодисперсностью и полным отсутствием карбонатов. Глины вскрыты всеми скважинами, пробуренными на водоразделах, а также в обнажениях балки Криничеватая и карьерах РУ им. Орджоникидзе.

В балке Криничеватая И. А. Лепикаш (1935—1936 гг.) определил в глинах *Dreissena rostriformis* Desh., *D. simplex* Barb., *Limnocardium* ex gr. *subyrminse* Andr., *Paradacna abichi* Högn., *Monodacna pseudocattilus* Barb., *Ostracoda*, *Castropoda*, что позволило отнести вмещающие их глины к новороссийскому подъярису понта.

Контакт слоистых глин с нижележащими породами обычно резкий, иногда с прослоем песка и мелкими известковыми оолитами. Верхний контакт нечеткий, так как слоистые глины постепенно переходят в зеленовато-серую комковатую мергелистую глину, сменяющуюся мергелем, в свою очередь, постепенно переходящий в красно-бурую глину. Выше мергелистых глин, на левом берегу р. Соленая, встречены грязно-бурые глины с характерным зеленоватым мраморовидным рисунком, с редкой пресноводной фауной моллюсков.

И. А. Лепикаш (1936 г.) выделяет мергелистые глины, мергели и грязно-серые глины под названием «ковских слоев», относя их к босфорскому подъярису понта.

*Отложения древних террас*. К верхнему плиоцену относятся также песчано-глинистые отложения древних террас, лежащие между неогеновыми и четвертичными образованиями на левом берегу р. Базавлук и правом берегу р. Соленая. Эти отложения встречены скважинами, пробуренными на водоразделе указанных рек, и представлены следующим характерным разрезом (скв. 60).

Q <sub>1</sub> Суглинок лессовидный . . . . .	23 м
Суглинок красно-бурый, плотный . . . . .	1 "
N <sub>2</sub> Глина красно-бурая, без гипса и карбонатных включений . . . . .	1,7 "

№ <sub>2</sub> Песок светло-бурый, мелкозернистый, глинистый . . . . .	0,8 м
Глина красновато-бурая, песчаная . . . . .	1,9 ..
Песок светло-бурый, мелкозернистый, глинистый, с гравием известковых пород . . . . .	5 ..
Глина красно-бурая, внизу песчаная . . . . .	1,2 ..
Песок серовато-желтый, среднезернистый, местами грубозернистый, глинистый, в основании с галькой мергеля . . . . .	5,4 ..
Глина зеленая, слоистая, карбонатная . . . . .	1 ..
Конгломерат, состоящий из галек кварца и мергеля, сцементированных известково-песчаным цементом . . . . .	0,3 ..
Известняк ракушечный.	

*Красно-бурые глины (плиоцен-нижний антропоген).* Понтические отложения, а также террасовые отложения верхнего плиоцена, повсеместно, за исключением долин рек и балок, перекрыты толщей красно-бурых глин, мощность которых на водоразделах 12—14 м. На склонах и сильно эродированных водоразделах мощность глин уменьшается вплоть до полного выклинивания.

В естественных обнажениях глины наблюдаются по балкам обоих берегов р. Соленая и в верхней части балки Чертомлык.

Поверхность глин повторяет в сглаженном виде контуры современного рельефа.

Красно-бурые глины представляют собой очень плотную неслоистую породу различных, преимущественно темных оттенков красного цвета, содержащую большое количество известковых стяжений, кристаллов и сростков гипса, дендритов окислов марганца, а также мелких (2—3 мм) марганцево-железистых конкреций.

**Четвертичные отложения.** Четвертичные отложения на площади месторождения сложены лессовидными суглинками и песчано-глинистыми отложениями древних надпойменных террас Днепра и Базавлука.

Лессовидные суглинки, разделенные ископаемыми почвами на три отдела (нижний, средний и верхний) залегают сплошным покровом на более древних образованиях, отсутствуя только в редких случаях на склонах балок и речных долин. Мощность их до 30 м.

Среди древнеаллювиальных отложений наибольшее развитие на описываемой площади имеют пески IV надпойменной террасы Днепра (см. рис. 108). Мощность песков 10—15 м, они содержат прослойки серо-зеленой карбонатной глины мощностью 2—6 м. Пески косослоистые, неравномернозернистые, с галькой кристаллических пород, перекрыты толщей суглинков.

Днища развитых на месторождении балок и оврагов выполнены делювиально-аллювиальными отложениями современного отдела четвертичной системы, сложенными лессовидными суглинками желто-серого цвета, включающими большое количество обломков коренных пород.

В верховьях балок и оврагов делювий залегает на породах лессовой толщи, а ниже — на коренных породах.

Мощность балочного аллювия увеличивается к устьям балок, где нередко составляет 6—8 м.

### ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

По гидрогеологическим условиям этой части бассейна выделяются два резко отличных друг от друга района: северный и южный. Северный район ограничивается контуром рудной залежи, располагающейся в пределах плато, и характеризуется наличием в надрудной толще нескольких залегающих друг над другом водоносных горизонтов. Южный район охватывает рудную залежь, лежащую в пределах площади древнего размыва Днепра, и характеризуется содержанием в надрудной толще только одного горизонта.

В западной части бассейна фиксируются следующие водоносные горизонты:

- 1) грунтовые воды в четвертичных образованиях;
- 2) воды в известняках верхнего и среднего сармата;
- 3) надрудный нижнесарматский горизонт;
- 4) надрудный древнечетвертичный аллювиальный горизонт;
- 5) подрудный горизонт олигоцена.

Первые два горизонта имеют слабую водоносность и распространены только в северной половине месторождения. Характеристика этих горизонтов дана выше. Третий и четвертый горизонты распространены в южной части месторождения, а пятый — повсеместно.

**Нижнесарматский водоносный горизонт.** Горизонт приурочен к мелкозернистым глинистым пескам, местами перемежающимся с песчаными глинами или крупнозернистыми песками. Водоносные пески очень редко залегают непосредственно в кровле рудного пласта. Обычно они отделены от него промежуточным слоем глин мощностью 3—5 м и нередко — 8—10 м, благодаря чему верхняя пачка рудного пласта почти везде безводна.

В табл. 94 приведены показатели воднофильтрационных свойств песков.

Таблица 94

Значения характеристик	Гранулометрический состав, %									Водоотдача, %	Коэффициент фильтрации по лабораторным опытам, м/сутки
	Диаметр фракций, мм										
	> 2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	< 0,005		
Наибольшее	71	47,75	55,4	60,87	91	54,05	35,17	31,95	28,5	33,57	7,86
Наименьшее	0,04	0,1	0,3	0,39	2,55	0,21	0,04	0,16	0,01	8,86	0,11
Среднее	2,86	6,19	13,97	15,4	35,82	9,96	4,97	5,93	4,9	19,74	1,44
Количество определений	156									>60	76

Показатели этих свойств меняются в широких пределах, что свидетельствует о неоднородном составе песков. Нижнесарматские пески распространены по всей площади плато. В восточной части (б. Чкаловский участок) они очень глинисты и часто переходят в песчаные глины.

Нижнесарматский водоносный горизонт в основном безнапорный, однако на участках с пониженными отметками кровли песчаного слоя уровень по отдельным скважинам напорный, высота напора не превышает 4—5 м.

Данные опытных откачек показали, что пески слабо обводнены. Удельный дебит — 0,12—1,9 м<sup>3</sup>/ч при понижении уровня в скважинах на половину столба воды. Коэффициент фильтрации — 1,1—12,4 м/сутки.

Разгрузка горизонта осуществляется в сторону рек Соленая и Базавлук. Положение уровня и направление потоков иллюстрируются рис. 109. Более высокие отметки уровня (плюс 22—плюс 23 м) фиксируются по скв. 63, 64, 83, 85, расположенным в пределах распространения вышележащих водоносных известняков сармата. Отсюда уровень постепенно снижается на север в направлении к р. Соленая, на запад в сторону Александровского участка, где в основном сконцентрированы действующие шахты, а также на юг к области древнего размыва

Днепра. Высокое положение уровня нижнесарматского горизонта совпадает на площади распространения известняков с отметками уровня воды в этих известняках, хотя последние отделены от водоносных песков промежуточным слоем глин. Можно полагать, что питание горизонта осуществляется в основном за счет миграции вод из вышележащих известняков.

**Древнечетвертичный аллювиальный водоносный горизонт.** Горизонт приурочен к древнеаллювиальным мелко- и разнозернистым



Рис. 109. Распределение надрудного водоносного горизонта (нижнесарматского и древнеаллювиального) Западной рудоносной площади (на июнь 1958 г.)

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — скважина гидрогеологическая и абсолютная отметка уровня воды; 4 — изогипсы; 5 — условная линия древнего размыва Днепра; 6 — граница площади распространения водоносных известняков-ракушечников

пескам, повсеместно распространенным в южной части Западной рудоносной площади. Мощность песчаного слоя обычно 7—8 м, но нередко 12—15 м. На значительных участках водоносные пески залегают непосредственно в кровле рудного пласта (рис. 110), что усложняет условия эксплуатации месторождения. По этой причине на площади древнего размыва шахтные разработки не получили развития. Технически проще и экономически выгоднее вести здесь выемку руды открытым способом.

В табл. 95 приведены средние и предельные показатели, характеризующие воднофильтрационные свойства песков.

Значения характеристик	Гранулометрический состав, %								Водоотдача, %	Коэффициент фильтрации по лабораторным определениям, $\text{м/сутки}$	
	Диаметр фракций, мм										
	2	1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,15-0,01	0,01-0,005			
	>							<0,005			
Наибольшее	58,1	47,03	60,85	66,75	86,9	84	58	50,25	20,43	31,2	35,8
Наименьшее	0,03	0,04	0,02	0,1	0,51	0,41	0,09	0,11	0,3	13,69	0,07
Среднее	4,24	7,08	12,7	15,78	32,73	16,11	5,29	3,29	2,78	19,81	6,21
Количество определенных						212				261	179

В сравнении с нижнесарматскими древнеаллювиальные пески имеют более высокую фильтрационную способность, поэтому водообильность горизонта значительно выше.

Водообильность горизонта установлена по опытным откачкам из 17 скважин. При понижении уровня в скважинах до 9 м и наличии общего столба воды до 15 м удельный расход достигает  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Исключением является лишь скв. 338 с удельным расходом  $19,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Из этой скважины долгое время осуществлялось водоснабжение г. Орджоникидзе. Коэффициент фильтрации по данной скважине —  $55,3 \text{ м/сутки}$ , по остальным скважинам —  $0,5-27 \text{ м/сутки}$ .

Древнеаллювиальный водоносный горизонт непосредственно связан с речными водами, особенно с водами Днепра.

Из рис. 109 видно, что под влиянием Каховского водохранилища ранее существовавшее общее направление грунтового потока на юг после 1956 г. изменилось. Разгрузка горизонта осуществляется только в сторону р. Базавлук, а вдоль Каховского водохранилища и Чертомлыкского залива имеет место подпор аллювиальных вод, который постепенно снижается к центральной части месторождения (к Чертомлыкско-Алексеевскому участку), откуда уровень вновь постепенно повышается в сторону плато. За три года существования Каховского водохранилища подпор распространился в пределах полосы до 2 км. При этом уровень подземных вод вблизи уреза водохранилища повысился примерно на 7—9 м; в 500 м — на 5—6 м и в 1000 м — на 3—4 м.

На Сулицком участке (восточнее Чертомлыкского залива) происходит более интенсивное повышение уровня, так как здесь подпор осуществляется одновременно со стороны Днепра и Чертомлыкского залива. Однако и на этом участке формирование уровня еще не закончено.

По мнению И. А. Скабаллановича, формирование подпертого уровня грунтовых вод в западной части бассейна, возможно, закончится к 1964—1965 гг.

**Водоносный горизонт олигоцена.** Горизонт приурочен главным образом к подрудным пескам и песчаным глинам, а также к рудному пласту в пределах распространения окисных разновидностей (рис. 111). Обладая гидростатическим напором, подрудный горизонт является основным источником обводнения шахтных выработок. Распространение горизонта отмечается почти по всей рудоносной площади, за исключением небольших участков, где под рудным пластом залегают каолины.

В табл. 96 приведены показатели водофильтрационных свойств подрудных песков.

Из таблицы видно, что пески преимущественно глинистые, с низкой водоотдачей. Горизонт повсеместно напорный. Высота напора меняется (3—25 м); отметки уровня — плюс 8—плюс 16 м.

Подрудный горизонт олигоцена гидравлически связан с нижележащим напорным горизонтом кристаллического массива докембрия и вышележащими надрудными древнеаллювиальными песками, откуда в основном и осуществляется его питание. По этой причине отметки уровня подрудного и надрудного горизонтов близки между собой.

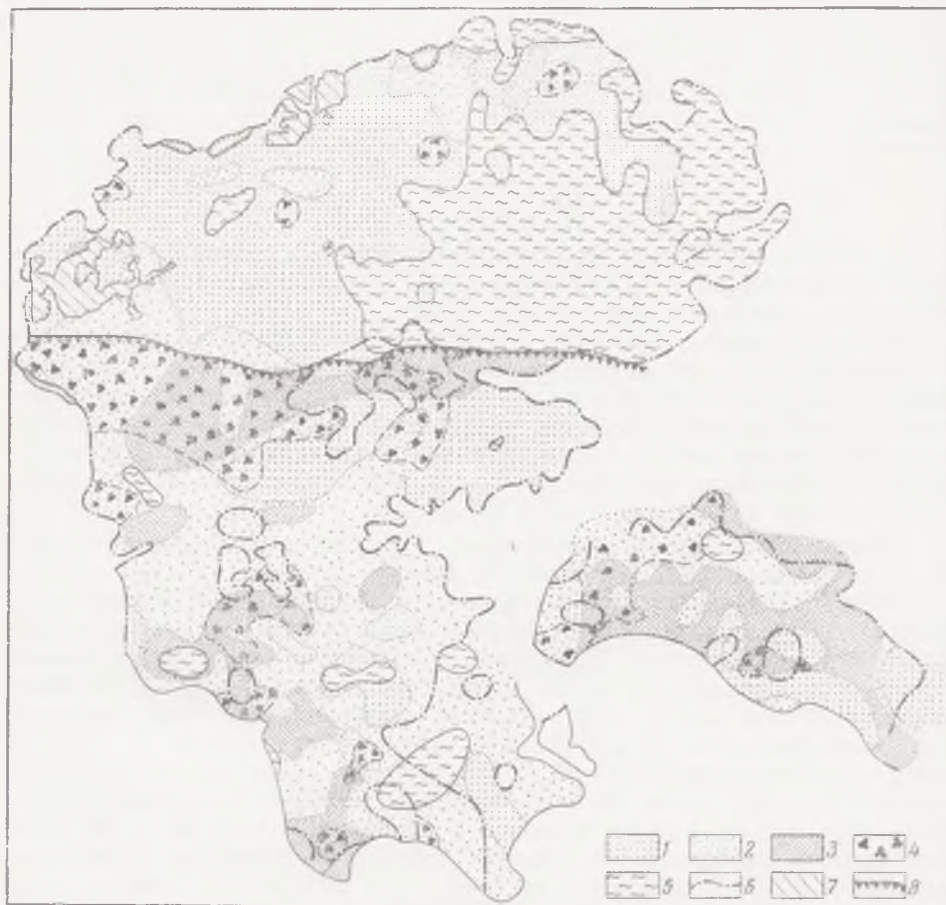


Рис. 110. Распространение надрудных водоносных песков на Западной рудоносной площади

1 — пески мощностью до 5 м; 2 — пески мощностью 5—10 м; 3 — пески мощностью более 10 м; 4 — пески, залегающие непосредственно в кровле рудного пласта; 5 — пески в надрудной толще, замещенные песчаными глинами; 6 — контур рудной залежи; 7 — выработанные поля; 8 — условная линия древнего размыва Днепра

На рис. 111, где показано положение уровня подрудных вод на июнь 1958 г., видно равномерное падение пьезометрического напора с севера на юг, в сторону Сулицкого участка, где формирование подпертого уровня в основном заканчивается. От Чертомлыкского залива в направлении на запад и вдоль всего побережья подпор подрудного горизонта все еще продолжается. Разгрузка горизонта происходит в стороны рек Соленая и Базавлук, отметки которых ниже отметок почвы рудного пласта.

Опытные откачки показали, что при понижении уровня в скважинах на половину столба воды, т. е. на 12—15 м, удельный расход составляет 0,03—1 м<sup>3</sup>/ч. Коэффициенты фильтрации — 0,03—6,7 м/сутки.

Значения характеристик	Гранулометрический состав, %									Водоотдача, %	Коэффициент фильтрации по лабораторным определениям, м/сутки
	Диаметр фракций, мм										
	>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005		
Наибольшее	9,9	49	54,43	56,6	87	68,02	72,65	36,71	26,88	26,88	30,02
Наименьшее	0,03	0,04	0,07	0,12	0,2	0,21	0,21	0,04	0,41	7	0,05
Среднее	0,68	5,7	13,63	9,89	23,06	17,64	14,65	6,55	8,2	18,04	2,55
Количество определений					176					87	74

По лабораторным определениям, коэффициент фильтрации в среднем 2,55 м/сутки.

**Краткие сведения о водопритоках в горные выработки и рекомендуемые дренажные мероприятия.** Наблюдения за шахтными водопритоками в западной части бассейна ведутся геологической службой рудника им. Орджоникидзе на протяжении длительного периода, но с перерывами. Из приведенной выше характеристики гидрогеологических условий совершенно очевидно, что на всей площади плато, где ведутся и впредь будут вестись подземные разработки рудного пласта, не следует ожидать больших водопритоков и прорывов подземных вод в горные выработки. В области древнего размыва надрудный горизонт отличается более высокой водообильностью, однако при разработке рудной залежи открытым способом имеется полная возможность заблаговременно сдренировать грунтовые воды и открытые разработки вести без осложнений после осушения карьерного поля.

По данным РУ им. Орджоникидзе, среднегодовые водопритоки по 15 действующим шахтам западной части бассейна — 2—22 м<sup>3</sup>/ч. Наиболее высокие притоки отмечены по шахтам 10, 13, 14, 15 и 21. Водопритоки в шахтные выработки, как правило, уменьшаются по мере развития выемочных работ. Средний водоприток в шахту — 5—6 м<sup>3</sup>/ч, реже 8—10 м<sup>3</sup>/ч. Практика эксплуатации марганцевых шахт показывает, что дренаж подрудных напорных вод на шахтном поле успешно осуществляется подготовительными и выемочными выработками, проходимыми по рудному пласту. При этом проходка таких выработок осуществляется без предварительного дренирования.

Более значительные водопритоки фиксируются в действующих карьерах. Богдановский и Шевченковский карьеры находятся сейчас в более благоприятных условиях, так как разработки рудного пласта ведутся пока на левом склоне долины р. Соленая, где водоносные горизонты в значительной мере сдренированы. Очевидно, с дальнейшим передвижением рабочих бортов в сторону плато водоносные горизонты будут более проявляться, в соответствии с чем гидрогеологические условия несколько ухудшатся. В 1960 г. в отдельные периоды водоприток в Шевченковский карьер из надрудного и подрудного горизонтов достигал 40—50 м<sup>3</sup>/ч. Расчетные прогнозы подтверждают возможный водоприток в карьеры плато до 60—70 м<sup>3</sup>/ч.

Учитывая принятую на руднике им. Орджоникидзе систему разработок, предусматривающую наличие вскрышного уступа высотой 30—40 м и соответствующую ему высоту внутренних отвалов, для обеспе-



чения устойчивости рабочих и отвальных откосов карьера необходимо осуществление предварительных дренажно-осушительных работ.

Вопросами дренажа и осушения марганцевых карьеров занимаются научно-исследовательские и проектные организации, в том числе ГИН АН УССР, ВНИМИ, УкрНИИПроект и ЦНИИГоросушение.

Рекомендации ГИН АН УССР, института ЦНИИГоросушение и УкрНИИПроекта сводятся в основном к необходимости применения



Рис. 111. Распространение подрудного водоносного горизонта на Западной рудной площади

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — скважина гидрогеологическая и абсолютная отметка пьезометрического уровня воды; 4 — пьезоизолины. Горные породы, залегающие в почве рудного пласта: 5 — песок; 6 — глина; 7 — каолин; 8 — гранит; 9 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисно-карбонатные; III — карбонатные

подземного осушения надрудных песков, предусматривающего систему опережающих бортовых и локальных дренажно-осушительных штреков, которые проходятся в рудном пласте. Этими штреками частично дренируется и подрудный горизонт. Дренаж подрудного горизонта в пределах выработанного пространства предлагается осуществить дренажными канавами или рядами легких иглофильтров. В обоих случаях действие дренажа должно обеспечиваться надолго после отсыпки над ним внутренних отвалов.

Рассматривая, однако, реальные условия карьерных полей западной части бассейна, необходимо прежде всего подчеркнуть слабую обводненность пород, что связано с залеганием всей вскрышной толщи

выше местного базиса эрозии и отсутствием в районе обильных источников питания водоносных горизонтов.

Учитывая указанные условия, вряд ли подземный способ дренирования нижнесарматского горизонта можно считать целесообразным. Проще и дешевле применение в необходимых местах с наибольшей концентрацией воды поверхностного способа осушения с помощью, например, эжекторных иглофильтров, которые располагаются на среднем или нижнем вскрышном уступе. Применение поверхностного способа осушения нижнесарматских песков рекомендуют также институты ВНИМИ и ЮЗГИПРОРуда, а в последнее время и УкрНИИПроект.

В настоящее время разработки в Богдановском и Шевченковском карьерах ведутся без применения опережающего дренажа, что часто является причиной нарушения устойчивости и обвалов бортовых и отвальных откосов. Очевидно, что с развитием фронта работ в этих карьерах и дальнейшим продвижением рабочих бортов в сторону плато потребность опережающего дренажа приобретет первостепенное значение.

Условия строительства и эксплуатации карьеров на площади древнего размыва Днепра отличаются от условий эксплуатации карьеров на плато относительно малой мощностью вскрышной толщи, главной составной частью которой являются не глинистые породы, а пески с хорошей водоотдачей. Здесь нет необходимости в создании высоких бортовых уступов, устойчивость которых всегда более подвержена различным нарушениям.

Развитие открытых работ на площади древнего размыва только начинается. Пока эксплуатируется здесь один карьер — Александровский. Однако на ближайшие годы предусматривается строительство карьеров на Чертомлыкско-Алексеевском, Покровском и Сулицком участках. Гидрогеологический режим этих участков неодинаков. Очевидно, в прибрежной полосе, где распространен подпор грунтовых вод от Каховского водохранилища, ожидаемые водопритоки будут выше по сравнению с наблюдаемыми в настоящий период водопритоками в Александровский карьер. Опыт строительства и эксплуатации этого карьера показывает, что вскрытие карьеров в подобных условиях проще и дешевле производить гидромеханическим способом или путем проходки вокруг участка котлована дренажных траншей, которые могут быть заглублены ниже уровня грунтовых вод на 5—6 м без предварительного дренажа. В последнем случае достаточный эффект дает поверхностный горизонтальный дренаж в самих траншеях; средний приток по карьере при этом — 200—240 м<sup>3</sup>/ч.

Предварительный дренаж необходим, однако, в период эксплуатации карьера. Такой дренаж надрудного горизонта может быть осуществлен либо с помощью двух рядов эжекторных иглофильтров, которые располагаются на нижнем уступе и перемещаются одновременно с продвижением фронта работ, либо применением линейно-очаговой системы расположения водопонижающих скважин с непрерывным опережением этими скважинами фронта горных работ. Кроме того, должен быть осуществлен дренаж подрудных вод в выработанном пространстве с целью охраны от подмачивания снизу основания внутренних отвалов.

При ведении открытых разработок в прибрежной полосе, например на Покровском или Сулицком участках, вышеуказанная система дренирования еще более желательна, учитывая, что ожидаемые водопритоки в карьер окажутся значительно выше за счет фильтрации вод из Каховского водохранилища. Прогнозными расчетами установлено, что ожидаемые водопритоки в проектируемый Покровский карьер после формирования подпора могут в отдельные периоды достигать 600 м<sup>3</sup>/ч.

Западная рудоносная площадь, являющаяся по своим размерам и запасам марганцевых руд самой крупной в Никопольском месторождении, расположена на северном берегу Каховского водохранилища между устьем р. Базавлук на западе и г. Никополь на востоке.

Составляющие ее рудные залежи приурочены к депрессиям в рельефе кристаллических докембрийских пород: Западная — к средней части крупной Базавлукской депрессии; Сулицкий участок — к верховьям Никопольской депрессии. От Западной залежи Сулицкий участок отделен узким поднятием кристаллических пород в районе сел Капуловка и Алексеевка.

Границами Западной залежи на севере, западе и востоке являются реки Солёная, Базавлук и Чертомлык, на юге залежь граничит с Каховским водохранилищем. Форма залежи неправильная, расширенная в северной части и суженная в южной, с неровными извилистыми очертаниями. Протяженность ее в меридиональном направлении от р. Солёная до Каховского водохранилища 20—22 км. Наибольшая ширина рудной залежи от р. Базавлук на западе до с. Чкалово на востоке — 18 км; на юге, у с. Покровское, ширина ее не превышает 5—7 км. Площадь распространения марганцевых руд Западной залежи составляет 230 км<sup>2</sup>.

Сулицкий участок расположен к востоку от Чертомлыкского залива. Он простирается в широтном направлении вдоль Каховского водохранилища от с. Алексеевка до Никополя. Протяженность участка с запада на восток 7—10 км, с севера на юг 3—4 км, площадь участка — 35 км<sup>2</sup>.

В пределах Западной рудной залежи и Сулицкого участка рудный пласт залегает в общем горизонтально, с незначительным наклоном с севера на юг, а также с востока и запада к центру залежи.

Максимальные высотные отметки подошвы рудного пласта (плюс 20—плюс 24 м) отмечены вдоль северного контура рудной залежи. Сравнительно высокое положение рудного пласта — выше 0 — установлено вдоль всей восточной и северо-западной границ залежи. В центральной части залежи отметки подошвы рудного пласта снижаются до 0. В самой южной части залежи, у с. Покровское, рудный пласт залегает на отметках минус 14—минус 17 м (рис. 112). Падение пласта с севера на юг в среднем 2 м на 1 км протяжения залежи.

Вдоль широтного разреза от с. Александровка на западе к центру залежи отметки подошвы пласта постепенно понижаются от плюс 18 до плюс 2 м, а далее к с. Чкалово возрастают до плюс 19 м.

На фоне общего пологого погружения рудного пласта с севера на юг имеются отдельные незначительные поднятия и погружения, создающие волнистость рудного пласта. Мелкая волнистость, обусловленная неровностями поверхности подстилающих пород, хорошо прослеживается в действующих карьерах и шахтах РУ им. Орджоникидзе, где на протяжении 20—50 м отметки подошвы рудного пласта иногда колеблются в пределах 0,5—1,5 м. Наибольшая волнистость рудного пласта отмечается на участках локальных выступов кристаллического основания в северной и центральной частях рудной залежи. В северной части залежи, в местах поднятий поверхности кристаллических пород, отметки подошвы рудного пласта на протяжении 150—300 м повышаются от 4 до 16 м. В районе станции Чертомлык и южнее, где в целом рудный пласт залегает на отметках 0 — минус 6 м, у выступов кристаллических пород отметки подошвы пласта повышаются до плюс 4 м.

На Сулицком участке максимальные отметки подошвы рудного пласта (плюс 5—плюс 9 м) отмечаются у северной, восточной и запад-

ной границ участка, минимальные (минус 10,5 м) известны у южной границы.

Подстиляется марганцеворудный пласт песками и глинами (рис. 113). В южной, юго-восточной и северо-западной частях рудной залежи в почве рудного пласта залегают пески. Пески обычно кварц-глауконитового состава, зеленовато-серого цвета, мелкозернистые, реже среднезернистые, нередко глинистые. На остальной площади рудный



Рис. 112. Рельеф подошвы рудного пласта на Западной рудоносной площади

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — изогипсы подошвы рудного пласта (проведены через 2 м); 5—10 — высотные отметки подошвы рудного пласта, м; 11 — границы типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

пласт залегает на глинах зеленовато-серого цвета. Глины встречаются также на сравнительно небольших обособленных площадях среди песчаных отложений в северо-западной и южной частях залежи.

Подрудные глины тонкопесчаные, с примесью зерен глауконита. В самой северной части рудной залежи встречаются плотные опоконидные глины.

В местах локальных поднятий кристаллического основания рудный пласт залегает на коре выветривания кристаллических пород или кристаллических породах. Так, в районе с. Покровское рудный пласт залегает на мигматитах, а в северо-западной части рудной залежи — на кварц-хлорит-серицитовых сланцах.

В зоне распространения окисных руд на выступах кристаллических пород и коры их выветривания местами в почве рудного пласта встречаются конгломератовидные породы и галечники, которые по падению пласта замещаются песками.

На Сулицком участке в почве рудного пласта залегают пески, реже глины. В западной, северной и юго-восточной частях участка рудный пласт лежит на первичных каолинах и мигматитах.



Рис. 113. Породы подошвы рудного пласта на Западной рудоносной площади

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — границы типов руд. Породы подошвы рудного пласта: 5 — песок эоцен-олигоценовый; 6 — глина эоцен-олигоценовая; 7 — кора выветривания кристаллических пород; 8 — бурый уголь; 9 — бокситы; 10 — галечник и конгломератовые породы; 11 — докембрийские кристаллические породы. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

В кровле рудного пласта в северной части основной залежи повсеместно залегают плотные зеленовато-серые надрудные олигоценовые глины. В южной части залежи в кровле рудного пласта наряду с глинами на отдельных участках встречаются аллювиальные пески. В центральной части площади залежи такие пески широко распространены в виде полосы, вытянутой в широтном направлении. Северная граница этой полосы примерно совпадает с тыловым швом IV надпойменной террасы Днепра.

На Сулицком участке в кровле рудного пласта залегают преимущественно олигоценовые глины. В западной, северо-западной и юго-

восточной частях участка марганцеворудный пласт покрывается аллювиальными песками (см. рис. 108).

Мощность рудного пласта на Западной рудоносной площади изменяется от нескольких сантиметров у границ до 4—5 м в южной части и центре площади. На большей части залежи мощность рудного пласта 2—3 м.

В зоне распространения карбонатных руд, а также на отдельных участках зоны окисных руд мощность рудного пласта нередко достигает 3—3,5 м.



Рис. 114. Мощность рудного пласта на Западной рудоносной площади  
 1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — изолинии мощности рудного пласта (проведены: 0,75, 2, 3, 4 м); 5—8 — мощность рудного пласта, м; 9 — границы типов руд.  
 Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные.

В северной, восточной и центральной частях рудоносной площади мощность рудного пласта 1,5—2 м.

Минимальные мощности рудного пласта (до 0,75 м) отмечаются в приконтурной части залежи и вокруг безрудных окон, а также в отдельных пунктах в центральной части залежи, где руды частично размыты в четвертичное время.

В пределах рудной залежи выявлено свыше 40 безрудных окон. Наибольшее количество их (до 20) находится в центральной части залежи, в 4—5 км севернее железнодорожной ст. Чертомлык и несколько южнее ее. Самое крупное безрудное поле (до 5 км<sup>2</sup>), образовавшееся в районе поднятия кристаллических пород и частично

за счет древнечетвертичного размыва (рис. 114), находится южнее с. Екатериновка, по среднему течению балки Перевисская. Остальные безрудные площади, расположенные в этом районе, значительно меньше по своим размерам. Отдельные безрудные площади размером 0,1—0,3 км<sup>2</sup>, связанные с локальными поднятиями кристаллических пород, находятся в северо-восточной части рудной залежи, а также на юге, у сел Покровское и Сулицкое. Залегаёт марганцеворудный пласт на глубинах 20—80 м (рис. 115). Максимальные глубины залегания рудного пласта порядка 70—80 м отмечаются в северной половине залежи,



Рис. 115. Мощность вскрыши и соотношение вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды на Западной рудоносной площади

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — изолинии мощности вскрыши (проведены через 10 м); 5 — изолинии соотношения вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды; 6—9 — соотношение вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды

на водораздельных участках Соленая — Днепр, где высотные отметки дневной поверхности 70—90 м.

В южной половине рудной залежи, в районе IV надпойменной террасы, где абсолютные отметки поверхности не превышают 50 м, рудный пласт залегаёт на глубине 30—40 м. На склонах долин рек Соленая и Чертомлык, в тальвегах балок Фомина, Перевисская, Чертомлык глубина залегания рудного пласта обычно не превышает 20 м.

В пределах Западной рудоносной площади имеют распространение все три типа руд: окисные, карбонатные и окисно-карбонатные.

В направлении падения пласта происходит смена окисных руд окисно-карбонатными, а последних — карбонатными (рис. 116).

Окисные руды занимают всю северную половину залежи и протягиваются узкой полосой вдоль восточной ее границы. Площадь распространения их составляет 153 км<sup>2</sup>. Окисные руды выявлены также на небольших площадях в центральной части рудной площади, немного южнее железнодорожной ст. Чертомлык, в зоне распространения карбонатных и смешанных руд. Здесь ими сложены наиболее приподнятые участки рудного пласта вокруг поднятий кристаллических пород.



Рис. 116. Распространение типов марганцевых руд на Западной рудоносной площади  
 1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — границы типов руд.  
 Типы руд: 5 — окисная; 6 — окисная и карбонатная в виде переслаивания и смеси; 7 — карбонатная; 8 — окисная малофосфористая (пригодная для выплавки ферромарганца)

Залегают окисные марганцевые руды на абсолютных отметках 1—24,5 м.

Переход окисных руд в окисно-карбонатные наблюдается в центральной части залежи в зоне, где почва пласта характеризуется высокими отметками 0—1 м.

В юго-восточной части залежи и на Сулицком участке смена окисных руд окисно-карбонатными наблюдается в районе изолиний высотных отметок почвы рудного пласта минус 1—минус 2 м. Ширина распространения окисно-карбонатных руд различная. В местах пологого падения пласта (Чертомлык — Алексеевский участок) она достигает 3 км. На юго-востоке залежи и Сулицком участке, где падение



пласта круче, полоса окисно-карбонатных руд имеет незначительную ширину.

Площадь распространения окисно-карбонатных руд около 40 км<sup>2</sup>.

Интересный факт залегания карбонатных руд под окисными в северной части залежи описан выше, в главе VII.

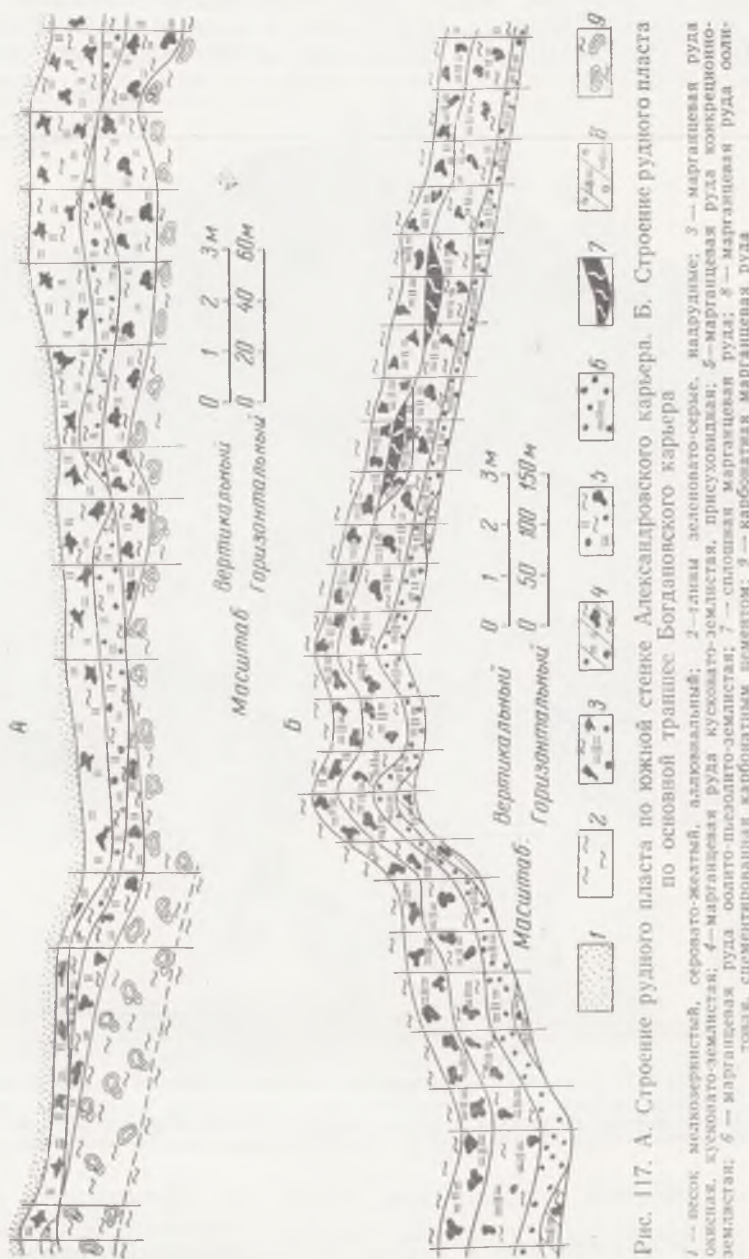


Рис. 117. А. Строение рудного пласта по южной стенке Александровского карьера. Б. Строение рудного пласта по основной траншее Богдановского карьера

1 — черный, мелкозернистый, серовато-желтый, аллювиальный; 2 — зеленый зеленовато-серый, надрудный; 3 — марганцевая руда окисная, кусковая-землистая; 4 — марганцевая руда кусковая-землистая; 5 — марганцевая руда конкреционная-землистая; 6 — марганцевая руда обильно-пылючато-землистая; 7 — сплошная марганцевая руда; 8 — марганцевая руда обильно-пылючато-землистая; 9 — карбонатная марганцевая руда

Карбонатные марганцевые руды залегают на высотных отметках минус 2—минус 17 м. ими сложена южная часть Западной рудной залежи и Сулицкого участка. Общая площадь распространения карбонатных руд 74 км<sup>2</sup>.

Окисные марганцевые руды представлены плотными образованиями — кусками, конкрециями, пизолитами, желваками — и рыхлыми землистыми разностями — «сажей».

Рудные стяжения заключены в песчано-глинистой вмещающей породе, которая обычно окрашена гидроокислами марганца в черный цвет. В состав рудных включений входят пиролюзит, минералы группы псиломелана, вернадита, манганит. Количество рудных включений, их форма, минеральный состав не являются постоянными на площади распространения и в вертикальном разрезе рудного пласта.

По форме рудных включений, составу вмещающей породы среди окисных руд выделяются следующие текстурные разновидности: кусковые или желваковые, конкреционные, сплошные, сажисто-глинистые, сажисто-песчаные, сцементированные кальцитом. Обычно при опробовании пласта выделяются 3—4 слоя, а при более детальном описании — 6—10 слоев.

В забоях действующих карьеров и шахт РУ им. Орджоникидзе в рудном пласте отчетливо выделяются 2—3, реже 4 слоя (пачки), сложенные различными текстурными разновидностями руд (рис. 117). Верхняя пачка мощностью 30—80 см представлена кусково-землистой разновидностью. Куски обычно неправильной угловатой формы. Поверхность их неровная и ячеистая. Ячеи заполнены песчано-глинистым материалом или же пустые. Размер рудных кусков различный — от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Обычно эти рудные образования обладают невысокой механической прочностью. Кусковые руды представлены псиломеланом, реже смесью пиролюзита и псиломелана или манганита и псиломелана.

Рудные стяжения заключены в песчано-глинистой породе и землистой «саже».

Средняя пачка мощностью 40—60 см сложена кусково-конкреционной и пизолитовой рудой. Конкреции и куски расположены неравномерно. В шахтах 10, 14, 15, Александровском и Богдановском карьерах преобладают конкреционно-пизолитовые руды, а на Шевченковском карьере, шахтах 9, 13, 20, 21, 22 — преимущественно кусково-конкреционные. Конкреции и пизолиты представляют концентрически-слоистые стяжения шарообразной или менее правильной формы. Размер конкреций колеблется в значительных пределах, от мелких оолитов до крупных конкреций (10—15 см в поперечнике). Состоят конкреционные руды из манганита и пиролюзита с примесью псиломелана.

Вмещающая порода — глина с примесью алевритовых и песчаных частиц. Цвет глины палевый с розоватым оттенком, часто она окрашена в черный цвет гидроокислами марганца. В Богдановском карьере глинисто-песчаная вмещающая порода слабо сцементирована кальцитом.

На контакте первой и второй пачек нередко можно наблюдать прослой мощностью 10—15 см сплошной плитняковой марганцевой руды. Руда эта неоднородная, представлена кусками или конкрециями, как бы слившимися вместе. Прослой сплошной руды обычно линзовидные, прослеживаются на протяжении нескольких метров.

Третья, нижняя пачка, мощностью 0,35—1,5 м представлена кусково-землистой рудой. Куски размером до 15—20 см неправильной, угловатой формы. Сложены псиломеланом и манганитом или же псиломеланом и пиролюзитом.

Четвертая текстурная пачка в Богдановском карьере сложена рыхлыми или плотными рудными кусками и пизолитами, заключенными в кварцевом разномерном песке желтовато-серого цвета и сцементированными кальцитом. Обычно эта бедная труднообогатимая руда не добывается.

Значительное место в рудном пласте занимают землистые соединения марганца, они в виде тонкодисперсных частиц рассеяны в песчано-глинистой вмещающей породе. Землистая руда содержит мелкие рудные агрегаты-крупинки величиной от долей до нескольких миллимет-

ров. Они сложены преимущественно минералами группы псиломелана — вернадита.

В Александровском карьере четвертой пачкой является окисленная и карбонатная марганцевые руды. Последняя представлена кусками и желваками манганокальцита в песчаной глине зеленовато-серого цвета.

Ниже приведено описание характерного для зоны окисных руд разреза рудного пласта в шахте 20.

Кровля: глина яблочно-зеленая, плотная.

Марганцевая руда окисная кусково-землистая, пиролюзит-псиломелановая. Кусковатые и землистые разности залегают в песчаной глине слоями мощностью 5 см. Куски неправильной угловатой формы, кавернозные. Преобладающий размер их 10—15 см в поперечнике. При легком ударе куски распадаются на обломки в 3—5 см . . . . . 0,3 м

Кусковая руда с редкими конкрециями скорлуповатого строения, псиломелановая с пиролюзитом. Размер кусков 1—3 см, конкреции — 3—4 см в поперечнике. В середине этой пачки встречаются и более крупные куски . . . . . 1,3 ..

Кусковая псиломелановая руда. Куски плотные. Размер их от нескольких до 20 см в поперечнике. Форма кусков неправильно-вытянутая с бугорчатой и ячеистой поверхностью. Каверны и ячейки заполнены желтовато-белым опалоподобным материалом. Вмещающей породой рудной пачки является глина желтовато-серого цвета. Глина залегают в виде отдельных гнезд и проселов . . . . . 1

Почва рудного пласта: глина плотная желтовато-серого цвета.

Такое распределение текстурных разновидностей в вертикальном разрезе пласта прослеживается почти на всей площади распространения окисных руд.

В верхней части рудного пласта почти повсеместно залегают псиломелановая кусковая руда, ниже сменяющаяся пиролюзит-псиломелановой или манганит-псиломелановой рудой. Кусковые руды средней и нижней части пласта также преимущественно псиломелановые с примесью манганита или пиролюзита.

Кусково-конкреционные и пизолитовые руды средней пачки пласта состоят из манганита с примесью псиломелана, или пиролюзита с примесью псиломелана, или смеси этих трех минералов.

В направлении погружения рудного пласта в этих разновидностях руд уменьшается количество пиролюзита и возрастает количество манганита.

В зоне окисно-карбонатных руд пласт марганцевой руды имеет следующее строение: в верхней части пласта залегают окисные руды, в средней — окисно-карбонатные, в нижней — карбонатные.

Приведенный в гл. VII разрез по скв. 901-бис является характерным для всей переходной зоны. Однако на отдельных участках распределение пачек окисных, смешанных и карбонатных руд и их мощность несколько изменяются.

Так, в северо-западной части зоны смешанных руд (Александровский карьер) наблюдается следующее распределение текстурных типов.

Кровля пласта: песок кварцевый, разномерный, желтовато-серого цвета.

Окисная кусково-землистая псиломелановая руда. Куски размером 2—3 см в поперечнике имеют неправильную остроугольную форму, монолитное или ячеистое строение. Вмещающей породой является серая глина, которая залегают в руде гнездами и прослоями . . . . . 0,7—1 м

Конкреционная манганит-пиролюзитовая руда. Конкреции округлой формы, концентрически-слоистого строения. Поверхность конкреций неровная, чаще бугорчатая. Конкреции манганита темно-бурого цвета, крепкие, конкреции пиролюзита стально-серого цвета, менее крепкие. Пачка манганитовых конкреций встречается в восточной части карьера, пиролюзитовых — в западной. Из этого наиболее богатого прослоя на обогатительной фабрике получается сорт «пиролюзит» с содержанием  $MnO_2$  до 80% и  $Mn$  более 50% и сорт I. Размер конкреций 3—10 см и более. Вмещающая порода — глина палевого цвета и сажистая марганцевая руда . . . . . 0,3—0,4 ..

Землисто-кусковая псиломелановая руда. Куски обычно неправильной, остроугольной формы, размером 3—7 см и более. Иногда в середине этой пачки наблюдается прослой сплошной руды мощностью до 10 см. Вмещающей породой является песчаная глина, окрашенная гидроокислами марганца в черный цвет . . . . . 0,4 м

Карбонатная (манганокальцитовая) кусково-желваковая руда. Желваки в изломе желтовато-серого цвета неправильной формы, ячеистой текстуры. Ячейки пустые или заполнены глиной зеленовато-серого цвета. Среди рудных желваков встречаются гнезда окисленной руды. Вмещающей породой является глина зеленовато-серого цвета. Руды эти не отвечают кондициям по содержанию марганца и кремнезема и в карьере не добываются . . . . . 0,4—1 м

На участках, тяготеющих к зоне карбонатных руд, верхняя часть рудного пласта обычно сложена кусковыми карбонатными рудами с прослоями сплошной руды. Ниже они сменяются окисно-карбонатной рудой, представленной карбонатными кусками, конкрециями окисной руды, прослоями окисных и карбонатных желваков и сплошной карбонатной рудой с окисными пизолитами. Еще ниже встречается слой кусковых смешанных руд с глинистым и иногда сажисто-глинистым вмещающим материалом. Самая нижняя часть рудного пласта представлена типичными желваковыми карбонатными рудами. В переходной зоне преобладают кусковые руды.

Распределение минеральных типов руд в переходной зоне следующее: верхняя часть рудного пласта представлена окисными манганит-пиролюзит-псиломелановыми рудами; средняя часть сложена манганокальцит-манганит-пиролюзит-псиломелановыми и манганокальцит-псиломелановыми рудами; в нижней части рудного пласта залегают манганокальцитовые руды. Среди манганокальцитовых руд встречается кальциевый родохрозит.

Карбонатные марганцевые руды представляют собой глинистую или песчано-глинистую породу с включениями карбонатов марганца в виде плотных стяжений или рыхлых землистых образований.

Включения марганцеворудных карбонатов разнообразны по форме и размерам; в большинстве случаев они имеют форму кусков с угловатыми краями или желваков с округлыми формами поверхности.

В разрезе пласта карбонатной руды выделяется несколько слоев, отличающихся количеством и формой рудных стяжений, их строением, характером вмещающей породы.

Ниже приведено описание разреза пласта по скв. 7791, расположенной вблизи с. Покровское.

Кровля пласта: алевритно-глинистая тонкопесчаная порода с глауконитом.

Кусковая манганокальцитовая руда в алевритно-глинистой породе. Куски размером до 6 см, неправильной формы, палевого цвета, кверзно-ячеистой текстуры, крепкие. В свежем изломе карбонатная масса серого цвета скрытокристаллического строения. Пустоты неправильноокруглой формы, размером до 1—2 см, выполнены зеленой алевритовой глиной с включением сульфидов железа и редкими манганокальцитовыми конкрециями коричневатого-серого цвета. Вмещающая порода алевритно-глинистая, в нижней части зеленовато-серая глина с примесью тонкопесчаного глауконит-кварцевого материала. Количество рудных включений в слое около 30% . . . . . 0,3 м

Кусковая манганокальцитовая руда в зеленовато-серой глине. Куски неправильной формы размером до 7 см. Текстура их ячеистая, отдельные желваки пористые. В свежем изломе рудная масса серого и светло-серого цвета, скрытокристаллического строения, крепкая, слабо вскипает с соляной кислотой. Пустоты неправильной, реже округлой формы, размером до 0,5 м; выполнены зеленой глиной и землистым серым карбонатом. Количество рудных образований в слое 30% . . . . . 0,3 м

Кусковая манганокальцитовая руда с двумя прослоями сплошной ячеистой руды мощностью 0,1 м. Куски размером до 6 см, палевого и серого цвета. В свежем изломе карбонатная масса серого цвета скрытокристаллического строения, ячеистой текстуры, ячейки округлой формы, размером до 1 см, содержат включения серой глины. Вмещающая порода: глина серого цвета. Количество рудных стяжений в ней около 50% . . . . . 1 м

Кусковая манганокальцитовая руда в глине. Куски пористые размером до 6—7 см. Вмещающая порода: темно-серая глина, участками алевритовая, в ней встречаются зерна кварца размером до 1 мм и глауконита . . . . . 0,2 м

Глина алевритовая, темно-серая с зеленоватым оттенком. Алевритовый материал представлен глауконитом, реже кварцем . . . . . 0,15 „

Манганокальцитовая желваковая марганцевая руда. Размер желваков от 2 см в верхней части слоя до 60 см в середине слоя. Форма их неправильная. Встречаются желваки с ячеистой текстурой.

Рудный материал представлен серым скрытокристаллическим крепким манганокальцитом, хорошо вскипающим с соляной кислотой. Ячейки имеют округлую форму, размер до 1 см. В некоторых ячейках содержится зеленая глина и землистый карбонат палевого цвета. В рудной массе встречаются редкие отпечатки раковин моллюсков. Вмещающая порода: алевритовая, местами тонкопесчаная глина . . . . . 0,5 „

Повсеместно верхняя часть пласта карбонатной руды, а иногда и весь пласт, представлены кусковыми рудами. Вмещающей породой кусковых руд является серая глина. В нижней части кусковых руд нередко встречаются прослой мощностью 0,1—0,4 м сплошной руды, а также прослой желваковой руды. Желваки отличаются от кусков сглаженными формами выступов, малыми размерами стяжений и наличием многочисленных пор. Вмещающей породой желваковых руд служит серая песчаная глина, реже неравномернозернистый песок.

В разрезе пласта карбонатной руды встречаются прослой с манганитовыми пизолитами и небольшим количеством манганитовых конкреций. Прослой эти мощностью 0,1—1 м приурочены к нижней части кусковых или кусково-желваковых руд (см. описание скв. 5597 в главе VII).

В южной части зоны карбонатных руд рудные желваки нижней пачки нередко содержат включения кластических зерен кварца размером до 2—3 мм, сравнительно равномерно распределенных в марганцевом карбонате.

Количество кластического материала к кровле пласта резко уменьшается. Уменьшение количества кластического материала отмечается также в целом по площади с юга к зоне окисно-карбонатных руд. Кусковые и желваковые карбонатные руды представлены манганокальцитом и кальциевым родохрозитом.

Прослой кусково-желваковых руд с оолитами и конкрециями окисной руды имеют манганокальцит-манганит-псиломелановый или манганокальцит-манганитовый состав.

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ

Химический состав марганцевых руд, распространенных на главных участках Западной площади, приведен в табл. 97, где показаны пределы колебаний содержания отдельных окислов или элементов, а также их средние содержания.

Содержание  $MnO_2$  в окисных рудах превалирует над содержанием  $MnO$ , постепенно уменьшаясь в рудном пласте по направлению к зоне распространения карбонатных руд от средних значений (по данным для отдельных участков) — 28,5—35,7% — на севере до 19,7% на Чертомлыкско-Алексеевском участке.

В карбонатных рудах  $MnO_2$  присутствует (по ограниченным данным табл. 97) в количестве 2,4—9,5% вследствие примеси окисных минералов марганца. Содержание  $MnO$ , наоборот, значительно ниже в окисных рудах (3,9—7%), чем в карбонатных (17,1—22,5%).

Содержание  $SiO_2$  главным образом обусловлено количеством вмещающей пластовой породы и колеблется, по средним данным для участков, в значительных пределах — 26,8—57,8%. Чем выше содержание  $SiO_2$  в руде, тем беднее она марганцем.

Значительно более постоянно содержание  $Al_2O_3$ , являющегося составным компонентом вмещающей породы — 1—15%, а средние зна-

чения для отдельных участков окисных или карбонатных руд — 3,8—8,1%.

Колебания в содержании  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в окисных и карбонатных рудах близки. Среднее содержание этого компонента, из данных по всем участкам, 2—4,6%.

Содержание  $\text{FeO}$  весьма незначительно на всех участках. Средние значения 0,3—0,7%.

Содержание  $\text{CaO}$  в окисных рудах невелико, в среднем 2,7—5,3%, в зоне карбонатных руд — до 7—10,2%.

Магний относится к наиболее равномерно распределенным элементам рудного пласта. Он не образует в нем значительных концентраций. В окисных рудах содержание  $\text{MgO}$ , по средним данным, 1—1,5%, в карбонатных — 2—2,2%.

Содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$ , по данным полных химических анализов, на северо-западной площади распространения окисных руд — 0,225—0,847%, при среднем значении 0,49%. Содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в карбонатных рудах Покровского участка, составляющего южную часть основной залежи, 0,254—1,198, при среднем значении 0,51%. Карбонатные руды обособленного Сулицкого участка содержат в своем составе  $\text{P}_2\text{O}_5$  в количестве 0,298—0,6, при среднем значении 0,46%.

Таким образом, содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  для окисных и карбонатных руд находится в близких пределах.

Содержание S в окисных рудах колеблется от «следов» до 0,22%, в среднем составляя по разным площадям 0,02—0,06%; в карбонатной руде — 0,03—0,555%, в среднем составляя 0,1—0,28%.

Содержание окислов прочих элементов, выявленных химическими анализами, столь незначительно, что не играет существенной роли в оценке качества руды.

Спектральным анализом 40 проб руды из скважин, кроме главных рудообразующих компонентов, обнаружены следующие элементы: Ti, Cr, Ga, Ni, Cu, As, Ba.

Содержание выявленных спектральным анализом элементов в окисных и карбонатных рудах почти равнозначно и столь невелико, что не оказывает влияния на качество руд. Последнее определяется в основном содержанием Mn и P, а для карбонатных руд также содержанием  $\text{SiO}_2$  и  $\text{CaO}$ .

Характеристика распределения указанных элементов в рудном пласте приводится ниже по данным анализов проб сырой руды из всех разведочных скважин. Среднее содержание Mn и P для главных участков показано в табл. 98.

Распределение марганца в сырой руде на площади иллюстрируется планом с изолиниями процентного содержания этого элемента (рис. 118). На этом плане отчетливо выступает общая закономерность: постепенное снижение содержания Mn от северной части рудной площади к югу.

Наиболее высокое содержание Mn наблюдается на расстоянии около 1 км южнее контура залежи. Полоса распространения руд с содержанием Mn выше 33% примыкает к северо-восточному контуру залежи, отделяясь от него приконтурной обедненной марганцем полосой, в пределах которой наблюдается постепенное падение содержания в направлении выклинивания.

В пределах полосы богатых руд содержание Mn достигает местами 45%. Участки с содержанием Mn более 37% очерчены на плане изолиниями. Рудные полосы с различной концентрацией марганца имеют отчетливо выраженное широтное простирание. Ширина полос руд с содержанием Mn более 33% и 29—33% невелика, в пределах 2—3 км, достигая в отдельных местах 4 км. Южнее располагается полоса с преобладанием руд, содержащих 21—25% Mn. Она

**Химический состав небогатенной марганцевой руды на**

Наименование компонентов	Пределы содер- жаний		Среднее	Пределы содер- жаний		Среднее	Пределы содер- жаний		Среднее
	от	до		от	до		от	до	
Окисные руды									
Северо-Западная площадь			Чкаловский участок			Чертомлыкско-Алексеев- ский участок			
SiO <sub>2</sub>	4,9	58,6	26,8	20,52	58,8	34,54	34,9	67,2	46,35
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,52	0,36	0,11	0,16	0,14	0,26	0,28	0,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Следы	14,98	4,56	2,82	4,39	3,85	4,75	8,36	6,04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	7,31	2,08	2,17	4,02	3,02	3,5	5,8	4,65
FeO	—	—	—	0,14	0,56	0,35	0,26	0,58	0,32
MnO	—	—	—	1,05	14,4	6,99	0,17	9,22	3,9
MnO <sub>2</sub>	4,95	46,08	28,44	18,39	50,72	35,73	8,88	33,4 <sup>1</sup>	19,67
CaO	0,7	15,4	5,3	0,99	5,28	2,76	2,42	10,8	4,88
MgO	0,18	3,5	1,52	0,85	2,09	1,42	0,72	2,31	1,04
BaO	0,012	0,48	0,23	—	—	—	—	—	—
NiO	—	—	—	Следы	0,34	0,14	—	Нет	—
CoO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub>	0,048	0,85	0,31	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,225	0,847	0,49	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,63	1,66	0,99	2,08	3,84	2,98	0,88	1,47	1,18
H <sub>2</sub> O	0,22	14,5	2,68	1,96	3,94	2,91	4,27	12,95	5,61
П.п.п.	7,8	28,6	13,21	7,4	28,34	14,08	7,65	15,8	11,9

охватывает большую часть площади распространения окисных и смешанных руд, вплоть до границы их с карбонатными рудами. Ширина полосы достигает 14—15 км. В этой полосе в виде пятен разбросаны участки залегания руд с содержанием Mn выше или ниже основного фона. Масштаб рисунка не позволяет изобразить во всех деталях пестроту изменения состава. Для более полного представления на рис. 119 показана в укрупненном плане часть площади с изображением всех укладывающихся на ней изолиний содержания Mn с сечением через 4%. Особенно пестрая картина наблюдается в зоне развития окисных руд, на площади, вмещающей руду с содержанием 21—25%.

В зоне карбонатных руд преобладают участки с содержанием Mn 13—17% и 17—21%, которые чередуются между собой без явно выраженной системы.

На Западной рудоносной площади некондиционные руды (окисные с содержанием Mn меньше 17% и карбонатные с содержанием Mn меньше 13%) занимают совершенно незначительное место, образуя разбросанные мелкие площади.

Содержание P в рудах колеблется в широких пределах — от сотых долей до 0,7—0,8%. Изменение содержания P не подчинено строгой закономерности. На рис. 120 отмечены основные черты распределения фосфора.

В зоне окисных руд содержание P в преобладающем большинстве проб — 0,1—0,2%. По мере удаления от береговой линии содержание P в рудном пласте сначала возрастает, затем уменьшается. Так, в северной части зоны преобладают поля с содержанием P 0,1—0,2%, примерно совпадающие с полями богатых руд (29—33% Mn). В центральной части зоны преимущественно распространены руды с содержанием P

## различных участках Западной рудоносной площади, %

Пределы содержания		Среднее	Пределы содержания		Среднее	Пределы содержания		Среднее
от	до		от	до		от	до	
Карбонатные руды								
Чертомлыкско-Алексеевский участок			Покровский участок			Сулицкий участок		
34,14	42,7	39,77	11,7	57,81	32,35	26,84	37,74	32,65
0,26	0,4	0,36	—	—	—	—	—	—
6,77	8,77	8,14	2,6	9,4	5,68	4,72	7,29	5,65
3,1	5,8	4,2	1,65	6,63	3,39	2,55	4,51	3,28
0,32	1,16	0,71	Нет	1,24	0,55	Нет	1,33	0,76
13,8	20,02	16,19	3,77	30,74	37,74	18,97	26,04	22,48
—	—	—	Нет	43,6	9,5	Нет	14,78	2,44
6,8	7,52	7,01	4,77	12,65	9,83	5,28	13,53	10,25
0,94	1,59	1,14	1,21	2,43	1,87	1,57	3,09	2,19
—	—	—	—	Следы	—	—	Следы	—
—	Нет	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	Нет	—	—	Следы	—
—	—	—	0,206	1,386	0,569	0,123	0,363	0,241
—	—	—	0,254	1,198	0,51	0,298	0,6	0,46
0,6	1,54	1,15	—	—	—	—	—	—
3,68	4,56	4,14	0,66	7,1	2,99	2,12	3,95	2,87
18,14	20,73	18,83	8,59	25,02	18,05	16,72	22	19,95

0,2—0,3%. В южной части зоны окисных руд вновь преобладают поля, отвечающие 0,1—0,2% Р.

Содержание Р более 0,3% отмечено только в единичных пробах.

Чередование полей с содержанием Р 0,1—0,2 и 0,2—0,3% наблюдается также в зоне смешанных руд и северной части зоны карбонатных руд. В центральной и южной частях зоны развития карбонатных руд содержание Р 0,7—0,8%.

На Сулицком участке преобладают руды, в которых заключено от 0,1—0,3% Р.

Таблица 98

## Среднее содержание Mn и Р (%) в рудном пласте на различных участках Западной рудоносной площади

Участки	Окисные руды		Смешанные руды		Карбонатные руды	
	Mn	Р	Mn	Р	Mn	Р
Северо-Западный	26,93	0,21	25,61	0,21	—	—
Чкаловский	28,46	0,21	—	—	—	—
Чертомлыкско-Алексеевский	24,33	0,193	23,56	0,206	16,25	0,219
Покровский	—	—	—	—	17,37	0,184
Итого по основной залежи	25,64	0,2	24,58	0,208	17,22	0,188
Сулицкий	—	—	—	—	20,76	0,215





Рис. 118. Содержание Mn в рудном пласте на Западной рудоносной площади  
 I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные



Рис. 119. Деталь карты содержания Mn в рудном пласте северо-западной части Западной рудоносной площади  
 I — окисные; II — окисно-карбонатные

В вертикальном разрезе пласта, от почвы к кровле, содержание основных рудообразующих элементов изменяется в соответствии с текстурой и минералогической неоднородностью пласта. Обычно содержание рудных элементов уменьшается к верхнему и нижнему контактам рудного пласта за счет увеличения количества рудомещающей породы. В большей степени обеднение рудного пласта выражено в нижней его



Рис. 120. Содержание Р в рудном пласте на Западной рудоносной площади

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — изолинии содержания Р в рудном пласте (проведены через 0,1%); 5—10 — содержание Р в рудном пласте; II — границы типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

пачке, где содержание Мп снижается часто до некондиционного.

В целом же в разрезе рудного пласта не наблюдается строго выраженной закономерности в распределении марганца и фосфора.

Для суждения о качестве руд важное значение имеют результаты лабораторного обогащения проб из разведочных скважин. Главной операцией является промывка руды на сите, при которой удаляются частицы размером менее 1 мм.

Сопоставление химических анализов мытой руды (табл. 99) с анализами необогащенной руды (см. табл. 97) показывает, что изменение состава руды в результате обогащения выражается главным образом в резком увеличении содержания окислов марганца при соответственном уменьшении количества кремнезема.

Уменьшение содержания  $Al_2O_3$  в результате промывки значительно менее ощутимо, что объясняется невысоким его содержанием в сырой руде.

Заметно некоторое увеличение содержания CaO. Количество прочих рудообразующих окислов существенно не изменяется.

На плане, иллюстрирующем содержание Mn в мытой руде (рис. 121), в зоне окисных руд преобладают поля, отвечающие содер-



Рис. 121. Содержание Mn в обогащенной руде на Западной рудоносной площади  
 1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — изолинии содержания Mn в обогащенной руде; 5 — границы типов руд; 6—11 — содержание марганца в обогащенной руде.  
 Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

жанию 34—43%. Руды с более высоким содержанием марганца тяготеют к северной приконтурной полосе, в целом они распространены весьма незначительно. Совсем незначительное место занимают руды с содержанием Mn выше 47%.

Руды с содержанием Mn 25—34% образуют в северной зоне отдельные небольшие площади, разбросанные по всей территории, занимаемой рудами с более высоким содержанием.

В южной части зоны окисных руд количество бедных руд с содержанием Mn 25—34% повышается, а в зонах развития смешанных и карбонатных руд они преобладают. Здесь руды с содержанием Mn больше 34%, как и бедные руды, стоящие на пределе кондиций (22—25% Mn), занимают явно подчиненное положение. Еще менее распространены некондиционные руды (<22% Mn), располагающиеся узкими

## Химический состав мытой руды, %

Компоненты	Пределы содержания		Среднее	Пределы содержания		Среднее	Пределы содержания		Среднее
	от	до		от	до		от	до	
Окисные руды			Карбонатные руды						
Чкаловский участок			Покровский участок			Сулицкий участок			
SiO <sub>2</sub>	10,8	49,68	19,85	10,62	30,24	14,13	7,82	29,74	15,12
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,13	0,12	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,73	4,8	2,89	2,09	7,31	3,27	1,65	4	2,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,12	2,71	1,89	0,19	4,21	1,88	0,96	5,73	3,02
FeO	0,21	0,98	0,45	Нет	1,55	0,59	Нет	0,6	0,18
MnO	3,13	17,79	9,12	20,89	35,15	31,1	22,33	40,31	32,65
MnO <sub>2</sub>	33,83	68,16	51,28	Нет	11,86	4,56	Нет	30,29	5,16
CaO	0,85	6,14	2,87	8,89	19,52	14,22	8,25	18,15	11,96
MgO	0,64	2,55	1,56	1,63	2,53	2,03	1,77	2,7	2,2
BaO	—	—	—	—	Следы	—	—	Нет	—
CoO	—	—	—	—	Нет	—	—	Следы	—
SO <sub>3</sub>	—	—	—	0,137	1,591	0,606	0,014	0,473	0,202
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	0,383	0,59	0,474	0,269	0,79	0,496
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	1,94	3,92	3,08	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O	1,26	3	2,08	0,44	0,7	0,63	0,52	1,84	0,97
П.п.п.	10	20,02	15,65	20	30,2	27,48	17,8	33,28	26,67

участками внутри контуров, ограничивающих поля с более высоким содержанием.

Таким образом, доминирующее положение среди окисных (и смешанных) руд Западной рудной площади занимают руды, которые после промывки отвечают II сорту действующих кондиций (34—43% Mn).

Следует иметь в виду, что такая оценка качества руд является лишь ориентировочной, так как с помощью гравитационной отсадки и магнитной сепарации могут быть выделены концентраты более высоких сортов. Однако данные о содержании марганца в мытой руде в целом дают правильное представление о сортовой градации руды, что подтверждается результатами технологического опробования. Как правило, выход высоких сортов бывает больше из тех руд, которые уже при промывке дают продукты с высоким содержанием марганца.

Существенное значение для оценки качества руд имеет содержание P на 1% Mn, которое в выших сортах концентрата, используемых для производства ферромарганца, не должно превышать 0,0035%.

Руды, отвечающие этому требованию в мытом виде, залегают в зоне распространения окисных руд небольшими островками, расположенными в северной и южной частях зоны (рис. 122). Их, по-видимому, следует связывать с конкреционными и пизолитовыми разновидностями преимущественно псиломелан-пиролюзитового состава.

Островки богатых марганцем и бедных фосфором руд имеют, как правило, извилистые границы и располагаются среди менее богатых руд, содержащих 0,0035—0,0045% P на 1% Mn. Эти последние площади, спорадически включающие островки богатых руд, образуют две прерывистые полосы широтного направления, пересекающие зону окисных руд в ее северной и южной частях. В целом же зона окисных руд характеризуется высоким содержанием P, превышающим 0,0045% на 1% Mn и достигающими 0,015—0,02% на 1% Mn.

В южной части основной залежи на Западной рудной площади в зоне распространения карбонатных руд, а также на Сулицком участке, содержание Р на 1% Мп в основном превышает предел (0,006%), допускающий возможность использования руды для выплавки ферромарганца.

Руды с менее высоким (ниже 0,006%) содержанием Р на 1% Мп занимают явно подчиненное положение, образуя лишь мелкие островки



Рис. 122. Содержание Р на 1% Мп в обогащенной руде на Западной рудоносной площади

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — карьеры; 4 — изолинии содержания Р на 1% Мп в обогащенной руде; 5—7 — содержание Р на 1% Мп в обогащенной окисной и смешанной руде в десяти тысячных (45 соответствует 0,0045); 8—9 — то же в карбонатной руде; 10 — малофосфористая руда; 11 — границы типов руд.

Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

на общей площади руд с повышенным содержанием Р.

Следует отметить, что более высокие содержания Р на 1% Мп на площади карбонатных руд объясняются не повышением его содержания относительно окисных руд, а более низким содержанием Мп в карбонатных рудах.

На площади распространения карбонатных руд преобладают участки с содержанием Мп в мытой руде 25—34%. Незначительное место занимают руды, граничащие с кондиционными (22—25% Мп) и включающие мелкие площади некондиционных (<22% Мп) руд.

Необходимо отметить, что отдельные слои малофосфористых руд встречаются на различных участках рудоносной площади. Строгие за-

кономерности в их распространении на площади и по вертикали не выявлены.

В разрезе рудного пласта малофосфористые окисные руды размещаются преимущественно в средней его части, составляя прослой мощностью от десятых долей до 2—2,5 м. Реже прослой таких руд встречаются в нижней части рудного пласта и еще реже в верхней части.

Как правило, прослой малофосфористых руд представлены пизолитовыми конкреционными разновидностями. Конкреции обычно плотные, неправильной, иногда угловатой формы. Размер их от нескольких до 30—35 мм. Иногда встречаются ячеистые стяжения.

Вмещающей породой обычно является глина с примесью землистых гидроксидов марганца.

Малофосфористые руды сложены преимущественно псиломеланом и пиролюзитом. По данным химического анализа пизолитов из землисто-пизолитовой руды Чкаловского участка, состав их следующий, %:

SiO <sub>2</sub> — 4,54	CaO — 0,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 1,44	MgO — 0,39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> — 1,28	H <sub>2</sub> O — 0,96
MnO — 2,62	П.п.п. — 5,93
MnO <sub>2</sub> — 82,17	Mn — 53,91
	P — 0,18

При разведке месторождения выделены для подсчета запасов площади, на которых рудный пласт включает прослой малофосфористой руды (рис. 123). Оконтуривание произведено по контуру выклинивания таких прослоев, соответствующему их нулевой мощности. Размеры этих площадей крайне незначительны.

Таблица 100

Содержание Mn и P (%) в мытой руде и выход мытой руды (%) на участках Западной рудоносной площади \*

Участки	Окисные руды			Смешанные руды			Карбонатные руды		
	Mn	P	выход	Mn	P	выход	Mn	P	выход
Северо-Западный	39,29	0,23	42,1	35,41	0,21	49,6	—	—	—
Чкаловский	39,4	0,22	50,78	—	—	—	—	—	—
Чертомлыкско-Алексеевский	37,67	0,2	44,85	34,8	0,23	48,24	26,36	0,27	47,02
Покровский	—	—	—	—	—	—	27,54	0,24	46,7
Итого по основной площади	39,21	0,22	45,68	—	—	—	27,5	0,24	46,8
Сулицкий	—	—	—	—	—	—	30,35	0,24	55,13

\* Средние значения, вычисленные с учетом всех проб мытой руды из разведочных скважин.

Как видно из сопоставления табл. 98 и 100, в результате первой стадии обогащения — промывки руды — содержание Mn в ней повышается на 12—13% в окисных рудах и на 10% в карбонатных рудах. Одновременно повышается и содержание P в размере сотых долей процента.

Содержание SiO<sub>2</sub> в мытой карбонатной руде в большинстве случаев не превышает кондиционного предела (20%). Отдельные разрозненные небольшие площади с содержанием SiO<sub>2</sub> выше 20% тяготеют к западной и юго-западной границам Покровского участка.

В вертикальном разрезе рудного пласта повышенное содержание  $\text{SiO}_2$  наблюдается преимущественно в нижних пачках руды, что связано с повышенным количеством кластического материала во вмещающей породе и рудных агрегатах.

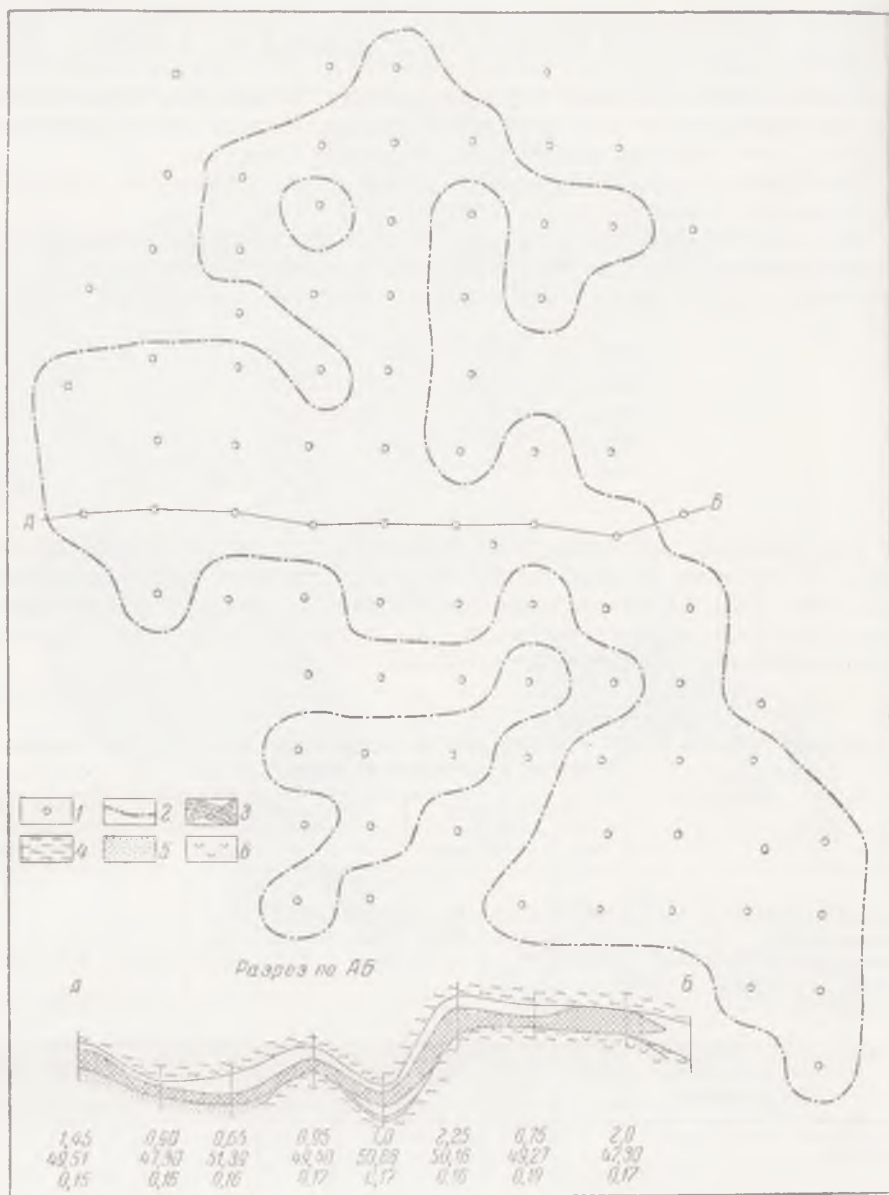


Рис. 123. Распределение малофосфористых руд на площади и в разрезе рудного пласта (Чкаловский участок Западной рудоносной площади)

1 — скважины; 2 — контур площади распространения малофосфористой руды; 3a — пласт окисной марганцевой руды; 3б — прослой малофосфористой руды; 4 — глина; 5 — песок; 6 — каолин. Числа под разрезом означают (сверху вниз): мощность прослоя малофосфористой руды, содержание Mn, содержание P

Обогащение руд, кроме промывки, включает ряд дополнительных операций. В результате разделения мытой окисной руды на фракции по размеру частиц и гравитационного обогащения удается выделить некоторое количество концентрата более высокого качества, чем мытая руда. По данным лабораторного обогащения, наибольшие содержания

Mn получены во фракциях 25—8 и 8—3 мм при соответственном выходе этих фракций 24,5 и 28,5%, т. е. близко к 50% от общего выхода мытой руды (табл. 101).

В табл. 102 сведены результаты полного технологического цикла лабораторного обогащения, иллюстрирующие выход сортов концентрата при гравитационной отсадке каждой фракции.

Около 50% составляет по всем фракциям выход руд II сорта. Наибольший выход руд I сорта (22—24%) получен из фракций 25—8 и 8—3 мм. В целом на Западной рудоносной площади выход руд I сорта составляет 18%.

Из фракции 8—3 мм выделено также максимальное количество руд, соответствующих по содержанию Mn сорту «А». Выход этих руд из фракций 8—3 мм в среднем по рудной площади составляет 21%. По содержанию P эти руды могут быть отнесены к сорту «А» только на Чертомлыкско-Алексеевском участке. На большей части площади содержание P превышает допустимый предел, и эти руды отнесены к I сорту.

Сорт «Пиролюзит» во всех рудных фракциях присутствует в долях процента.

Распределение фосфора в продуктах обогащения не подчинено явной закономерности.

1. Содержание P с уменьшением размера рудных фракций (от фракций концентрата >25 мм до фракции 3—0 мм) чаще всего понижается. В ряде проб фосфор распределяется неравномерно. Иногда отмечается повышение содержания P с возрастанием крупности фракций.

2. В слоях, получаемых при лабораторной отсадке руды на аппарате Антипова, содержание фосфора изменяется неравномерно от более легкого (1-го) слоя к более тяжелому (4-му) слою. В одних пробах наблюдается уменьшение содержания P с увеличением удельного веса рудных частиц, в других, наоборот, высокое содержание соответствует более тяжелым частицам.

Таким образом, закономерного распределения фосфора по крупности частиц в результате процессов обогащения не происходит.

Продукты обогащения с кондиционным содержанием P на 1% Mn концентрируются главным образом в отдельных слоях (чаще 3-й и 4-й слои) класса 8—3 мм, в меньшем количестве — в отдельных слоях (4-й, 3-й, реже 2-й слои) классов 25—8 и 3—0 мм.

Минералогическое исследование концентратов показало, что в классах концентрата 8—3 мм и 25—8 мм преобладают пиролюзит и манганит, обладающие низким показателем фосфористости, тогда как в более крупных классах наряду с этими минералами присутствуют коллоидальные гидроокислы марганца, отличающиеся наиболее высоким показателем фосфористости.

Скважины технологического опробования, в которых отдельные фракции концентрата или слои, полученные в результате лабораторной отсадки этих фракций, соответствуют кондициям для получения ферромарганца, расположены главным образом в северо-западной и восточной частях залежи.

Выход сортов концентрата по обогатительной фабрике РУ им. Орджоникидзе за 1954—1958 гг. показан в табл. 103. Эти данные очень близки к показателям лабораторного обогащения. Они свидетельствуют о преобладании руд II сорта на Западной рудоносной площади.

Карбонатные руды Западной рудоносной площади еще не разрабатываются и в промышленных условиях не испытывались.

В табл. 104 приведены результаты лабораторных технологических исследований, произведенных при разведке карбонатных руд Покров-



Результаты обогащения окисных руд Западной

Сорта концентрата	Классы по крупности					
	25			25-8		
	выход	Мп	Р	выход	Мп	Р
Северо-Западный						
„Пироллюзит“	0,1	54,29	0,259	0,4	52,4	0,299
„А“	4,2	49,14	0,241	10,6	48,48	0,241
I	6,5	44,48	0,353	18,9	44,31	0,244
II	56,1	37,65	0,285	59,4	39,4	0,246
III	31,5	31,48	0,27	10,5	31,48	0,194
Некондиция	1,6	18,4	0,13	0,2	23,9	0,13
Среднее	30,5	36,35	0,279	25,8	40,73	0,241
Чкаловский						
„Пироллюзит“	—	—	—	—	—	—
„А“	9	48,43	0,29	7,5	48,2	0,215
I	18,7	44,04	0,231	32,8	44,79	0,225
II	33,8	39,35	0,309	45,3	40,73	0,243
III	36,2	33,32	0,288	14,4	31,18	0,227
Некондиция	2,3	20,68	0,095	—	—	—
Среднее	22,7	37,41	0,28	22,3	40,53	0,228
Чертомлыкско-Алексеевский						
„Пироллюзит“	2,9	52,7	0,321	2,8	52,47	0,181
„А“	11,5	49,58	0,196	27,9	48,68	0,178
I	21,2	44,55	0,19	26,8	44,75	0,195
II	29,4	39,34	0,284	36,1	38,33	0,19
III	25,2	30,57	0,221	6,4	31,13	0,215
Некондиция	9,8	21,44	0,143	—	—	—
Среднее	17,6	38,07	0,206	24,8	42,88	0,189
Западная рудоносная						
„Пироллюзит“	0,4	53,03	0,308	0,7	52,6	0,216
„А“	6,3	48,96	0,251	12,5	48,51	0,213
I	11,6	44,33	0,265	24,3	45,34	0,227
II	46,9	38,12	0,29	51,5	39,6	0,238
III	32	31,98	0,272	10,9	31,33	0,208
Некондиция	2,8	20,17	0,128	0,1	28,9	0,13
Среднее	25,9	36,84	0,271	24,5	41,04	0,228

## рудоносной площади гравитационной отсадкой, %

сти частиц, мм						Всего		
8-3			3-1			выход	Мп	Р
выход	Мп	Р	выход	Мп	Р			
ный участок								
1	52,04	0,175	1	52,21	0,228	0,6	52,33	0,22
18,2	49,41	0,23	3,3	48,12	0,248	9,2	49,01	0,236
25	44,63	0,21	16,6	44,65	0,205	16,2	44,53	0,237
46,6	38,45	0,231	49,2	38,52	0,221	53,2	38,47	0,251
9,2	31,26	0,213	28,6	30,86	0,203	20	31,29	0,235
—	—	—	1,3	20,37	0,124	0,8	19,4	0,129
24,8	41,45	0,222	18,9	37,66	0,218	41,9	38,77	0,241
участок								
1,3	52,5	0,21	—	—	—	0,4	52,62	0,21
21	48,68	0,191	—	—	—	10,1	48,56	0,214
21,6	45,45	0,194	14	44	0,191	21,5	44,73	0,211
47,2	39,61	0,255	51,7	37,71	0,202	44,9	39,27	0,246
8,9	30,48	0,224	29	31,2	0,253	21,3	31,93	0,26
—	—	—	5,3	16,63	0,07	1,8	17,74	0,077
30,2	41,91	0,215	24,8	35,59	0,207	50,9	38,92	0,229
участок (Северная часть)								
—	—	—	—	—	—	1,2	52,68	0,241
27,5	49,48	0,174	—	—	—	19	49,2	0,178
19,6	45,89	0,184	—	—	—	17,6	45,18	0,189
37,3	39,13	0,181	36	36,83	0,195	35,5	38,46	0,202
14,6	31,64	0,163	42,6	28,92	0,178	20,2	30,18	0,187
1	20,5	0,201	21,4	20,24	0,122	6,5	20,57	0,132
36,6	42	0,178	21	30	0,173	44,7	38,98	0,185
площадь в целом								
0,9	52,33	0,192	0,5	52,21	0,228	0,6	52,5	0,224
21,1	49,19	0,201	1,6	48,12	0,248	11,1	49,28	0,213
22,7	45,12	0,2	8,1	44,65	0,205	18,1	44,71	0,22
44,8	38,98	0,231	50,7	37,99	0,21	47,6	38,71	0,243
10,2	31,16	0,201	32,7	30,54	0,215	20,4	31,32	0,235
0,3	20,5	0,201	6,4	19,07	0,105	2,2	19,56	0,116
28,5	41,72	0,21	21,1	35,63	0,204	44,8	38,85	0,228

Содержания Mn и P в продуктах россева мытой

Участки	Количество скважин	Классы по крупности					
		>25			25-8		
		выход фракции	Mn	P	выход фракции	Mn	P
Северо-Западный Чкаловский	162	30,5	36,35	0,279	25,8	40,73	0,241
Чертóмлыкско-Алексеевский (северная сторона)	88	22,7	37,41	0,28	22,3	40,53	0,228
	50	17,6	38,07	0,206	24,8	42,88	0,189
Среднее по окисным рудам	300	25,9	36,84	0,271	24,5	41,04	0,223

Состав продукции обогатительной фабрики

Сорта	1954 г.		1955 г.	
	Выход	Содержание Mn	Выход	Содержание Mn
„Пиролюзит“	0,7	54,44	0,9	54,29
„А“	—	—	—	—
I	16,21	46,11	15,69	45,43
II	24,66	36,98	25,4	37,56
III	6,96	28,25	9,05	28,03
Обогащенная руда	48,53	39,03	51,04	38,53

ского и Сулицкого участков. Судя по этим материалам, разделение руды на фракции не приводит к эффективному повышению содержания марганца и изменению содержания прочих компонентов.

По данным массовых анализов мытой руды и материалам технологического опробования, карбонатные руды Западной рудоносной площади могут дать концентраты I и II сортов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Запасы марганцевой руды Западной рудоносной площади составляют более 50% общих запасов Никопольского месторождения и сосредоточены в основном в пределах единой крупной рудной залежи, где преобладают окисные руды.

Рудная площадь обособленного Сулицкого участка содержит запасы преимущественно карбонатных руд. В настоящее время Западная рудоносная площадь полностью околонтурена и освещена разведочными работами, запасы руд утверждены ГКЗ и являются базой для развивающихся нарастающим темпом эксплуатационных работ.

Начиная с 1953 г., эксплуатация руды ведется не только подземным способом, но и карьерами, расположенными в северной и западной частях рудной площади.

Закономерности размещения фациальных разновидностей руд и изменения их качества на Западной рудоносной площади следующие. В северной, большей части площади, почти вплоть до ее центра, пре-

## окисной руды на классы различной крупности, %

ности частиц, мм						Мытая руда		
8—3			3—0			выход	Мп	Р
выход фракции	Мп	Р	выход фракции	Мп	Р			
24,8	41,45	0,222	18,9	37,66	0,213	41,9	38,77	0,241
30,2	41,91	0,215	24,8	35,59	0,207	50,9	38,92	0,229
36,6	42	0,178	21	30	0,173	44,7	37,98	0,185
28,5	41,72	0,21	21,1	35,63	0,204	44,8	38,85	0,228

Таблица 103

## рудника им. Орджоникидзе (%) в 1954—1958 гг.

1956 г.		1957 г.		1958 г.		Среднее за 5 лет	
Выход	Содержание Мп	Выход	Содержание Мп	Выход	Содержание Мп	Выход	Содержание Мп
1,04	54,46	0,45	54,63	0,40	54,81	0,69	54,53
13,49	45,19	13,78	45,29	16,09	45,47	15,05	45,49
23,78	37,52	27,16	38,74	25,03	38,58	25,2	37,87
12,38	28,7	10,68	29,13	9,85	28,78	9,78	28,57
50,69	37,75	52,08	38,64	51,37	38,99	50,74	38,59

обладают окисные руды, переходящие к югу, через промежуточную зону смешанных руд, к карбонатной фации. Последняя занимает всю южную часть основной рудной площади и площадь Сулицкого участка.

Установлено последовательное снижение содержания Мп в направлении с севера на юг.

Среди окисных (и смешанных) руд Западной рудной площади преобладают руды, которые после обогащения отвечают II сорту действующих кондиций.

По данным обогатительной фабрики рудника им. Орджоникидзе за 5 лет (1954—1958 гг.), выход руды II сорта составляет около 50% от общего выхода продукции фабрики, выход I сорта — около 30%, выход III сорта — около 19%, выход сорта «Пиролюзит» — около 1,5%.

Сорт «А», выход которого определяется наличием малофосфористых руд, до сего времени из руд Западной площади не получен.

Содержание Р в рудах превышает предел, допускающий возможность их использования для выплавки ферромарганца.

Малофосфористые руды имеют весьма ограниченное распространение и сосредоточены в пределах небольших разобщенных площадей, расположенных в северной и южной частях зоны окисных руд.

Практическое использование их возможно путем селективной выемки при эксплуатации шахтных полей в районе их распространения. Незначительные размеры площадей, концентрирующих малофосфористые руды, не позволяют выделить самостоятельные участки для их эксплуатации.

Результаты лабораторных технологических исследований карбонатных руд  
Покровского и Сулицкого участков

Размер фракций, мм	Содержание компонентов, %					Содержание Р на 1% Мп	Выход концентрата, %	Количество учтенных скважин	
	Мп	Р	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO				
Покровский участок									
> 25	26,04	0,194	12,28	13,16	2,12	—	0,0074	20	33
25—8	29,34	0,186	11,05	11,48	1,97	—	0,0063	13,1	—
8—3	30,1	0,185	12,64	9,75	1,86	2,32	0,006	10,9	—
3—1	21,51	0,169	29,06	7,58	1,91	—	0,0079	5,5	—
Сулицкий участок									
Обогащенная руда									
> 1	26,87	0,179	13,54	11,29	2,01	—	0,0069	49,5	—
> 3	27,68	0,192	12,08	11,7	2,03	2,32	0,0066	44	—
Отмоины	8,32	0,135	—	—	—	—	—	50,5	—
> 25	29,23	0,272	10,81	11,43	2,11	2,01	0,0093	19,79	25
25—8	30,53	0,227	10,05	10,91	1,94	1,72	0,0074	13,79	—
8—3	29,81	0,249	12,28	10,05	1,95	1,79	0,0083	12,52	—
3—1	23,5	0,258	24,03	8,55	1,88	2,02	0,011	5,88	—
Обогащенная руда									
> 1	28,27	0,251	16,79	10,23	1,97	1,88	0,009	51,98	—
> 3	29,86	0,249	11,05	10,79	2	1,84	0,0083	46,1	—
Отмоины	9,86	0,214	—	—	—	—	—	48,02	—

Карбонатные руды Западной рудоносной площади еще не разрабатываются.

Западная рудоносная площадь наиболее детально разведана в зоне распространения окисных руд, являвшихся до сего времени основным объектом эксплуатации Никопольского бассейна. Степень разведанности окисно-карбонатных и карбонатных руд значительно ниже (см. табл. 86. часть II).

Ввод в эксплуатацию площадей распространения карбонатных руд, намечаемый перспективным планом развития добычных работ, требует проведения дополнительных геологоразведочных работ с целью получения необходимого для проектирования добычи соотношения категорий запасов.

Помимо работ, направленных на повышение степени разведанности, необходимо проведение комплекса инженерно-геологических исследований для установления устойчивости бортов карьеров при открытой разработке.

## ГРУШЕВСКО-БАСАНСКИЙ УЧАСТОК

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Грушевско-Басанский участок по своим размерам и запасам марганцевых руд стоит на втором месте после Западной рудной залежи. Он расположен в восточной части Никопольского марганцевого месторождения, в пределах Томаковского административного района Днепропетровской области.

Город Марганец\* и одноименная станция Приднепровской ж. д. находятся в 4—5 км западнее участка. Непосредственно на рудной площади расположены населенные пункты: Шевченко, Прогресс, Глухой, Грушево, Борщево, Просянное, Ново-Киевка, Яковлево, Верхне-Тарасовка. С г. Марганец участок связан асфальтированной шоссейной и узкоколейной электрифицированной железной дорогами.

Марганцевые руды на участке впервые были выявлены в 1930 г. До 1950 г. рудопроявления по балкам Грушевская и Басанская считались небольшими обособленными друг от друга телами.

Проведенными Никопольской геологоразведочной партией б. Укргеолтреста МЧМ в 1950—1958 гг. поисковыми и детальными геологоразведочными работами установлена крупная залежь марганцевых руд, прослеживающаяся от балки Басанская на севере до Каховского водохранилища на юге. На участке пробурены 1944 разведочные скважины, выполнены гидрогеологические и инженерно-геологические исследования. Участок полностью оконтурен и детально разведан. Его площадь 140 км<sup>2</sup>.

На базе разведанных запасов в 1958 г. начаты эксплуатационные работы подземным способом и строится карьер.

Обогащение марганцевых руд участка будет производиться на строящейся Грушевской обогатительной фабрике. До пуска этой фабрики добываемая марганцевая руда поступает на обогатительную фабрику РУ им. 40 лет Октября.

Участок расположен на водоразделе Томаковка — Днепр. С юга участок ограничен береговой линией Каховского водохранилища, с севера граница его проходит несколько севернее балки Басанская, а с запада и востока естественных ограничений нет.

Рельеф участка в целом равнинный с преобладающими абсолютными отметками поверхности 70—90 м.

Максимальные отметки поверхности 100—110 м отмечаются в восточной части участка; в западном и южном направлениях абсолютные отметки понижаются до 70—80 м. Самые низкие отметки поверхности 16—20 м отмечаются вдоль берега Каховского водохранилища. Водораздельная часть участка от Каховского водохранилища отделена резким береговым уступом, имеющим высоту 60—70 м.

В общем равнинный рельеф расчленяется большими по протяженности и глубине балками Грушевская, Басанская, Березнеговатая и их отрогами. Указанные балки вытянуты почти параллельно друг другу с северо-востока на юго-запад в направлении, близком к широтному.

Наиболее крупные балки — Грушевская и Басанская. Балка Грушевская и ее притоки имеют крутые, обрывистые правые склоны и более пологие левые.

В северной части участка расположена балка Басанская, впадающая в долину р. Томаковка. Склоны балки Басанская и ее отрогов пологие, задернованы.

На юге участка находится балка Березнеговатая, густо изрезанная по склонам глубокими оврагами. По тальвегам балок абсолютные отметки поверхности понижаются до плюс 30 — плюс 40, а в устье балки Грушевская — до плюс 20 м.

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

**Докембрийские кристаллические породы.** Кристаллические породы в пределах участка залегают в основном на глубинах 100—160 м. И лишь в юго-восточной (у с. Верхне-Тарасовка, скв. 1834) и северо-западной его частях, в среднем течении балки Басанская (скв. 49, 71), кристаллические породы встречаются на глубинах 15—43 м.

Рельеф поверхности кристаллических пород неровный.

Максимальные отметки поверхности (1—15 м) отмечаются в восточной и западной частях участка, на контурах выклинивания марганцеворудной залежи. В центральной части участка прослеживается глубокая так называемая Томаковская депрессия, вытянутая в меридиональном направлении и открытая к югу. Осевая линия этой депрессии с отметками минус 60 — минус 90 м проходит от западной стороны пос. Шевченко на юг через пос. Глухой и восточную часть с. Ново-Киевка до Каховского водохранилища.

По петрографическому составу кристаллические породы довольно однообразны: это в основном серые мигматиты, полимигматиты и подчиненные им плагиограниты.

Отдельными разобщенными скважинами выявлены амфиболиты, актинолит-тремолитовые и тальк-хлоритовые породы.

**Древняя кора выветривания.** На описываемом участке кора выветривания представлена в основном каолинами светло-серого, серого, розового, желтого цветов с включением зерен кварца. Дресва и грубозернистый каолинизированный песок имеют весьма ограниченное распространение.

Мощность коры выветривания 1—38 м. Максимальные мощности коры выветривания 25—38 м приурочены к наиболее пониженным участкам депрессии кристаллического фундамента.

В местах же поднятий кристаллического массива мощность коры выветривания уменьшается до 1—8 м (скв. 2064) или же кора отсутствует, как это выявлено в северо-западной части участка и вдоль восточного и западного контуров рудной залежи (скв. 26, 71, 387, 972, 1693, 1795 и др.). Здесь третичные отложения нередко залегают непосредственно на кристаллических породах, а юго-восточнее с. Верхне-Тарасовка полимигматиты прикрываются четвертичными образованиями.

Кора выветривания, образуя мощные залежи в наиболее глубоких частях депрессий кристаллических пород, несколько сглаживает рельеф дотретичных образований. Однако в целом поверхность коры выветривания повторяет поверхность кристаллических пород.

В южной части участка, в присклоновых частях депрессии, на коре выветривания кристаллических пород единичными скважинами, далеко отстоящими друг от друга (скв. 1527, 1654, 1718, 1780, 1785), встречены бокситовидные породы. Сложены они бобовинами красного или

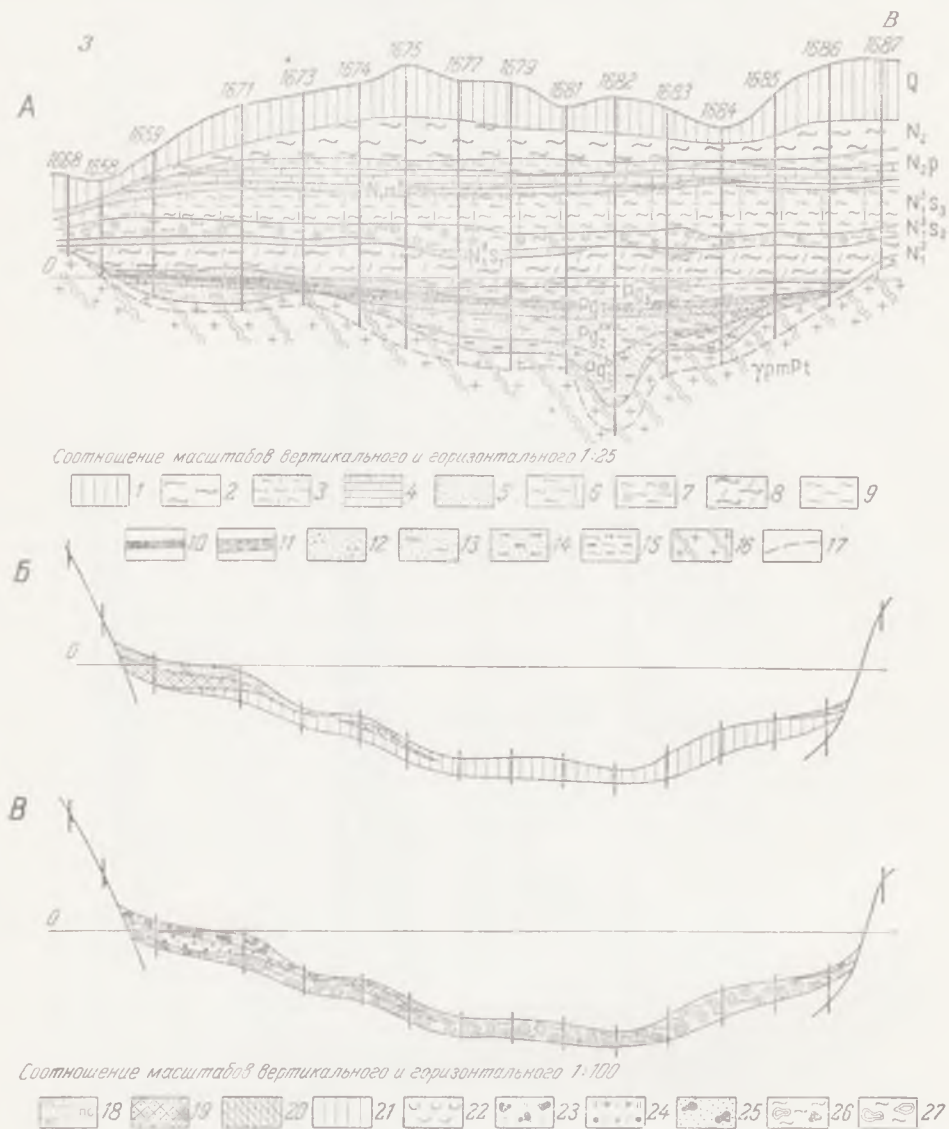


Рис. 124. А. Геологический разрез Грушевско-Басанского участка. Б. Минеральный состав рудного пласта. В. Текстуры рудного пласта

1 — суглинки; 2 — глины красно-бурые; 3 — глины темно-серые, мергелистые; 4 — известняки-ракушечники; 5 — пески кварцевые; 6 — глины мергелистые; 7 — глины темно-серые, детритусовые; 8 — глины с прослоями мергелей  $N_2$  (тортонский ярус); 9 — глины серовато-зеленые; 10 — марганцевая руда окисная; 11 — марганцевая руда карбонатная; 12 — кварц-глауконитовые пески; 13 — алевриты; 14 — углистые глины; 15 — углистые пески; 16 — полиимититы; 17 — граница коры выветривания кристаллических пород. Руда: 18 — псиломелановая; 19 — манганит-пирролюзит-псиломелановая; 20 — манганокальцит-манганитовая; 21 — манганокальцитовая; 22 — каолины; 23 — марганцевая руда окисная, кусковато-желваковая в сажисто-глинистой массе; 24 — конкреционно-оолитовая руда в сажисто-глинистой массе; 25 — кусковато-желваковая руда в песке; 26 — смешанная окисно-карбонатная руда; 27 — желваковая карбонатная марганцевая руда

красно-бурого цвета, цементированными зеленовато-желтым или зеленовато-серым каменистым цементом.

Количество бобовин в породе до 50%; сложены они бокситовыми минералами, окислами железа, каолином и кварцем; цементирующая





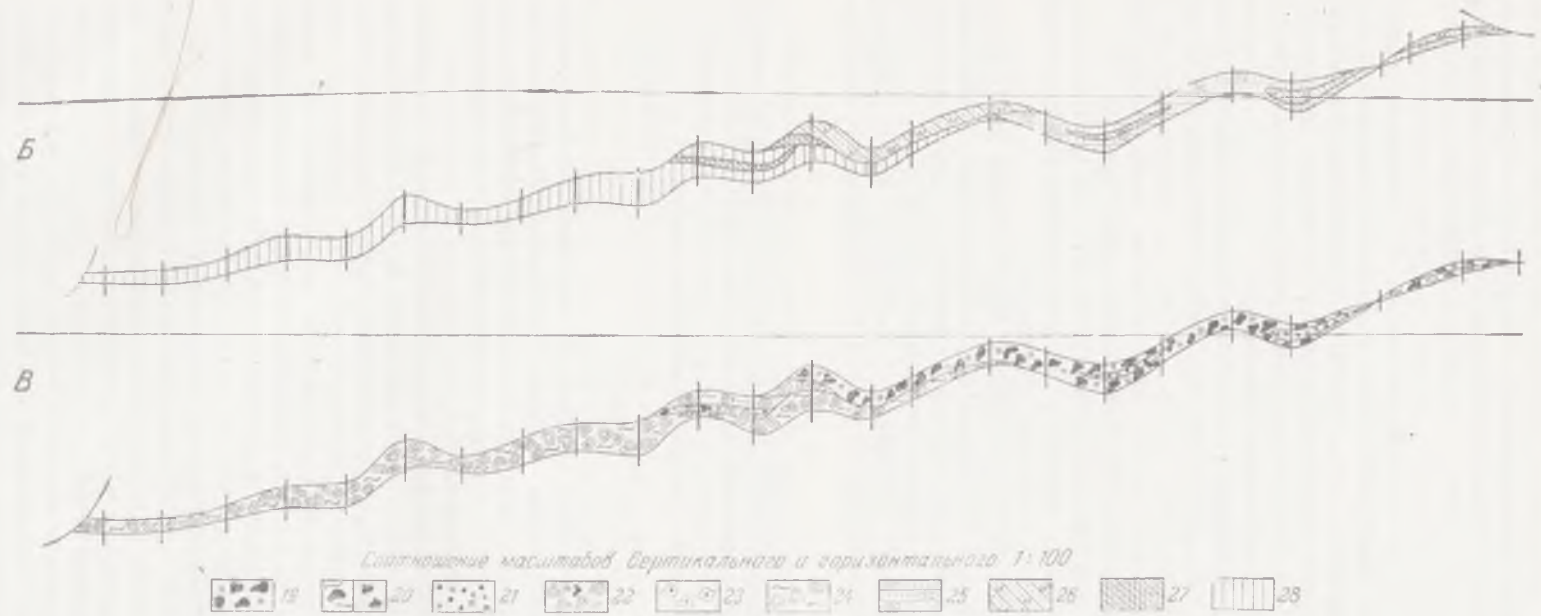


Рис. 125. А. Геологический разрез Грушевско-Басанского участка. Б. Минеральный состав рудного пласта. В. Текстуры рудного пласта

1 — суглинок; 2 — красно-бурые глины; 3 — глины темно-серые, мергелистые; 4 — известняки-ракушечники; 5 — пески кварцевые; 6 — глины мергелистые; 7 — глины темно-серые, детритусовые; 8 — глины с прослоями мергелей; 9 — глины зеленовато-серые; 10 — марганцевая руда окисная; 11 — марганцевая руда карбонатная; 12 — кварц-глауконитовый песок; 13 — алевриты; 14 — углистые глины, пески; 15 — галечник; 16 — полимigmatиты; 17 — плагиогранит и его мигматит; 18 — граница коры выветривания кристаллических пород; 19 — марганцевая руда, окисная кусковато-желваковая в сажисто-глинистой массе; 20 — окисная кусковато-желваковая руда в глине, песке; 21 — конкреционно-оолитовая руда в сажисто-глинистой массе; 22 — смешанная окисно-карбонатная руда; 23 — желваковая карбонатная марганцевая руда с пизолитами манганита; 24 — желваки карбонатной марганцевой руды в глине; 25 — псиломелановая руда; 26 — манганит-псиломелановая руда; 27 — манганокальцит-манганитовая руда; 28 — манганокальцитовая руда

масса состоит из глинистых минералов и кварца. Мощность бокситовидных пород 0,2—2,5 м.

На кристаллических породах и продуктах их выветривания залегают осадочные отложения палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Палеогеновый и неогеновый разрезы на рассматриваемом участке представлены наиболее полно в фаунистическом и литологическом отношениях (рис. 124, 125).

**Палеоген.** Палеоцен-средний эоцен. В нижней части палеогена залегает толща континентальных отложений, возраст которых определяется от палеоцена до среднего эоцена включительно. В пределах участка континентальные отложения не имеют повсеместного распространения. ими заполнены лишь наиболее пониженные участки депрессий в кристаллическом фундаменте.

Абсолютные отметки поверхности кровли минус 3—минус 5 м на крыльях депрессии (скв. 73, 124) до минус 40—минус 45 м в приосевых ее частях (скв. 1121, 1768).

Мощность континентальной толщи находится в зависимости от рельефа кристаллических пород. Максимальные мощности 35—47 м приурочены к приосевым частям депрессий (скв. 265, 1121). В западном и восточном направлениях мощность ее постепенно уменьшается до полного выклинивания на крыльях депрессий.

Литологический состав континентальных образований пестрый и изменчив по простиранию и в разрезе. Для характеристики палеоцен-эоценовых континентальных отложений приводим их описание по скв. 1121, расположенной северо-западнее с. Яковлево.

Палеоцен-среднеэоценовые отложения залегают ниже зеленовато-серого глинистого песка верхнего эоцена и представлены следующими породами:

Глина углистая, серого- и темно-серого цвета с прослоями песка и песчаной глины. Встречаются тонкие прослои бурого угля	94,75—118,95 м
Песок кварцевый от серого до темно-серого цвета, с углистыми включениями, крупнозернистый	118,95—130,85 „
Галька кварца, размером до 5 см в крупнозернистом сером песке	130,85—132,35 „
Кора выветривания кристаллических пород	132,55 „

В наиболее глубоких участках депрессий континентальная толща представлена светло-серыми почти белыми разнозернистыми песками без органических примесей, с галечником в основании. Мощность этих песков—1—5 м. Галечник состоит из полуокатанной гальки кварца размером до 5 см в поперечнике.

В присклоновых участках депрессий нередко на песках или галечниках в виде разобщенных линз мощностью 3—4 м, реже 8—9 м, залегают вторичные каолины, содержащие включения обуглившихся растительных остатков и прослойки бурого угля.

На вторичных каолинах и светло-серых песках залегает углистая песчано-глинистая толща. Сложена она углистыми мелкозернистыми песками и глинами буровато-серого и темно-коричневого цветов с тонкими прослоями бурого угля (2—5 см) и обуглившимися растительными остатками. Мощность песков 4—10 м, реже до 24 м (скв. 1682), глин—4—24,8 м (скв. 1121). Прослой бурого угля мощностью 0,5—2,7 м встречены несколькими разобщенными скважинами (скв. 24, 73, 157, 245, 866) в северо-западной части участка, на контурах выклинивания континентальных отложений.

Среди углистых глин главным образом в северной части участка встречаются прослой углистых песков мощностью до 5 м. Кверху углистые породы постепенно переходят в отложения киевской свиты.

Верхний эоцен. (*Киевская свита*). Выше отложений палеоцен-среднеэоценового возраста или непосредственно на первичных каолинах залегает толща мелководных отложений, представленная серией песчано-глинистых пород с многочисленной фауной моллюсков и фораминифер. Верхнюю часть этой толщи составляют алевриты, нижнюю — тонкопесчаные глины.

Отложения верхнего эоцена, как и нижележащие, заполняют депрессию кристаллического основания, но занимают несколько большую площадь. Встречаются они на большей части участка, за исключением юго-западной, восточной и юго-восточной его частей, где они ограничены поднятием кристаллических пород.

Максимальные отметки кровли верхнего эоцена (0—5 м) отмечаются с западной и восточной сторон участка; в центральной части отметки кровли киевских отложений понижаются до минус 10—минус 20 м. Мощность этих отложений в среднем 10—14 м. Наибольшие мощности приурочены к осевым частям депрессий — 19—20 м (скв. 1121, 2113, 2126).

Для общего представления о разрезе верхнего эоцена приводим описание его по скв. 2126, расположенной в южной части участка. Здесь под толщей олигоцена залегают:

Светло-серая тонкозернистая глинистая порода с прослойками мощностью 0,1—0,3 м тонкозернистых мергелистых песчаников, в нижней части более темная, с включением зерен глауконита . . . . .	126,5—141,7 м
Глина плотная тонкопесчаная, зеленовато-серого цвета, с многочисленными отпечатками раковин, моллюсков: <i>Crassatella</i> sp. (cf. <i>fuchsi</i> Slodk), <i>Cardita</i> sp. (cf. <i>suessi</i> Коен), <i>Lucina</i> sp., <i>Turritella</i> sp. (cf. <i>granulosa</i> Desh.) и мелких обуглившихся растительных остатков . . . . .	141,7—147,6 м

Глины распространены повсеместно, встречаются в нижней части разреза. Они, как правило, серые, тонкопесчаные, от зеленоватых до буровато-коричневых оттенков, карбонатные, слюдястые. В глине часто встречаются органические остатки и мелкие включения обугленной растительности. Главная составная часть глин — гидрослюда. Мощность глин обычно не превышает 6 м.

На поднятиях кристаллических пород мощность верхнего эоцена уменьшается до 2 м. Алевриты, обычно это карбонатные светло-серые тонкозернистые породы с блестками слюды, имеют повсеместное распространение. В алевритах нередко встречаются прослойки мергелистого песчаника мощностью 10—20 см, реже — до 1,5 м. Мощность алевритов в среднем 8—12 м, реже — до 15 м.

В восточной и западной частях участка киевские отложения представлены кварцевыми тонкозернистыми песками серого цвета с отпечатками моллюсков. Мощность песков до 3 м (скв. 1620, 2123).

В толще алевритов и глин в значительном количестве присутствует фауна моллюсков: *Cardita nicopolense* Kluc z, *Pecten* sp., *Chlamys* sp., *Mesalia* sp., *Vulsella* sp., *Trochus* sp. Кроме того, встречены кораллы, мшанки. Местами моллюски образуют целые скопления раковин.

Олигоцен. Олигоценные породы также приурочены к депрессии кристаллического основания и отсутствуют на возвышенных его участках. Залегают олигоценные отложения горизонтально с общим небольшим наклоном к югу, на отметках от 16 м в северной части участка до минус 26 м в южной его части.

Мощность отложений зависит от их гипсометрического положения и обычно 12—16 м. Полный разрез олигоценных отложений отмечен в центральной части участка. С восточной и западной сторон участка, где поверхность кристаллических пород выше 10 м, олигоценные отложения обычно представлены только верхней частью разреза, начиная с марганцеворудного пласта или надрудных глин.

Олигоценые отложения на участке характеризуются следующими особенностями (см. разрез скв. 2126 в разделе «Олигоцен»).

*Подрудные слои.* Нижняя часть олигоценового разреза, слагающая подрудную толщу, представлена несколькими литологическими разновидностями: кварц-глауконитовыми песками, песчаниками, песчаными глинами и редко галечниками.

Грубообломочные породы встречаются довольно редко и обычно подстилают марганцевую руду на поднятиях кристаллических пород. Мощность галечников не превышает 40 см. По простираанию галечники переходят в крупнозернистые кварц-глауконитовые пески, являющиеся наиболее характерной породой подрудных отложений. Пески эти нередко содержат прослой рыхлых кварцевых песчаников, а в южной части участка содержат пропластки опоковидных песчаников мощностью 0,3—0,7 м, залегающих в средней части песчаной толщи или же в основании олигодена, на алевроитах киевской свиты (скв. 2124, 2140).

Контакт подрудных отложений с окисной марганцевой рудой обычно резкий. Нередко на контакте залегают тонкий прослой крупнозернистого глауконитового песка зеленого цвета.

Контакт карбонатных глин с подстилающими песками не всегда четкий. Обычно количество карбонатных желваков к почве рудного горизонта резко уменьшается, и подрудные глины от рудного пласта отличаются лишь меньшим количеством рудных включений. Кроме того, в песчано-глинистых подрудных отложениях нередко встречаются 1—3 прослойки глин, содержащие отдельные карбонатные желваки или серую рыхлую массу карбонатов марганца.

В скв. 2136, расположенной южнее с. Ново-Киевка, наблюдается следующий разрез, характеризующий подрудную толщу:

Карбонатная марганцевая руда . . . . .	110,9—112,55
Глина темно-серая, плотная, с прослойками тонкозернистого светло-серого глинистого песка, с редкими желвачками манганокальцита	112,55—113,45
Карбонатная марганцевая руда желваково-глинистая. Количество желваков манганокальцита около 40%. Вмещающая порода — глина песчаная	113,45—113,9
Песок кварцевый уплотненный, тонкозернистый, серого цвета, с обломками раковин пелеципод	113,9—114,3
Песок глинистый, уплотненный, с прослойками песчаника в верхней части, с желвачками карбонатной руды	114,3—114,9
Песок кварц-глауконитовый, темно-зеленовато-серого цвета	114,9—115,9

Мощность подрудных песчано-глинистых отложений незначительная — до 4 м.

*Рудные слои.* На кварц-глауконитовых песках, а нередко на отложениях верхнего эоцена и кристаллических породах, лежит марганцевая руда в виде пласта, хорошо выдержанного по мощности и простираанию. Марганцевые руды в пределах участка выявлены на площади 140 км<sup>2</sup> и представляют собой почти непрерывную залежь с отдельными сравнительно небольшими безрудными полями, связанными с локальными поднятиями кристаллических пород.

Мощность рудного пласта в пределах участка 5 см — 4,7 м. Средняя мощность по участку — 2,2 м.

*Надрудные слои.* Верхняя часть олигоценового разреза, слагающая кровлю рудного пласта, на Грушевско-Басанском участке представлена яблочно-зелеными, темно-серыми глинами и глауконитовыми глинистыми песками.

На площади распространения окисных марганцевых руд в кровле рудного пласта почти повсеместно залегают яблочно-зеленые или зеленовато-серые глины с охристыми пятнами и разводами. Нередко в этих глинах по плоскостям напластования встречаются присыпки тонкозернистого песка. Книзу глины постепенно обогащаются песком

с глауконитом. На контакте с марганцевой рудой яблочно-зеленые глины обычно сильно ожелезнены до охристо-бурого цвета.

В южной части участка, в полосе распространения карбонатных руд, над марганцевым пластом залегают темно-серые глины. Состоят темно-серые глины на 99% из тонкодисперсных глинистых частиц <0,01 мм, из которых фракция <0,005 мм составляет около 50%. Иногда в этих глинах встречаются отдельные стяжения, обогащенные сульфидами. Сложены яблочно-зеленые и темно-серые глины в основном гидрослюдой, монтмориллонитом. Мощность надрудных глин 8—14 м.

В районе с. Ново-Киевка, северо-западной его, в юго-восточной части участка, севернее и восточнее с. Верхне-Тарасовка темно-серые надрудные глины обогащаются песчаным материалом и глины сменяются песком. Пески эти залегают между пластом карбонатной марганцевой руды и вышележащими темно-серыми глинами. Пески кварц-глауконитового состава, тонко- или мелкозернистые, глинистые, зеленовато-серого, желтовато-серого цвета. Количество глауконита в них увеличивается книзу, на контакте с марганцеворудным пластом. Мощность песков 2,5—4 м.

К северу от с. Верхне-Тарасовка, где пески зачастую слагают всю надрудную толщу, в них в значительном количестве (до 30%) присутствуют оолиты гидроокислов железа размером 2—3 мм в диаметре. Так, по скв. 1758 в кровле окисной марганцевой руды на глубине 109,4—110,85 м залегают песчано-глинистая порода зеленого цвета с большим количеством бурых оолитов гидроокислов железа. В нижней части слоя количество оолитов увеличивается до 50%, и порода имеет темно-бурую окраску.

В глинистых серых песках из скв. 2122, расположенной в юго-западной части участка, непосредственно над рудой на глубине 111,4 м обнаружен панцирь краба, а несколько выше — крупный позвонок акулы *Carcharias* sp.

**Неоген.** Отложения неогена распространены повсеместно в пределах участка. Их мощность 45—60 м, что значительно превышает мощность палеогеновой толщи.

Средний миоцен. На зеленовато-серых надрудных глинах залегают толща песчано-глинистых пород среднего миоцена. Перекрываются они палеонтологически охарактеризованными осадками сарматского яруса. Отложения среднего миоцена распространены на всей площади участка, залегая несогласно на палеогеновых отложениях, а за пределами последних — на кристаллических породах либо на коре их выветривания.

Абсолютные отметки кровли отложений среднего миоцена от плюс 16 м в северной части участка до плюс 4 м на юге. Мощность их в южной части составляет 13—18 м, к северу уменьшается до 6—10 м.

Последовательность напластований среднего миоцена видна из разреза по скв. 2142, расположенной в юго-западной части участка.

Глина серого цвета, мергелистая. В самой верхней части зеленовато-серого цвета и содержит раковины <i>Spaniodontella pulchella</i> Baily, <i>Potamides</i> ex gr. <i>bicostatus</i> Eichw и отпечатки остракод; ниже мергелистость увеличивается, а порода переполнена хорошо сохранившимися <i>Potamides</i> ex gr. <i>bicostatus</i> Eichw. В самом основании глина снова приобретает зеленый цвет и содержит раковинный детрит, в котором различаются створки <i>Spaniodontella pulchella</i> Baily, <i>S. opistodon</i> Andrus . . . . .	56,1—57,4 м
Глина голубовато-зеленого цвета . . . . .	57,4—61 „
Мергель серого (1,5 м) и зеленоватого оттенков . . . . .	61—65,1 „
Глина голубовато-зеленого цвета . . . . .	65,1—66,5 „
Глина зеленовато-серого цвета, мергелистая, с включениями кварцевых зерен . . . . .	66,5—67,5 „

Та же глина, но более песчаная и содержит полуокатанные известковистые включения, большей частью представляющие ядро моллюсков, из которых определены *Loripes dentatus* Bast., *Loripes* cf. *dujardini* M. Hörn., *Ervilia pusilla* Phil., *Tapes* sp., *Tellina* sp., *Abra* и неопределимые обломки *gastropoda* . . . . . 67,5—68,6 м  
 Песок интенсивно зеленого цвета с охристо-желтыми пятнами . . . . . 68,6—70 ..

В приведенном разрезе и по другим скважинам среди отложений среднего миоцена выделяются две пачки пород, литологически отличающиеся друг от друга: нижняя — песчано-глинистая, верхняя — глинисто-мергелистая.

В самой нижней части среднего миоцена залегают зеленые глины с включением зерен кварца, иногда сменяющиеся книзу разнотерристыми интенсивно-зелеными песками с охристыми разводами и пятнами.

Охристо-зеленые песчаные глины кверху постепенно приобретают травянисто-зеленый или голубовато-зеленый цвет со стяжениями и прослоями серого и белого мергеля. Эти глины содержат многочисленную фауну моллюсков, которые местами образуют целые ракушечные прослои из створок *Spaniodontella pulchella* Bailey, что несомненно указывает на их караганский возраст.

Верхний миоцен. *Сарматский ярус*. Сарматские отложения на участке пользуются широким развитием. Они повсеместно перекрывают породы среднего миоцена.

Общая мощность сарматских отложений 26—38 м. Абсолютные отметки кровли сарматских отложений 40—44 м на севере и до 36—38 м на юге участка. Отсутствуют сарматские отложения частично или полностью лишь в местах размыва их балками Грушевская, Басанская и Березнеговатая.

Нижний сармат представлен песками и глинами. Для характеристики этих отложений приводим разрез по скв. 2126, расположенной в 1,5 км южнее с. Ново-Киевка.

Песок серого цвета, среднезернистый . . . . . 88,6—89,5 м  
 Ракушечный детрит, темно-серого цвета, сцементированный песчано-глинистым материалом. Среди обломков раковин преобладают *Cardium ustjurtense* Andrus. *Ervilia dissita* Eichw. Встречаются также единичные *Modiolus* cf. *naviculatus* Koles., *Maetra* cf. *eichwaldi* Lask., *Tornafina lajoncaireana* Bast, *Duplicata* sp., *Trochidae* . . . . . 89,5—90,5 „  
 Песок зеленовато-серого цвета, мелкозернистый, с фауной *Patamides mitralis* Eichw. и одиночных *Hydrobia* sp. В основании слоя пески имеют почти черный цвет . . . . . 90,5—93 ..  
 Глина зеленовато-серого цвета с тонкими прослоями ракушечного детрита и отпечатками раковин *Cardium transcarpathicum* Grischb, реже *Cardium ustjurtense* Andrus. и крупных форм *Ervilia dissita* Eichw. . . . . 93—93,5 ..

В основании нижнесарматских отложений обычно залегают мелко- и среднезернистые пески. Цвет их зеленовато-серый, желтовато-серый, реже светло-серый. Состоят пески из полуокатанных зерен кварца, обломков раковин и редких зерен полевых шпатов. Изредка в толще песков наблюдаются линзы и прослойки темно-серой глины. Мощность песков 0,3—3,5 м.

Иногда, главным образом в южной части участка, в местах пониженного залегания сарматского яруса, пески замещаются зелеными сильно песчаными глинами. Нередко глины залегают над песками, реже, как это видно из приведенного разреза скв. 2126, под ними. В зеленых глинах встречается фауна, среди которой преобладают эрвилии.

Пески и зеленые песчаные глины перекрываются темно-серыми, почти черными слоистыми глинами нижнего и среднего сармата, фаунистически хорошо охарактеризованными.

Нижнесарматские глины, мощностью до 2 м, в свежем изломе отличаются зеленоватым оттенком, примесью песка, меньшей сло-

стостью и нередко вверх заканчиваются прослоем ракушечного детрита.

Среди темно-серых глин и раковинного детрита выявлен следующий комплекс фауны моллюсков: *Donax lucidus* Eichw., *Ervilia dis-sita* Eichw., *Mastra eichwaldi* Lask., *Modiolus naviculatus* Koles, *Tapes vitalianus* d'Orb., *T. aksajicus* Bog, *Cardium vindobonense* (Partsch) Lask., *Cardium plicatum* Eichw., Sinz, *Tornatina meli-topolitana* Sok, *Tornatina sinzovi* Koles, *Solen* sp., *Trochidae*.

Среднесарматские отложения сложены двумя пачками пород: темно-серыми глинами, залегающими в основании среднесарматского разреза, и зелеными известковистыми глинами с прослоями мергелей, развитыми преимущественно в верхней части разреза.

Темно-серые слоистые глины внешне очень сходны с подстилающими их нижнесарматскими глинами. Однако от последних они отличаются более темным цветом за счет повышенного количества фитодетрита, четко выраженной слоистостью и наличием совершенно иного видового состава фауны моллюсков — *Mastra fabreana* Orb., *Cardium fittoni* Orb. и др. В глинах встречаются многочисленные прослойки детритуса. По плоскостям напластования наблюдаются присыпки тонкозернистого песка. Сложены глины минералами группы бейделлита с примесью гидрослюды, кальцита и органического вещества.

Фауна среднесарматских глин: *Cardium fittoni*, *Cardium suessi*, *Mastra fabreana*, *Mastra vitaliana*, *Cardium gregarius*, *Tapes vitalianus* d'Orb., *Modiola* cf. *sarmatia*, *Cardium sartasense* Merke и др.

Карбонатные глины, переходящие кверху в зеленовато-белый кусковатый мергель, имеют мощность 1,5—2 м; в них преобладают раковины кардид: *Cardium ingratum* Koles, *Cardium gatuevi* Koles и реже *Cardium fittoni* d'Orb. Встречаются также моллюски: *Mastra* cf. *tapesoides* Koles, *Mastra podolica* Eichw.

Верхнесарматские отложения мощностью 15—26 м пользуются широким распространением на участке, представлены однообразной толщей светло-зеленых неслоистых комковатых глин с прослоями мергеля, тонкими прослоями охристо-зеленой слоистой глины и рыхлого ракушечника мощностью не более 3—5 см.

Зеленовато-серые глины почти не содержат фауны. Состоят они на 98—99% из гидрослюды и пелитоморфного кальцита. Содержание пылеватых и более крупных частиц не превышает 1—2%.

В толще зеленых глин встречается 4—6 прослоев мергеля мощностью 0,4—0,8 м. Мергели обычно рыхлые, пористые, комковатые, реже более крепкие, с дендритами марганца на поверхности трещин. К мергелистым прослоям (скв. 2125) приурочены включения мелких рачков *Ostracoda*. В прослоях мергеля и желтовато-зеленых тонкослоистых глинах наблюдаются скопления фауны *Mastridae*, среди которых различаются *Mastra caspia* Eichw., *Mastra nalivkini* Koles, *Mastra bulgarica* Тоула. Эти формы образуют не менее 2—5 мактровых прослоев мощностью 5—10 см, характеризующихся массовым скоплением разрозненных створок этих моллюсков, сохранившихся в виде отпечатков.

*Мэотический ярус (топиловские слои)*. На породах верхнесарматского подъяруса повсеместно залегает толща пород, перекрываемая понтическими известняками (топиловские слои).

Характерный разрез этих отложений приводится по скв. 212, расположенной в северо-западной части участка, восточней хутора Прогресс.

Известняк оолитовый.

Песок кварцевый, светло-серого цвета, мелкозернистый, сильно глинистый, в нижней части постепенно переходит в темно-серую глину. В верхней части слоя в песке наблюдается большое количество прослоев оолитового известняка

46,8—48,1 м



Глина темно-серого, участками почти черного цвета, плотная, с охристыми затеками. Книзу глина постепенно переходит в песок . . .	48,1—49,5 м
Песок кварцевый, мелкозернистый, глинистый, светло-серого цвета, с охристыми затеками гидроокислов железа; с глубины 52,5 м переходит в глину песчаную	49,5—52,5 ..
Глина зеленовато-серая, мергелистая . . . . .	52,5 ..

Сложена эта толща светло-желтыми или светло-зелеными, реже светло-серыми песками с прослоями и линзами песчаных глин зеленовато-серого, темно-серого цвета. Мощность толщи 1—8 м.

Плиоцен. *Понтический ярус*. В пределах участка отложения понтического яруса, как и миоцена, имеют повсеместное распространение (за исключением речных долин, где они размыты в четвертичное время). Сложены понтические отложения известняками и глинами.

Для характеристики понтических отложений приводим описание их по шурфу 277, пройденному на северном склоне балки Грушевская при разведке известняков.

Глина красно-бурого цвета.	
Глина серого цвета с прослоями темно-серой комковатой глины и многочисленными рыхлыми известковыми включениями . . . . .	19,8—21,9 м
Известково-мергелистая порода светло-серого цвета . . . . .	21,9—23 ..
Известняк-ракушечник желтовато-серого цвета . . . . .	23—24,6 ..
Известняк-ракушечник перекристаллизованный, участками сливной, ноздреватый, серовато-желтого и темно-желтоватого цвета, залегающий в рыхлом известковом материале . . . . .	24,6—24,9 ..
Известняк-ракушечник белого цвета. Состоит из створок и ядер раковин <i>Monodacna</i> , очень ноздреватый, средней крепости . . . . .	24,9—25,2 ..
Известняк-ракушечник темно-бурого, охристо-бурого цвета, состоящий из раковин, сцементированных известковым цементом, рыхлый . . . . .	25,2—25,75 ..
Известняк-ракушечник светло-серого цвета, состоящий из створок и ядер раковин моллюсков, в нижней части очень крепкий . . . . .	25,75—26,5 ..
Известняк-ракушечник желтовато-бурого цвета, с прослоями желтого, не очень крепкого известняка . . . . .	26,5—27,5 ..
Известняк оолитовый, светло-желтого цвета, состоящий из мелких известковых оолитов диаметром 1—2 мм, незначительного количества двустворчатых моллюсков <i>Dreissensia</i> , сцементированных известковым материалом . . . . .	27,5—28,1 ..
Песок кварцевый, мелкозернистый, желтовато-серого цвета . . . . .	28,1 ..

Понтические известняки четко разделяются на два горизонта: нижний оолитовый и верхний ракушечный.

Иногда в почве оолитового известняка залегают прослой песка с оолитами известняка мощностью 10—30 см.

В оолитовом известняке встречаются отпечатки и ядра *Dreissena simplex* Barb, реже *Dreissena tenuissima* Sinz, *Prosodacna ex gr. littoralis* Eichw, *Monodacna pseudo cattilus* Barb, *Hydrobia* sp., *Viviparus* sp., *Congeria novorossia* Sinz, *Planorbis* sp.

Мощность оолитового известняка от нескольких десятков сантиметров до 3,2 м, в среднем 1,2 м.

Среди оолитовых известняков встречаются плотные и менее плотные — рыхлые разности.

На оолитовом известняке залегают известняк-ракушечник, который нацело состоит из ядер и створок раковин моллюсков, сцементированных пелитоморфной кальцитовой массой.

Среди раковин наиболее распространены *Monodacna pseudo-cattilus* Barb, реже встречается *Prosodacna littoralis* Eichw, *Dreissena rostriformis* Desh., *D. simplex* Barb, *D. tennissina* Sinz., *Congeria novorossica* Sinz.

В верхней части известняковой толщи наблюдаются прослой перекристаллизованного известняка.

Перекристаллизованный известняк под микроскопом состоит из мелкозернистого агрегата зерен кальцита с примесью глинистого материала. Глинистый материал распределен в породе неравномерно. Порода в значительной степени перекристаллизована, замещается вто-

ричным кальцитом. В виде единичных зерен в породе присутствует кластический материал — кварц.

Мощность известняка-ракушечника на участке 0,9—5,5 м, в среднем 2,4 м.

На известняках-ракушечниках залегает прослой известняковой щебенки в глине или глинисто-охристая порода с мелкими угловатыми стяжениями перекристаллизованного известняка, а выше известково-мергелистая порода светло-серого цвета. Выше залегают темно-серые мергелистые глины («косовские слои»). Глины обычно темно-серые, иногда зеленовато-серые, комковатые, с мраморовидным рисунком.

Характерно для глин включение мергелистых и карбонатных стяжений светло-серого цвета, количество которых возрастает кверху.

По данным термических анализов, глины сложены минералами группы гидрослюд и монтмориллонита с примесью кальцита, реже кварца. Характерно присутствие в тяжелой фракции глин окислов марганца (до 80%). В нижележащих неогеновых образованиях они полностью отсутствуют. Мощность темно-серых глин 3—5 м.

**Красно-бурые глины.** На темно-серых глинах или известняках понтического яруса залегают темно-красные, красно-бурые и красновато-коричневые глины, покрываемые четвертичными суглинками. Цвет их в нижней части более темный, чем в верхней. Глины этого горизонта представлены очень плотными тяжелыми разностями без признаков слоистости.

Контакт красно-бурых глин с вышележащими суглинками нечеткий — глины постепенно переходят в красно-бурые тяжелые суглинки. Мощность красно-бурых глин на водоразделах балок Грушевская и Басанская 25—30 м и составляет в среднем по участку 18 м.

**Четвертичные отложения.** Непосредственно под растительным слоем, на глубине 0,5—0,8 м от поверхности, залегают четвертичные суглинки, сплошным покровом прикрывая все нижележащие отложения.

Мощность четвертичных суглинков в пределах участка 2—3 м по склонам балок, до 30 м на водоразделах и составляет в среднем 16 м.

Среди общей толщи лессовидных пород насчитывается несколько горизонтов, различающихся по цвету и гранулометрическому составу. В самой нижней части суглинистой толщи залегают тяжелые суглинки красно-бурого или темно-бурого цвета. Гранулометрический состав их характеризуется повышенным содержанием частиц размером меньше 0,01 мм, количество которых 40—42%. В красно-бурых суглинках нередко встречаются известковые включения и стяжения кристаллов гипса.

Выше красно-бурых суглинков залегают палевые, палево-желтые суглинки, имеющие типичную лессовую структуру. В сухом состоянии это макropористые сыпучие породы, легко растирающиеся между пальцами.

Гранулометрический состав их характеризуется преобладанием алевритовой фракции (50—70%) с размером частиц 0,01—0,05 мм. Верхняя часть суглинистой толщи представлена желто-бурыми, серовато-бурыми суглинками, гранулометрический состав которых близок к палевым. Нередко в них встречаются более крупнозернистые разности, близкие к супесям.

Кроме суглинков, к осадкам четвертичного возраста в пределах участка относятся:

а) отложения небольшой мощности балочного аллювия по тальвегам балок Грушевская, Басанская и Березнеговатая, представленные неотсортированными песками и суглинками;

в) аллювиальные отложения Днепра, залегающие южнее участка и перекрытые в настоящее время водами Каховского водохранилища.

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

В толще пород, слагающих участок, содержатся четыре водоносных горизонта:

- 1) грунтовые воды в четвертичных образованиях;
- 2) воды в известняках понтического и песках мэотического ярусов;
- 3) надрудный нижнесарматский горизонт;
- 4) подрудный горизонт олигоцена

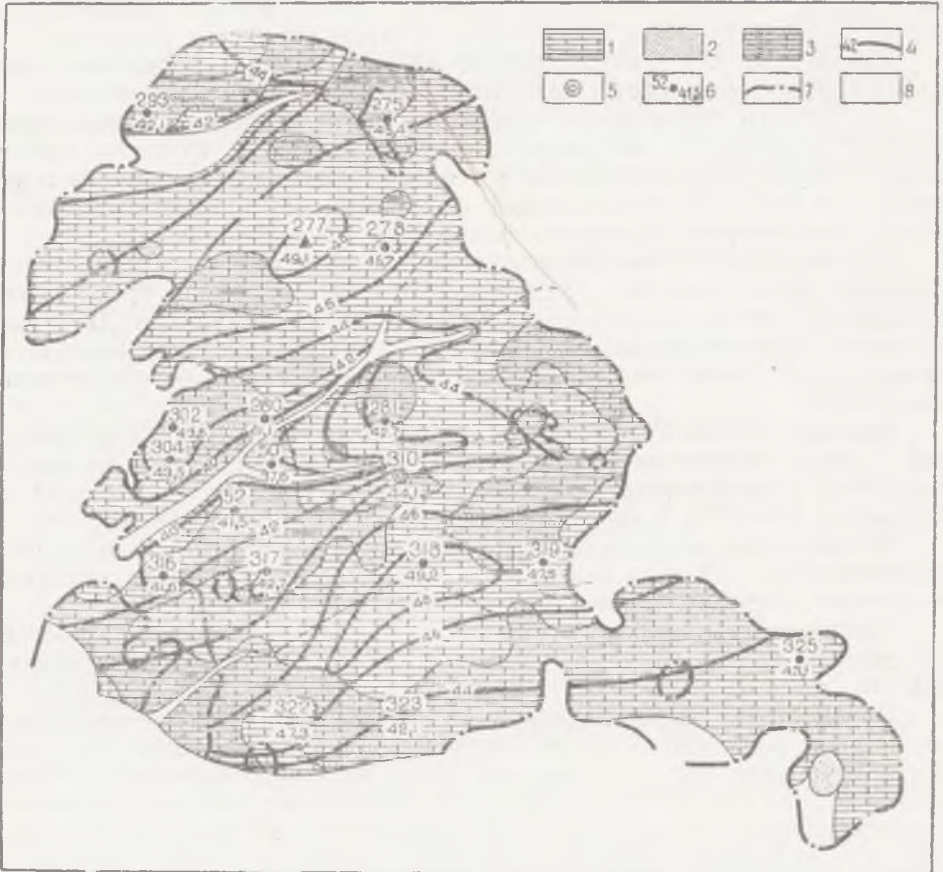


Рис. 126. Распространение водоносного горизонта в известняках понтического и песках мэотического ярусов на Грушевско-Басанском участке

Водосодержащие породы: 1 — известняк-ракушечник; 2 — пески; 3 — известняки и пески; 4 — гидроизогипсы; 5 — скважина гидрогеологическая, опытная; 6 — скважина гидронаблюдательная; 7 — контур рудной залежи; 8 — площади размыва известняков понта и песков мэотиса

**Грунтовые воды.** Эти воды имеют ограниченное распространение в лессовой серии пород, главным образом на водораздельных площадях и в современной аллювии крупных балок. В лессовой толще воды местами концентрируются над более плотными красно-бурыми суглинками или глинами, образуя верховодку на различной глубине от поверхности.

Несколько большей водообильностью отличается современный аллювий рек и балок, представленный темно-бурыми илистыми суглинками или песчаными глинами. Однако при строительстве Грушевского карьера водоприитоки из балочного аллювия были также незначительны и относительно коротковременны.

**Воды в известняках понтического и песках мэотического ярусов.** Известняки понтического яруса имеют повсеместное распространение

на участке, за исключением крупных балок, где они эродированы (рис. 126). На рудоносной площади известняки подстилаются плотными глинами, которые образуют сложный рельеф водоупорного ложа с отрицательными и положительными формами различных очертаний. На многих площадях известняки подстилаются песками мэотического яруса (см. рис. 126). Мощность известняков 3—8 м, мощность песков обычно 2—3 м и редко 5—6 м. Известняки преимущественно обводнены только в нижней части слоя на высоту 2—3 м; в местах, где водоупорное ложе гипсометрически выше, известняки безводны. Питание водоносного горизонта осуществляется на водораздельных площадях участка, откуда потоки грунтовых вод направлены к балкам Грушевская и Басанская, а также к Каховскому водохранилищу (см. рис. 126).

Водообильность горизонта установлена опытной откачкой воды из скв. 304. При столбе воды в скважине 2,55 м удельный дебит равен 0,36 м<sup>3</sup>/час. Коэффициент фильтрации 4,8 м/сутки. При проходке шахтных стволов водоприитоки из известняков и мэотических песков незначительны и кратковременны.

**Надрудный нижнесарматский водоносный горизонт.** Горизонт приурочен к мелкозернистым глинистым пескам с прослоями средне- и крупнозернистых песков. Мощность слоя 3—4 м, местами — до 10 м. Горизонт напорный с высотой напора 10—30 м. Воднофильтрационные свойства песков характеризуются данными, приведенными в табл. 105.

Таблица 105

Значения характеристик	Гранулометрический состав, %									Водоотдача, %	Коэффициент фильтрации по лабораторным определениям, м/сутки
	Диаметр фракции, мм										
	λ	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005		
Наибольшее	1,02	39,86	41,13	48,8	89,67	35,1	47,54	16,4	19,03	26,1	22,6
Наименьшее	0,1	0,16	0,06	0,12	6,38	0,09	0,08	0,04	0,1	6,2	0,13
Среднее	0,5	6,8	7,45	16,59	49,2	8,25	5,87	1,39	3,95	18,5	5,3
Количество определений				55						37	39

Из таблицы видно, что показатели этих свойств меняются в больших пределах, что свидетельствует о неоднородности состава и фильтрационной способности песков.

Водообильность горизонта установлена опытными откачками из шести скважин (308, 311, 315, 2738, 685, 157). При столбе воды в скважинах 12—15 м и понижении уровня примерно на половину этого столба удельный дебит составляет 0,3—0,4 м<sup>3</sup>/час. Коэффициент фильтрации 3—4 м/сутки.

Водоносные пески сарматского яруса повсеместно отделены от рудного пласта глинами средиземноморского яруса и олигоцена, мощность которых не менее 8 м, а местами 20 м. Однако, как видно из рис. 127, местами, взамен глин, непосредственно в кровле рудного пласта залегают линзы водоносных песков. Воды в них напорные и при встрече их горными выработками могут образовать прорывы пльвунов в шахту.

Питание надрудного нижнесарматского горизонта осуществляется на большой площади, выходящей далеко за пределы участка. Раз-

грузка горизонта происходит главным образом в сторону Каховского водохранилища и частично в р. Томаковка (см. рис. 127).

**Подрудный водоносный горизонт олигоцена.** Горизонт приурочен главным образом к подрудным пескам (рис. 128) и песчаным глинам, а также к рудному пласту, особенно в пределах площади распространения окисных разновидностей. Подрудный горизонт имеет напор 10—30 м и является основным источником обводнения шахтных выработок.

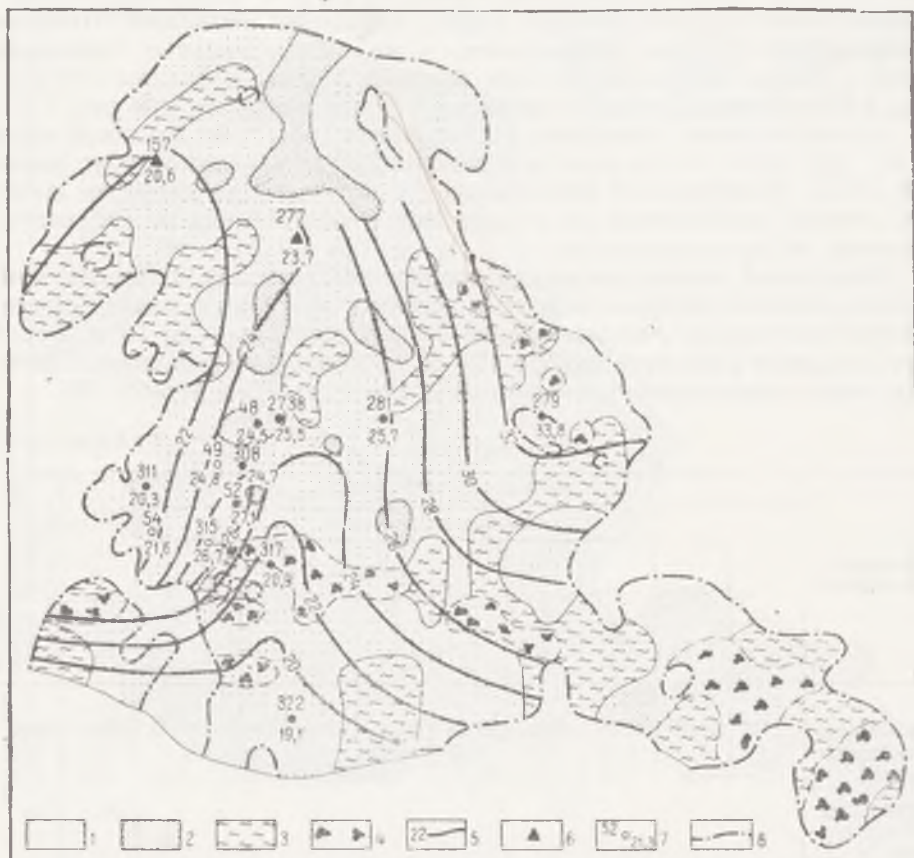


Рис. 127. Распространение надрудного нижнесарматского водоносного горизонта на Грушевско-Басанском участке

Водосодержащие породы: 1—пески мощностью до 5 м; 2—пески мощностью 5—10 м; 3—глины песчаные; 4—пески, залегающие непосредственно в кровле рудного пласта ( $N_1mt_2 + Pg_3h$ ); 5—пезонзогипсы; 6—скважина гидрогеологическая, опытная; 7—скважина наблюдательная; 8—контур рудной залежи

На рис. 128 видно, что подрудный горизонт имеет повсеместное распространение, за исключением небольших участков, где под рудой залегают каолины. Горизонт подпитывается напорными водами кристаллического массива.

Воднофильтрационные свойства подрудных песков приведены в табл. 106.

Подрудные пески преимущественно мелкозернистые глинистые, с низкой водоотдачей и слабой фильтрационной способностью. Это указывает на трудность их осушения при эксплуатационных работах. Водообильность горизонта установлена по опытным откачкам из двух скважин (306 и 312). При понижении уровня в скважинах примерно на половину столба воды, т. е. на 12—14 м, удельный дебит 0,5—1,1 м<sup>3</sup>/час. Коэффициент фильтрации 1,5—1,6 м/сутки.

Подрудный водоносный горизонт, хотя и слабообильный, отличается высоким гидростатическим напором, что делает необходимым применение опережающего дренажа с целью снятия этого напора до почвы рудного пласта.

Некоторые сведения о водопритоках в горные выработки и рекомендуемые дренажные мероприятия. Строительство и эксплуатация шахт и карьеров на Грушевско-Басанском участке только начаты, поэтому данных о водопритоках в горные выработки пока мало.

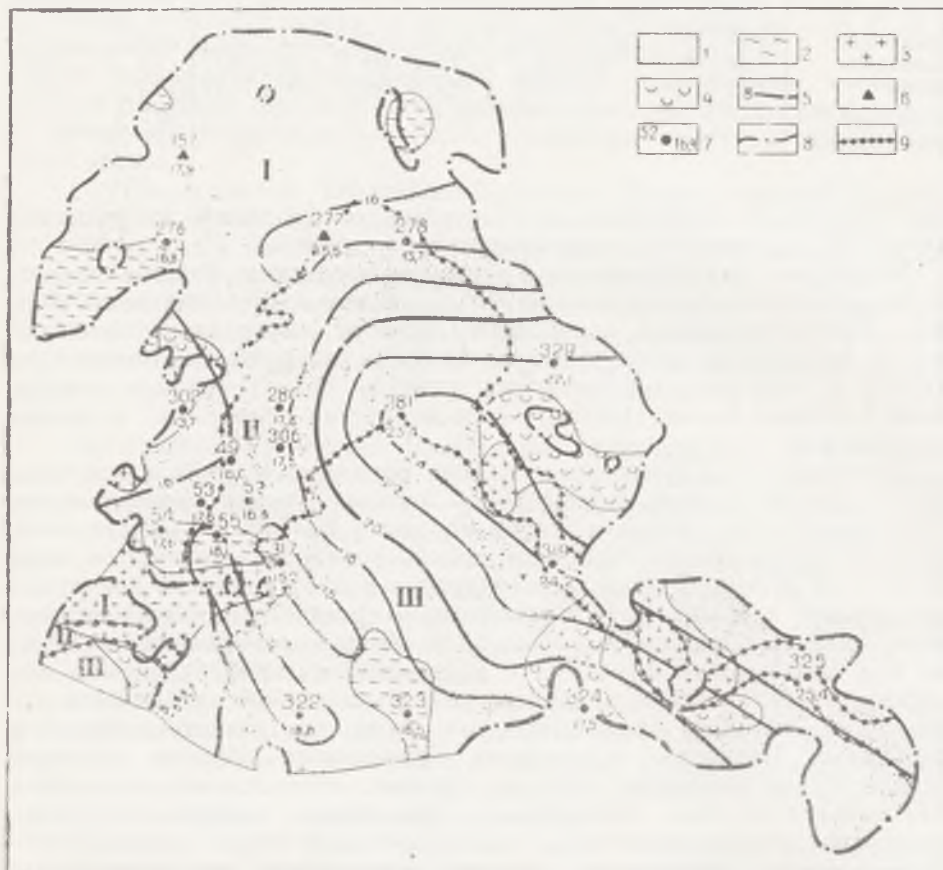


Рис. 128. Распространение подрудного водоносного горизонта на Грушевско-Басанском участке

Породы, залегающие в почве рудного пласта: 1 — пески; 2 — песчаные глины; 3 — кристаллические породы; 4 — каолины; 5 — пьезоизогипсы; 6 — скважина гидрогеологическая, опытная; 7 — скважина наблюдательная (внизу отметка пьезометрического уровня); 8 — контур рудной залежи; 9 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисно-карбонатные; III — карбонатные

Данные наблюдений треста «Никополь-Марганец» показывают, что за 1960 г. водопритоки в шахты 1, 2, 5, 6 колебались в зависимости от интенсивности расширения горных выработок в пределах от 6 до 25 м<sup>3</sup>/час. В среднем за год приток в шахту составляет 11—17 м<sup>3</sup>/час.

Из приведенных данных видно, что водопритоки в шахты на Грушевско-Басанском участке аналогичны шахтным водопритокам на других участках бассейна с той разницей, что здесь напор подрудных вод при вскрытии их горными выработками несколько выше. Строительство первых шахт на Грушевско-Басанском участке показало, что и здесь дренирование подрудных вод успешно осуществляется подго-

Значения характеристик	Гранулометрический состав, %								Водоотдача, %	Коэффициент фильтрации по экспериментальным данным, м/сутки
	Диаметр фракции, мм									
	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005		
Наибольшее	26,30	27,1	24,9	51,72	70,89	55,71	45,84	20,72	22,5	1,01
Наименьшее	0,58	0,1	0,1	0,1	3,09	0,7	1,08	3,1	1,8	0,02
Среднее	2,91	3,82	5	14,9	34,42	20,62	6,36	11,97	13,4	0,34
Количество определений					51				35	22

товительными и выемочными выработками, проходимыми по рудному пласту без применения предварительного дренажа.

Карьерные разработки на Грушевско-Басанском участке осуществляются в менее благоприятных условиях, чем в западной части бассейна. Нижнесарматский водоносный горизонт имеет здесь большую область питания, выходящую далеко за пределы Грушевско-Басанского участка, и залегает на рудоносной площади ниже отметок тальвегов самых глубоких балок. Поэтому он повсеместно напорный и более водообильный.

Строительство Грушевского карьера показало, что при длине разрезной траншеи 1 км и ширине 300 м первоначальный водоприток из нижнесарматского горизонта составлял около 200 м<sup>3</sup>/час. Спустя 3—4 месяца после вскрытия траншеей водоносного слоя водоприток снизился до 50 м<sup>3</sup>/час. Строительство карьера в 1961 г. велось без предварительного дренажа, хотя в техническом проекте предусмотрено осушение комбинированным способом, включающее дренирование подрудных вод дренажными штреками с водопонижающими трубчатыми колодцами, и дренирование надрудных вод восстающими скважинами из дренажных штреков, сквозными фильтрами или водопонижающими скважинами. Поскольку в условиях Грушевского карьера большое влияние будет оказывать область питания, находящаяся за пределами карьерного поля, эффективное дренирование надрудного и подрудного водоносных горизонтов может быть достигнуто путем создания кольцевого дренажного заслона, состоящего из дренажного штрека с восстающими до надрудных песков скважинами и с водопонижающими трубчатыми колодцами на подрудные пески.

Тщательная постановка наблюдений за водопритоками в траншею и устойчивостью уступных откосов в период строительства и эксплуатации Грушевского карьера несомненно позволит внести необходимые коррективы в целях улучшения запроектированной системы дренажных мероприятий.

#### УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И СТРОЕНИЕ РУДНОГО ПЛАСТА

Грушевско-Басанская рудная залежь приурочена к глубокой Томаковской депрессии в рельефе кристаллических пород. Границы ее с запада, севера и востока проходят через с. Яковлево, хутор Прогресс, с. Шевченко, с. Верхне-Тарасовка. С юга залежь омывается водами Каховского водохранилища. Восточная и западная границы залежи имеют неровные извилистые очертания, в общих чертах обусловленные характером рельефа докембрийского фундамента на склонах Томаковской депрессии. Северная граница залежи обусловлена миоценовым размывом. Наличие миоценового размыва подтверждается разрезом

ряда скважин, пробуренных в районе пос. Шевченко. Так, в скв. 132 выше рудного пласта пройдено более 3 м надрудной олигоценовой глины. По скв. 37, расположенной несколько севернее скв. 132, мощность надрудных глин 1,5 м, а в районе скв. 14 надрудные глины полностью смыты; размывом частично захвачен и марганцеворудный горизонт. В скв. 16 среднемиоценовые отложения залегают на подрудных глинах, а еще далее на север в скв. 6 отложения среднего миоцена залегают на киевских алевролитах.

Форма рудной залежи неправильная, несколько вытянутая в меридиональном направлении и расширенная в ее южной части. Протяженность залежи с севера на юг около 15 км; ширина ее — от 7—9 км в северной части до 10—12 км — в южной.

К юго-западу от описываемой залежи расположена небольшая рудная площадь (около 8 км<sup>2</sup>), которая отделена от основной залежи и Коминтерн-Марьевского участка подземным выступом кристаллических пород.

Внутри основной Грушевско-Басанской рудной залежи выявлено восемь небольших безрудных полей. Расположены безрудные поля в приконтурных частях залежи. Почти все они обусловлены небольшими локальными поднятиями кристаллических пород, и лишь на северо-восточной окраине участка вблизи с. Шевченково безрудное поле связано с миоценовым размывом. Здесь надрудные глины и рудный пласт смыты и миоценовые зеленовато-серые глины залегают на подрудных песках. В скв. 131, 154, 181 сохранилось 5—10 см рудного пласта.

Залегают марганцевые руды почти горизонтально, с небольшим наклоном пласта к югу. Так, если в северной части залежи отметки почвы рудного пласта плюс 8 — плюс 12 м, то к югу они постепенно уменьшаются, и у берега Каховского водохранилища рудный пласт залегают на отметках минус 18 — минус 20 м. Следовательно, погружение рудного пласта с севера на юг в среднем 2 м на 1 км.

Кроме общего наклона рудного пласта в южном направлении, повсеместно наблюдается его погружение с западной и восточной сторон к центральной части участка.

Падение рудного пласта с севера на юг и с запада и востока к осевой части залежи, наличие многочисленных небольших поднятий и впадин на общем фоне пологого залегания рудного пласта связаны с общей конфигурацией и неровностями дна залива, в котором происходило накопление соединений марганца.

Изогипсы почвы рудного пласта имеют очертания неправильных дуг, вытянутых в меридиональном направлении и открытых к югу.

Поверхность кровли марганцеворудного пласта в целом повторяет рельеф почвы рудного горизонта. Максимальные отметки кровли рудного пласта (до 13 м) приурочены к северной, а также краевым восточной и западной частям залежи, минимальные (—22 м) — к самой южной части. Особенности залегания рудного пласта иллюстрируются прилагаемыми геологическими разрезами и планом почвы пласта (см. рис. 124, 125, рис. 129).

Мощность рудного пласта в пределах Грушевско-Басанской залежи от нескольких сантиметров на контурах до 4,5 м в центральной части.

Минимальные мощности рудного пласта (до 0,75 м) отмечаются в узкой приконтурной полосе залежи и вокруг безрудных полей (рис. 130).

В северо-восточной, юго-восточной и самой южной частях залежи рудный пласт имеет мощность 1—2 м. В центральной части, в зоне окисно-карбонатных руд, мощность рудного пласта 2—3 м. Мощность порядка 3—4 м установлена на значительной площади в северной части



зоны карбонатных руд, между балками Грушевская и Березнеговата, а также в отдельных пунктах западной части рудной залежи, где преобладает мощность 2—3 м.

Рудный пласт почти повсеместно подстилается тонкозернистыми кварцевыми песками с примесью глауконита. Лишь в отдельных пунктах западной половины и на юге участка почвой рудного пласта является зеленовато-серая песчаная глина. В юго-восточной части участка,



Рис. 129. Рельеф подошвы рудного пласта на Грушевско-Басанском участке

1 — контур рудной залежи; 2 — изогипсы подошвы рудного пласта (проведены через 2 м); 3—8 — высотные отметки подошвы рудного пласта; 9 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные. 10 — буровая скважина

в местах локального поднятия кристаллических пород, а также вдоль юго-западного контура залежи, рудный пласт залегает на каолинах или же на кристаллических породах (рис. 131).

В кровле рудного пласта залегает толща водоупорных глин зеленовато-серого цвета и лишь местами в самой южной части зоны карбонатных руд залегают пески (рис. 132).

Глубина залегания рудного пласта целиком зависит от высотных отметок дневной поверхности. Максимальные глубины залегания рудного пласта 100—110 м отмечаются на водоразделах балок Басанская, Грушевская и Березнеговата. На склонах балок глубина залегания руд до 40—50 м, а в их тальвегах — до 20—30 м.

Наиболее перспективными участками для открытых разработок марганцевых руд с соотношением вскрыши на 1 т руды до 20 м<sup>3</sup> являются площади, тяготеющие к границе смешанных и карбонатных

руд, а также площади по течению балок Грушевская и Басанская, где отмечаются максимальные мощности рудного пласта и минимальные глубины его залегания (рис. 133, 134).

На Грушевско-Басанском участке четко выделяются три типа марганцевых руд: окисные, карбонатные и окисно-карбонатные.

В распределении типов руд прослеживается определенная закономерность. Окисные руды слагают северную часть рудной залежи и про-



Рис. 130. Мощность рудного пласта на Грушевско-Басанском участке

1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии мощности рудного пласта (проведены: 0,75, 2, 3, 4 м); 3—6 — мощность рудного пласта; 7 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I—окисные, II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

тягиваются на юг полосами вдоль ее западной и восточной границ (рис. 135). Общая площадь распространения этих руд 61 км<sup>2</sup>.

Смена окисных руд окисно-карбонатными происходит постепенно по падению пласта. В зоне, где подошва рудного пласта характеризуется изогипсами минус 3 — минус 4 м, в нижней части пласта окисных руд появляются отдельные примазки и желваки, а затем тонкие прослои карбонатной руды. В направлении падения пласта мощность таких прослоев постепенно возрастает. Примерно в средней части зоны смешанных руд мощности пачек окисной и карбонатной руд становятся почти равными и составляют 1—1,5 м. Еще далее по падению мощность пачек карбонатной руды возрастает, а окисная руда встречается лишь в виде незначительных прослоев в кровле рудного пласта.

В районе изогипс почвы рудного пласта минус 8 — минус 10 м окисно-карбонатные руды полностью замещаются карбонатными.

Ширина переходной зоны, или зоны смешанных руд, где в разрезе пласта встречаются и окисные, и карбонатные руды, не везде одинакова: в местах минимального падения рудного пласта зона смешанных руд достигает максимальной ширины, на участках с более крутым падением окисные руды сравнительно быстро сменяются карбонатными. Так, в северной части участка, где падение пласта 1—1,5 м на 1 км, ширина зоны смешанных руд достигает 4,5 км. В западной и



Рис. 131. Породы подошвы рудного пласта на Грушевско-Басанском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — докембрийские породы; 3 — первичный каолин. Эоцен-олигоценые породы: 4 — глина; 5 — песок; 6 — песчаник. 7 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

восточной частях участка, где падение пласта 4—6 м на 1 км, ширина зоны смешанных руд уменьшается до 0,6—1 км.

В переходной зоне часто встречаются также собственно смешанные руды, в которых карбонаты марганца цементируют многочисленные мелкие манганитовые конкреции. Общая площадь распространения окисно-карбонатных руд около 33 км<sup>2</sup>.

Карбонатные марганцевые руды занимают обширную площадь (около 46 км<sup>2</sup>) в южной части рудной залежи. Залегают они на высоте минус 8—минус 20 м. В самой южной части залежи наблюдается уменьшение количества рудного материала и постепенный переход рудного пласта в глину, иногда с редкими включениями карбонатов марганца. На обособленной залежи, примыкающей на юго-западе к Грушевско-Басанскому участку, переход окисных руд к смешанным отмечается в зоне изогипсы подошвы рудного пласта минус 1 м, а смешан-

ных руд к карбонатным — в зоне изогипсы подошвы рудного пласта минус 4 м.

**Окисные марганцевые руды.** Среди окисных руд встречаются следующие текстурные разновидности: кусковые или желваковые, конкреционные, пизолит-оолитовые, сплошные, сцементированные кальцитом (см. гл. VIII).

В центральной части площади распространения окисной марганцевой руды пласт имеет следующее строение (скв. 1856).

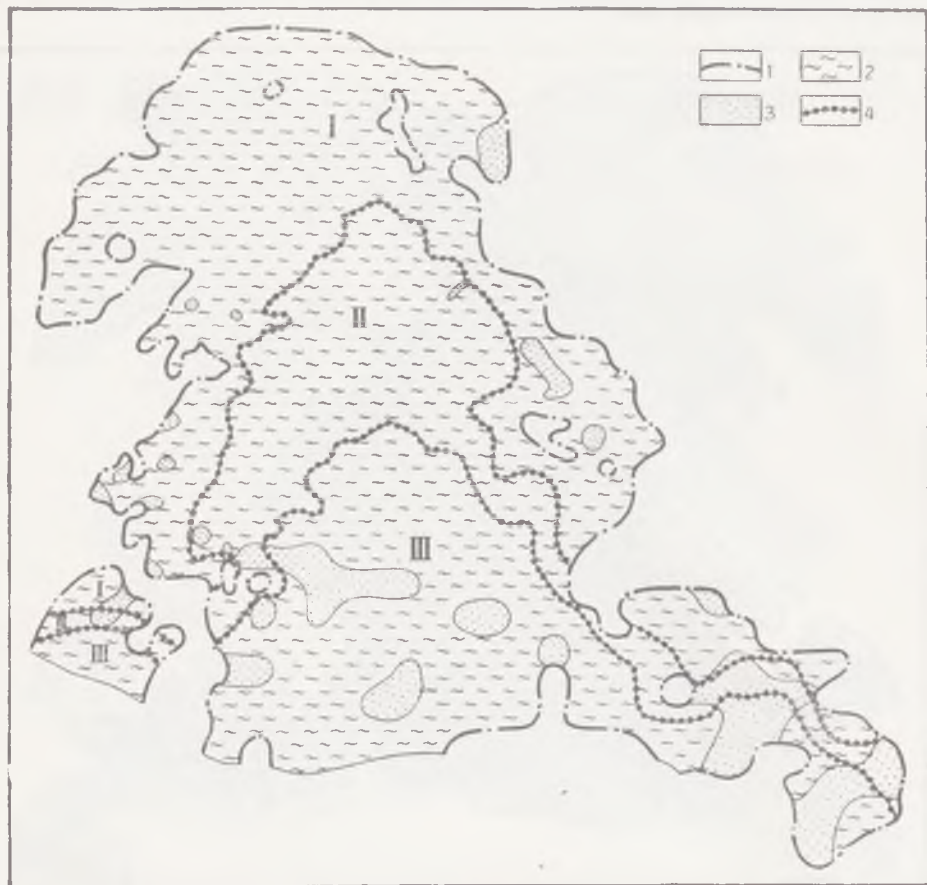


Рис. 132. Породы кровли рудного пласта на Грушевско-Басанском участке  
1 — контур рудной залежи; 2 — глина олигоценовая; 3 — песок олигоценовый или средиземноморский; 4 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

Глина зеленовато-серая, плотная; участками окрашенная гидроокислами железа в охристо-бурый цвет; содержит включения глауконита и зерен кварца.

Кусково-землистая псиломелановая руда ячеистой текстуры. Размер рудных кусков от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. Куски содержат значительное количество зерен кварца. Форма кусков неправильная, обычно угловатая. Поверхность их неровная и ячеистая. Каверны и ячейки заполнены песчано-глинистым материалом. Вмещающий материал — землистая руда и песчаная глина светло-серого и зеленовато-серого цвета . . . . . 0,8 м

Кусково-землистая руда. Куски размером до 5 см псиломеланового состава, ячеистого строения. Рудная масса содержит незначительное количество зерен кварца. Вмещающая порода — глина, окрашенная гидроокислами марганца в черный цвет . . . . . 0,3 „

Пизолитовая руда в сажисто-глинистой массе. Пизолиты размером 3—8 мм, сложены манганитом и частично пиролюзитом. Количество пизолитов в рудном пласте 30—40%. Вмещающий материал — серовато-белая глина с примесью зерен кварца, тонкодисперсных частиц и крупинок окислов марганца . . . . . 0,7 „

Пизолит-конкреционная руда. Минеральный состав стяжений пирролизит-манганитовый. Количество рудного материала в слое 30—40%. Вмещающая порода — серовато-белая глина, местами окрашенная гидроокислами марганца в черный цвет

0,5 м

Глина песчаная с мелкими желвачками псиломелана и гнездами землистых соединений марганца

0,1 „

Песок глинистый светло-серого цвета, участками окрашенный гидроокислами марганца в черный цвет, с кусками окисной руды псиломеланового состава

0,7 „

В подошве рудного пласта залегает кварц-глауконитовый песок желтовато-серого цвета, тонко- и среднезернистый, местами окрашенный окислами железа в желтовато-бурый цвет.



Рис. 133. Мощность вскрыши на Грушевско-Басанском участке

1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии мощности вскрыши (проведены через 10 м); 3—6 — мощность вскрыши; 7 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

В краевых частях залежи рудный пласт почти везде сложен лишь кусковато-желваковыми разновидностями.

В целом, в зоне окисных руд преобладает окисная руда кусковой текстуры, и лишь в виде отдельных прослоев и линз встречаются конкреционные, пизолитовые и сплошные руды (рис. 136, 137),

В разрезе пласта кусковые руды занимают обычно верхнюю и нижнюю части его. Нередко, главным образом в приконтурных частях залежи, рудный пласт бывает полностью сложен кусково-землистыми рудами. Вмещающая порода этих руд — землисто-глинистый и землисто-песчаный материал. Кусковые руды с землисто-песчаным или

песчаным цементом залегают, как правило, в нижней части рудного пласта.

Среди кусковых руд встречаются прослои сплошной руды мощностью до 0,1 м. Они известны главным образом в северной части залежи и приурочены к верхней пачке рудного пласта.

Конкреционные и пизолит-конкреционные руды встречаются в центральной части площади распространения окисных руд. Конкреционные руды приурочены преимущественно к средней части рудного пласта. В прослоях конкреционных руд часто включены мелкокусковые и жел-



Рис. 134. Соотношение вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды на Грушевско-Басанском участке  
1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии соотношения вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды; 3—6 — соотношение вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды; 7 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

ваковые разновидности. Вмещающей породой конкреционных и пизолит-конкреционных руд обычно является сажисто-глинистый материал. Мощность прослоев конкреционных руд 0,1—1,2 м, изредка 3 м.

В рудном пласте окисных руд встречаются также прослои, в которых куски и конкреции окислов марганца сцементированы кальцитом («присуха»). Руды, сцементированные кальцитом, приурочены к окраинам рудной залежи с наибольшими высотными отметками и слагают главным образом нижнюю и среднюю части рудного пласта.

Минеральный состав окисных марганцевых руд Грушевско-Басанской залежи близок к составу руд Коминтерн-Марьевского участка. Здесь преобладают руды псиломеланового и манганит-псиломеланового



Рис. 135. Распространение типов марганцевой руды на Грушевско-Басанском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — граница типов руд; 3 — окисная руда; 4 — окисная и карбонатная руды в виде переслаивания и смеси; 5 — карбонатная руда

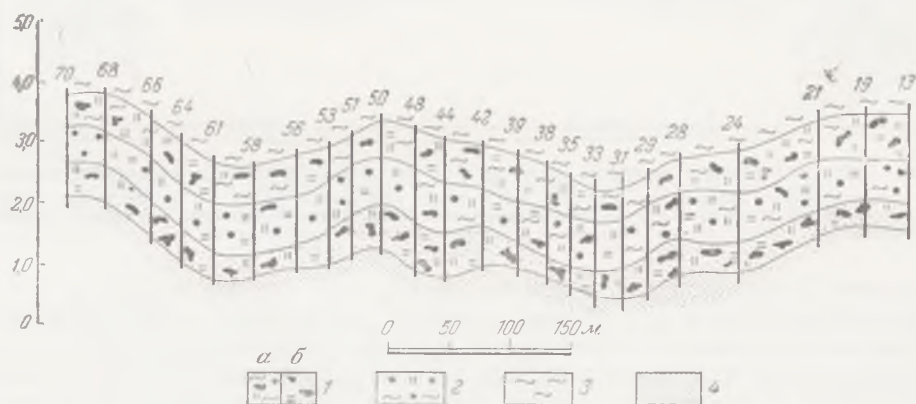


Рис. 136. Текстуальный разрез рудного пласта по главному откаточному штреку шахты 2 Грушевско-Басанского участка

1а — кусковая окисная руда в сажисто-глинистом цементе; 1б — кусковая окисная руда в сажисто-песчаном цементе; 2 — конкреционная окисная руда; 3 — глина; 4 — песок

состава. Пирролюзитовый, пирролюзит-псиломелановый и манганит-пирролюзитовый типы руд в пределах этой залежи встречаются редко.

Псиломелановые руды залегают обычно в верхней или нижней частях рудного пласта, иногда ими сложен весь рудный пласт от подошвы до кровли. Как правило, это кусковые руды. Суммарная мощность псиломелановых руд 0,2—2,7 м.

Руды манганит-псиломеланового состава встречаются в средней и нижней частях рудного пласта под псиломелановыми рудами. На отдельных участках рудной залежи пласт полностью представлен манганит-псиломелановой рудой. Манганит-псиломелановый состав имеют желваковые и конкреционные руды. Мощность этих руд до 3 м.

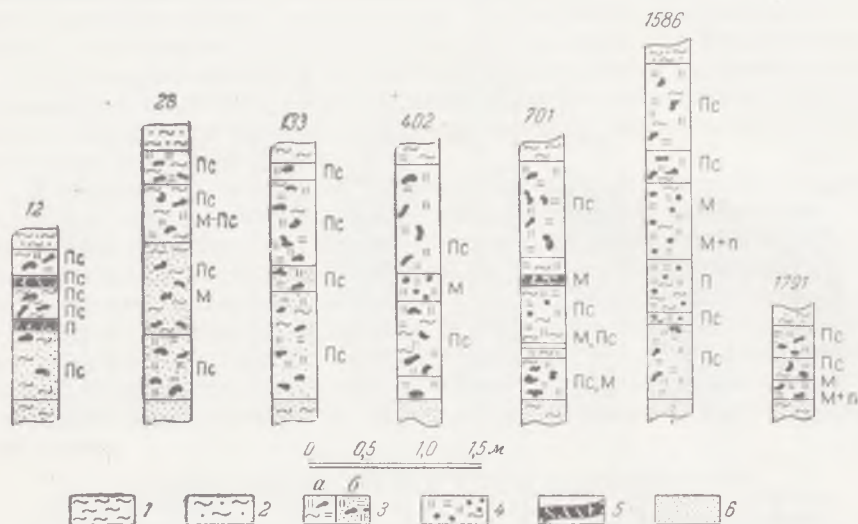


Рис. 137. Строение рудного пласта в зоне окисных руд Грушевско-Басанского участка

1 — глина зеленовато-серая; 2 — глина песчаная; 3 — окисная кусковая руда; 3а — в землито-глинистом, 3б — в землито-песчаном цементе; 4 — конкреционная руда в землито-глинистом цементе; 5 — сплошная руда; 6 — песок. Марганцевые минералы (обозначения на чертеже): П<sub>с</sub> — псиломелан; М — манганит; П — пирролюзит

Манганитовые конкреционно-пизолитовые руды обычно тяготеют к средней части рудного пласта. Мощность прослоев этих руд от нескольких сантиметров до 1,5 м.

Пирролюзитовые, пирролюзит-псиломелановые и манганит-пирролюзит-псиломелановые руды иногда встречаются лишь в самой северной части залежи и на ее восточном и западном контурах. В разрезе пласта пирролюзит-псиломелановые руды приурочены обычно к верхнему слою или залегают в средней части пласта ниже псиломелановых руд.

Строение рудного пласта в зоне окисно-карбонатных руд характеризуют колонки (рис. 138) и описание разреза по скв. 1226.

Кровля пласта: глина серого, зеленовато-серого цвета, песчаная, мстами окрашенная гидроокислами железа.

Марганцевая руда окисная, кусково-землистая. Куски ячеистой текстуры размером до 4 см представлены псиломеланом, а в нижней части — манганитом. Рудные стяжения составляют около 30% массы слоя. Вмещающая порода — коричневатая-серая глина с гнездами землстых гидроокислов марганца. 1,3 м

Марганцевая руда окисно-карбонатная. Рудные включения представлены желваками окисной руды размером 1,5—2 см, псиломеланового и манганитового состава, и карбонатными желваками, включающими манганитовые пизолиты. 0,3 „

Карбонатная желваковая марганцевая руда. Рудные желваки размером 1—10 см, темно-серого цвета, скрытокристаллического строения, ячеистые. В верхней части слоя ячейки полые, в нижней части — с пизолитами гидро-



окислов марганца, реже — карбонатными пизолитами. В рудных желваках присутствуют включения зерен кварца. Желваки и пизолиты заключены в глине серого и коричневатого цвета . . . . . 2,3 м

Почва пласта: песок тонкозернистый, глинистый, светло-серого цвета.

Таким образом, в рассматриваемой зоне в верхней части пласта находятся окисные кусковые руды, которые ниже сменяются окисно-карбонатными желваковыми и еще ниже карбонатными желваками с конкрециями и пизолитами окислов марганца. Нижняя часть пласта сложена желваковой карбонатной рудой. Вмещающая порода этих рудных образований — глина зеленовато-серого цвета.

В распределении главных марганцевых минералов отмечаются следующие закономерности: верхняя часть пласта представлена манганит-

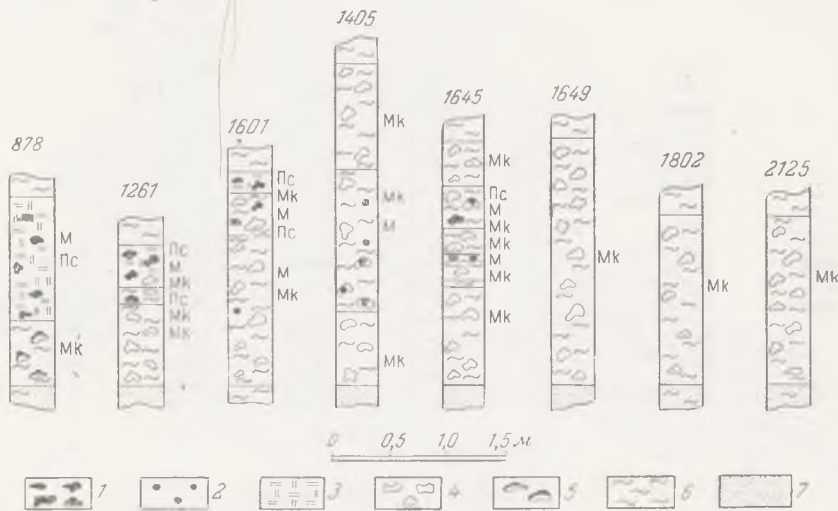


Рис. 138. Строение рудного пласта в зоне смешанных и карбонатных руд Грушевско-Басапского участка

Окисные марганцеворудные компоненты: 1 — угловатые стяжения и желваки; 2 — конкреции и пизолиты; 3 — землистые гидроокислы марганца; 4 — карбонатные марганцеворудные угловатые стяжения и желваки; 5 — окисно-карбонатные стяжения. Нерудные компоненты: 6 — глина; 7 — песок. Марганцевые минералы (обозначения на чертеже): М — манганит; Пс — псиломелан; Мк — манганокальцит и кальциевый родохрозит

псиломелановыми рудами, средняя пачка — манганокальцит-манганитовыми и манганокальцит-манганит-псиломелановыми. В нижней части пласта обычно залегают манганокальцитовые руды.

**Карбонатные марганцевые руды.** На участке преобладают кусковые карбонатные руды, в которых рудные стяжения, сложенные манганокальцитом и кальциевым родохрозитом, имеют неправильную, угловатую форму. Менее распространены желваковые руды, характеризующиеся округлой формой рудных стяжений. Большинство рудных кусков имеет размер 5—30 см. Мелкие рудные стяжения составляют незначительную часть общего количества рудного материала.

Для кусковых и желваковых руд характерна ноздревато-ячеистая текстура. Размер ячеек 2 мм — 1 см. Ячейки заполнены карбонатными оолитами серого цвета или глиной зеленовато-серого, темно-зеленого цвета, лимонитовыми и манганитовыми оолитами. Реже встречаются полые ячейки. Вмещающая порода кусковой руды — серая, буровато-серая глина. В кусковых рудах в незначительном количестве встречаются округлые рудные стяжения и карбонат марганца в виде рыхлых землистых образований.

Кусковые руды распространены в зоне карбонатных руд повсеместно. Ими сложен весь пласт (северная часть зоны) или же верх-

няя и средняя его части. Манганокальцитовые желваки обычно располагаются в нижней части пласта. Вмещающая порода желваковых руд — серая глина в южной части участка зачастую песчаная.

В нижней части пласта кусковых или кусково-желваковых руд встречаются прослои сплошной карбонатной руды. Мощность таких прослоев обычно не превышает 10—30 см. Сплошные руды имеют скрытокристаллическое строение, ноздреватую текстуру; цвет их серый. Нередко прослои сплошной руды содержат значительное количество кластического материала. В южной и юго-восточной частях зоны карбонатных руд включения кластических зерен кварца содержат также кусково-желваковые и желваковые руды. Количество кластического материала увеличивается от кровли пласта к почве. В северной части зоны распространения карбонатных руд наличие кластического материала в кусковых рудах устанавливается лишь под микроскопом.

В зоне карбонатных руд отмечается уменьшение количества рудных стяжений по падению пласта. В самой южной части залежи руды фациально замещаются песчано-глинистой породой, включающей отдельные желвачки манганокальцита.

В верхней части пласта карбонатных руд на поверхности рудных желваков нередко наблюдаются налеты рыхлых гидроокислов марганца, образовавшихся в процессе окисления манганокальцита и кальциевого родохрозита. Следы окисления карбонатных желваков наблюдаются как в переходной зоне, так и в зоне карбонатных марганцевых руд. Однако продукты окисления не образуют крупных самостоятельных скоплений, имеющих промышленное значение. Обычно новообразования гидроокислов марганца слагают тонкие оторочки вокруг агрегатов манганокальцита или же развиты отдельными незначительными прослоями.

#### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ

Содержание основных рудообразующих окислов в окисных и карбонатных рудах не является постоянным. Оно колеблется в значительных пределах по площади залежи и в вертикальном разрезе рудного пласта (табл. 107).

Средние значения содержания компонентов в окисных рудах рассчитаны по 22 пробам, расположенным в различных точках рудной залежи; для карбонатных руд — по 9 пробам.

Кроме основных рудообразующих окислов, в рудах Грушевско-Басанской залежи спектральными анализами установлено наличие следующих элементов: As в количестве 0,01—0,03%, Ga в виде следов, Si — 0,003—0,006%, Be в виде следов.

Химические анализы образцов различных разновидностей окисных марганцевых руд сведены в следующую таблицу (табл. 108).

При разведке участка и его эксплуатации содержание Mn и P определяется во всех секционных пробах.

Среднее содержание Mn в целом по пласту окисной руды, по данным проб из буровых скважин, 23%, в кондиционной части пласта — 29,03%, при содержании P 0,22%.

Средние содержания Mn в сырой окисной руде, по данным шахтного опробования за 1960 г., таковы: по шахте 1—27,99%, по шахте 2—28,17%, по шахте 5—25,85%, по шахте 6—26,96%.

В карбонатных рудах содержание Mn в целом по пласту 10—31,5%, в среднем 15,3%. Среднее содержание Mn по кондиционной части пласта карбонатных руд 19,35%, при содержании P 0,194%.

Характер изменения содержания Mn в рудном пласте на площади всего участка показан на рис. 139.

В зоне окисных руд минимальные содержания Mn (12—17%) отмечаются вдоль западного и частично восточного контуров рудной

## Химический состав необогащенной марганцевой руды Грушевско-Басанского участка, по данным анализов проб из буровых скважин

Компоненты	Содержание, %					
	в окисных рудах			в карбонатных рудах		
	минимальное	максимальное	среднее	минимальное	максимальное	среднее
SiO <sub>2</sub>	12,31	65,94	31,2	24,28	45,67	31,6
TiO <sub>2</sub>	0,02	0,44	0,14	0,03	0,24	0,08
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,004	0,069	0,013	0,026	0,034	0,03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1	10,11	4,29	1,85	8,2	5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,93	9,42	3,81	2,03	7,5	4,67
MnO	0,71	11,89	3,42	6,64	21,05	14,82
MnO <sub>2</sub>	10,08	60,04	39,51	3,04	27,88	9,8
CaO	1,23	8,9	3,11	4,5	11,56	7,3
MgO	0,43	3,13	1,63	1,9	2,81	2,12
BaO	0,14	0,59	0,21	0,06	0,29	0,2
NiO	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы
CoO	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
SO <sub>3</sub>	0,01	0,16	0,067	0,022	0,22	0,12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,16	1,24	0,64	0,19	0,54	0,36
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,06	0,36	0,024	0,015	0,03	0,025
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	0,5	1,67	1,39	0,8	1,83	1,23
CO <sub>2</sub>	0,71	4,66	1,8	11,38	28,81	18,47
П.п.п.	1,42	13,31	7,14	1	6,9	3,79
Сумма			98,02			99,61

Таблица 108

Компоненты	Сплошная псиломелановая руда	Кусковая псиломелановая руда	Пизолитовая марганцевая руда	Конкреционная „присуха“	Манганиновая конкреционная руда	Карбонатная руда
	Скв. 12, обр. 7226	Скв. 32, обр. 7216	Скв. 126, обр. 7219	Скв. 883, обр. 7239	Скв. 1645, обр. 3925	Скв. 1625, обр. 3924
SiO <sub>2</sub>	10,44	25,97	11,82	11,82	3,78	5,62
TiO <sub>2</sub>	0,19	0,16	0,18	0,14	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,96	2,68	3,06	3,58	1,02	0,62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,71	1,68	1,27	0,74	1,6	1,78
FeO	Следы	0,07	Следы	Нет	Нет	0,14
MnO	1,52	3,19	19,84	6,41	33,45	37,43
MnO <sub>2</sub>	67,36	52,15	49,97	51,71	44,18	—
CaO	1,09	0,73	0,84	9,12	1,2	15,28
MgO	0,32	0,81	0,88	1,45	1,17	3,8
BaO	0,18	0,11	Следы	0,15	—	—
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	2,33	1,6	0,67	1,06	1,03	—
NiO	Следы	Следы	0,15	Следы	—	—
CoO	Нет	Нет	Следы	Нет	—	—
SO <sub>3</sub>	0,28	0,23	0,07	0,28	0,4	0,51
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,3	0,19	0,25	0,8	0,35	0,25
H <sub>2</sub> O	2,15	2,14	1,37	2,67	0,6	0,48
CO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	34
П.п.п.	6,83	8,21	9,93	10,01	12,5	33,76
Сумма	99,66	99,93	100,25	99,94	101,44	99,57

залежи. У северной окраины рудной залежи содержание Mn в пласте сырой окисной руды 17—25%. В направлении падения пласта постепенно увеличивается содержание Mn в сырой окисной руде с 12 до 38%. Самые богатые руды с содержанием Mn свыше 30% тяготеют к границе окисных и окисно-карбонатных руд.

В зоне окисно-карбонатных руд от границы с окисными к границе с карбонатными рудами происходит более или менее равномерное уменьшение содержания Mn с 35 до 23%.



Рис. 139. Содержание Mn в рудном пласте на Грушевско-Басанском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии содержания Mn в необогащенной руде (проведены через 4%); 3—9 — содержание Mn в необогащенной руде, %; 10 — граница типов руд. Типы руд: I — окисные (Северный участок); II — окисные и карбонатные (Средний участок); III — карбонатные (Южный участок)

В зоне карбонатных руд, как и в зоне смешанных, наблюдается постепенное уменьшение содержания Mn по падению пласта. Наиболее богатые карбонатные руды с содержанием Mn 22—25% распространены в северной части зоны. К югу содержание Mn постепенно уменьшается до 13%, а в самой южной части, где рудный пласт, фациально выклиниваясь, замещается глинами, количество Mn 7,8—10%.

На обособленной рудной залежи, расположенной юго-западнее Грушевско-Басанского участка, содержание Mn в рудном пласте изменяется от 39,46% на площади окисных руд до 17,57% в зоне карбонатных руд.

Прослеживается также довольно выдержанная закономерность в изменении содержания Mn в рудном пласте по вертикали. Наиболее

богатая обычно средняя пачка рудного пласта, несколько беднее — верхняя. Минимальное содержание Мп повсеместно отмечается в нижней пачке. Эта закономерность проявляется на всей площади распространения окисных руд. Так, в разрезе главного откаточного штрека шахты 2 (рис. 140) верхняя пачка рудного пласта, сложенная кусковато-землистой марганцевой рудой, содержит 27—34% Мп в сред-

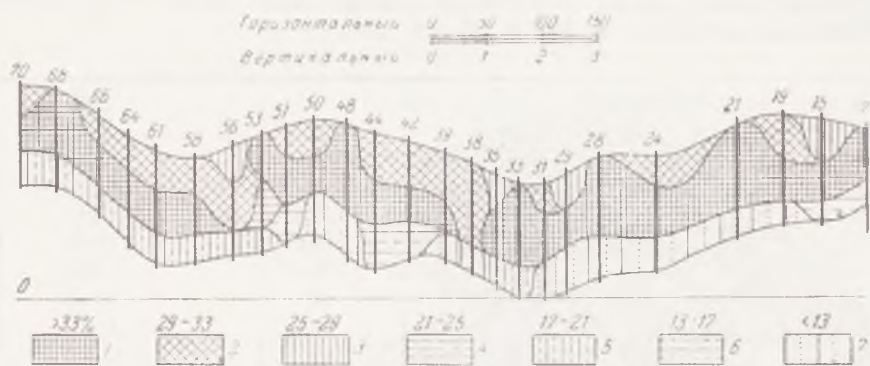


Рис. 140. Распределение Мп в вертикальном разрезе пласта окисной марганцевой руды по главному откаточному штреку шахты 2 Грушевско-Басанского участка

1—7 — содержание Мп, по данным анализов секционных проб

нем — 31,9%. Средняя пачка, сложенная конкреционно-оолитовой рудой, содержит 32—39% Мп. В нижней пачке, представленной кусковато-землистой разновидностью руды, содержание Мп 17—21%, а в отдельных местах — 8,7—17%.

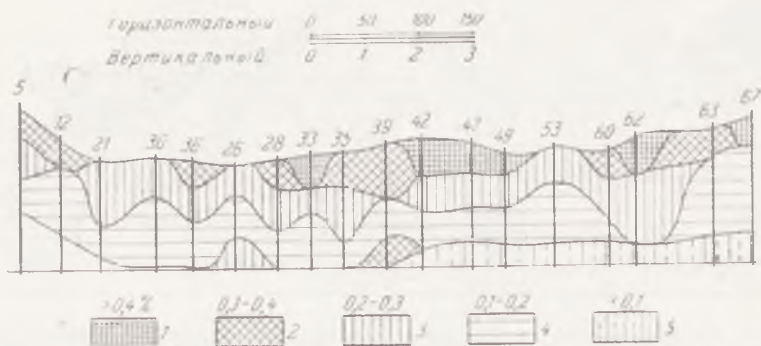


Рис. 141. Распределение Р в вертикальном разрезе пласта окисной марганцевой руды по главному откаточному штреку шахты 4 Грушевско-Басанского участка

1—5 — содержание Р в рудном пласте. Цифры в кровле пласта — номера проб марганцевой руды по пересечениям

В зоне карбонатной руды верхняя и средняя пачки, представленные кусковатыми рудами, как правило, более богаты Мп по сравнению с нижней пачкой. За некоторыми исключениями, содержание Мп в верхней пачке составляет 18—25%, в средней — 22—29%. Нижняя пачка, сложенная обычно желваковыми рудами, содержит 13—18% Мп. Однако в ряде скважин, пересекших карбонатные руды, указанная закономерность распределения марганца по вертикали не проявилась.

Содержание Р в рудном пласте 0,11—0,4%, при максимальном значении 0,6%.

В окисных рудах содержание Р увеличивается от периферии к центру залежи. Наименьшее количество Р (0,12—0,15%) отмечается вдоль северо-западного, северного и северо-восточного контуров залежи. Максимальные значения содержания Р в рудном пласте (0,245—0,32%) определены у границы окисных и окисно-карбонатных руд. Высокое содержание Р (0,3—0,6%) установлено в юго-западном и юго-восточном приконтурных участках рудной залежи.

В зоне смешанных руд содержание Р изменяется в небольших пределах, уменьшаясь от границы окисных к карбонатным рудам от 0,285 к 0,2%.

На площади распространения карбонатных руд содержание Р 0,13—0,22%.

В вертикальном разрезе рудного пласта содержание Р, за некоторыми исключениями, уменьшается от кровли пласта к почве (табл. 109 и рис. 141).

Таблица 109

Содержание Р в пачках рудного пласта, по данным шахтного опробования, %

Пачка пласта	Шахта 1	Шахта 2	Шахта 4
Верхняя	0,275	0,28	0,384
Средняя	0,187	0,233	0,228
Нижняя	0,147	0,145	0,173

При промывке сырых окисных руд с удалением частиц размером меньше 1 мм общий выход мытой руды 53,5%, при промывке карбонатных руд — 58,7%.

Мытые руды Грушевско-Басанского участка характеризуются следующим химическим составом (табл. 110).

Таблица 110

Содержание основных компонентов в мытой руде Грушевско-Басанского участка, %

Компоненты	Окисная руда			Карбонатная руда			Смешанная руда
	минимальное	максимальное	среднее	минимальное	максимальное	среднее	среднее
SiO <sub>2</sub>	6,38	16,76	13,96	6,46	23,52	16,26	22,13
MnO	4,38	29,57	14,07	5,33	29,02	24,44	23,48
MnO <sub>2</sub>	26,4	67,44	48,64	2,79	39,75	10	15,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,54	5,91	4,12	1,44	4,2	2,93	3,89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,38	2,43	1,86	0,27	3,9	1,49	1,59
TiO <sub>2</sub>	0,1	0,18	0,15	0,06	0,19	0,12	0,15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,06	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,33	0,67	0,5	0,23	0,52	0,34	0,27
CaO	1,15	5,93	2,33	8,94	12,11	11,07	7,29
MgO	1,88	2,71	2,34	1,48	3,04	2,47	3,06
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,82	2,74	2	0,04	1,02	0,54	0,79
П.п.п.	6,38	13,95	9,2	26,32	31,03	29,03	21,58
С у м м а			99,2			98,72	99,75

Сравнивая таблицы химического состава сырой и обогащенной руды, видим, что в результате удаления глинистого и песчаного материалов содержание окислов марганца повышается в среднем на 10%, а количество кремнезема понижается на 13—18%.

Содержание  $Al_2O_3$  в мытой руде понижается на 1—2%, а количество  $CaO$  в карбонатных рудах увеличивается на 3—5%. Остальные компоненты в мытой руде находятся примерно в тех же количествах, что и в сырой.

Изменение содержания Mn в мытой руде по пласту на площади Грушевско-Басанской залежи иллюстрируется планом (рис. 142). Как видно из этого плана, в зоне распространения окисных руд, северной части зоны смешанных руд и в обособленной рудной залежи преобладают руды, которые после промывки содержат 37—43% Mn, руды с содержанием Mn 43—48% отмечаются в зоне окисных руд на от-

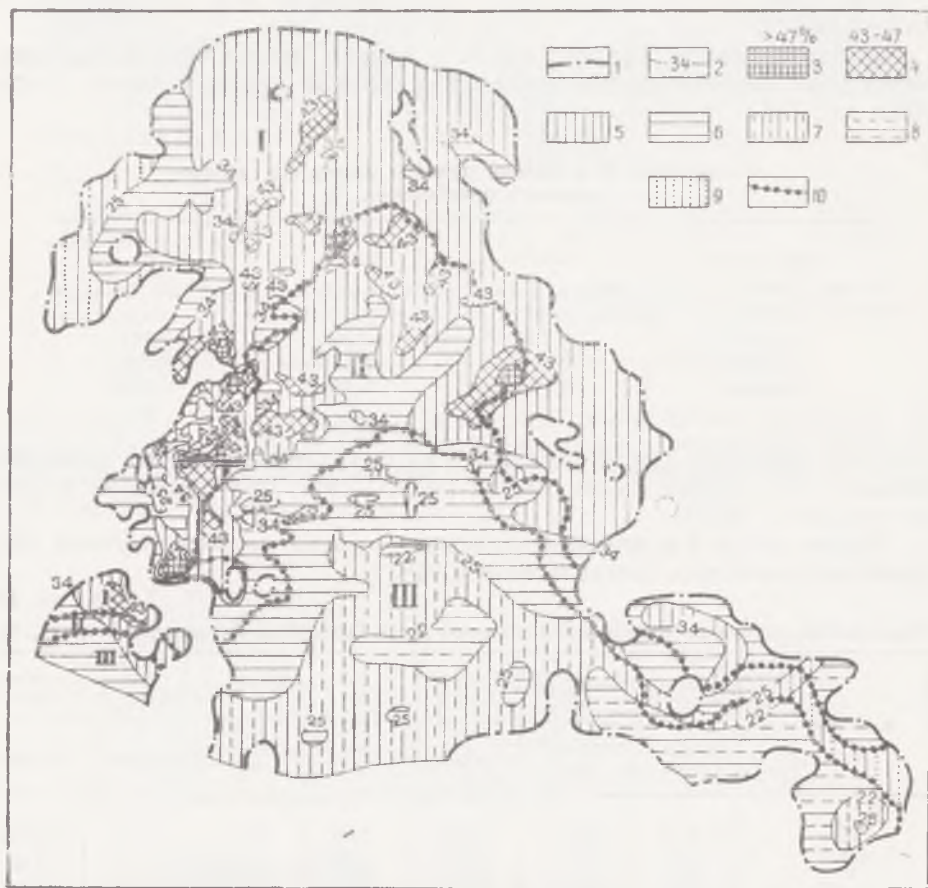


Рис. 142. Содержание Mn в обогащенной руде на Грушевско-Басанском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии содержания Mn в обогащенной руде; 3—9 — содержание Mn в обогащенной руде, %: 5 — 34—43; 6 — 25—34; 7 — 22—25; 8 — некондиционные карбонатные руды, <22; 9 — некондиционные окисные и смешанные руды, <25; 10 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

дельных разобнесенных площадях, тяготеющих к границе окисных и смешанных руд. В южной части зоны смешанных руд преобладают руды, содержащие Mn в количестве 26—32%. Руды с содержанием Mn 25—30% встречаются также и в зоне окисных руд в северо-западной и юго-восточной ее частях. Бедные руды, содержащие менее 25% Mn, выявлены в северо-западной части рудной площади.

Содержание Mn в мытых карбонатных рудах 20—30%. Наиболее богатые карбонатные руды с содержанием Mn 25—30% распространены в северной части зоны. К югу содержание Mn понижается до 22%. На отдельных обособленных площадях, тяготеющих к южной

границе участка, выявлены руды с содержанием Mn в мытой руде менее 22%.

Как и в сырых рудах, содержание Mn в мытой руде изменяется от почвы пласта к кровле. Максимальное содержание марганца в окисной руде обычно приурочено к средней пачке, несколько беднее верхняя пачка. Минимальное содержание Mn в окисной и карбонатной мытой руде, за некоторыми исключениями, бывает в нижней пачке. Так, по данным анализа проб из 40 скважин, содержание Mn в мытой окисной руде верхней пачки 41,04%, средней — 43,8%, нижней — 30,86%.

В обогащенной карбонатной руде более высокое содержание Mn отмечается в верхней (29,84%) и средней (28,07) пачках пласта. В нижней пачке содержание Mn, как правило, не превышает 24,5%.

Содержание P в мытой руде несколько (на сотые доли процента) выше, чем в сырой (0,014—0,56%).

В зоне окисных руд минимальные количества P в мытой руде (0,142—0,214%) отмечаются в северной части рудной залежи, а также вдоль ее северо-западной и северо-восточной границ. В направлении падения рудного пласта количество P возрастает до 0,246—0,439%.

В зоне смешанных руд отмечается более или менее равномерное уменьшение содержания P по падению пласта — от 0,32—0,26 на границе с окисными рудами до 0,2% — близ границы с карбонатными рудами.

В мытой карбонатной руде содержание P 0,134—0,476%, уменьшается в южном направлении.

Установлено, что количество P в мытой руде уменьшается от кровли пласта к почве. Так, среднее содержание P, подсчитанное по 38 скважинам, в верхней пачке мытой руды составляет 0,296%, в средней — 0,221%, в нижней — 0,172%. В некоторых пересечениях пласта средние пачки имеют несколько больше фосфора, чем верхние.

Содержание SiO<sub>2</sub> в обогащенной карбонатной руде 9,5—27,6%. В целом по рудному пласту минимальные содержания SiO<sub>2</sub> (10—15%) отмечаются в северо-западной и северной частях зоны карбонатных руд. К югу содержание SiO<sub>2</sub> увеличивается до 15—20% (рис. 143).

Содержание SiO<sub>2</sub> в мытой карбонатной руде 20—23% отмечается в самой юго-западной части участка и на значительной площади восточнее с. Яковлево. В разрезе рудного пласта содержание SiO<sub>2</sub> увеличивается от кровли к почве.

Как видно из рис. 144, на большей части площади окисных и смешанных руд коэффициент фосфористости мытой руды более 0,0045. Руды с коэффициентом фосфористости 0,0035—0,0045 выделяются лишь на отдельных площадях в зоне окисных и частично смешанных руд.

В зоне развития карбонатных руд коэффициент фосфористости, как правило, более 0,006, и лишь в северной части зоны на небольших площадях выделяются карбонатные руды с коэффициентом фосфористости 0,0045—0,006.

В целом мытая бессортная руда Грушевско-Басанского участка характеризуется показателями, представленными в табл. 111.

Таким образом, мытые окисные и смешанные руды Грушевско-Басанской залежи по содержанию Mn отвечают концентратам II сорта. Для получения концентрата I сорта требуется обогащение с помощью отсадки и магнитной сепарации.

Приведенные данные о химическом составе мытой марганцевой руды могут быть дополнены результатами лабораторных технологических исследований, проводившихся при разведке участка, и данными промышленного обогащения окисных руд (табл. 112).

Аналогичные данные получены при промышленном обогащении проб окисной марганцевой руды весом 150—175 т. Результаты разведе-



ления мытой руды из этих проб на классы по крупности частиц сведены в табл. 113.

Как видно из табл. 112 и 113, самыми богатыми по содержанию Mn являются рудные стяжения размером 3—10 мм, представленные в основном пизолитами, конкрециями и кусками.

Сведения о выходе и качественной характеристике сортов окисной марганцевой руды, %, полученные в результате лабораторного разделения мытой руды по удельному весу с помощью отсадки, приведены в табл. 114.

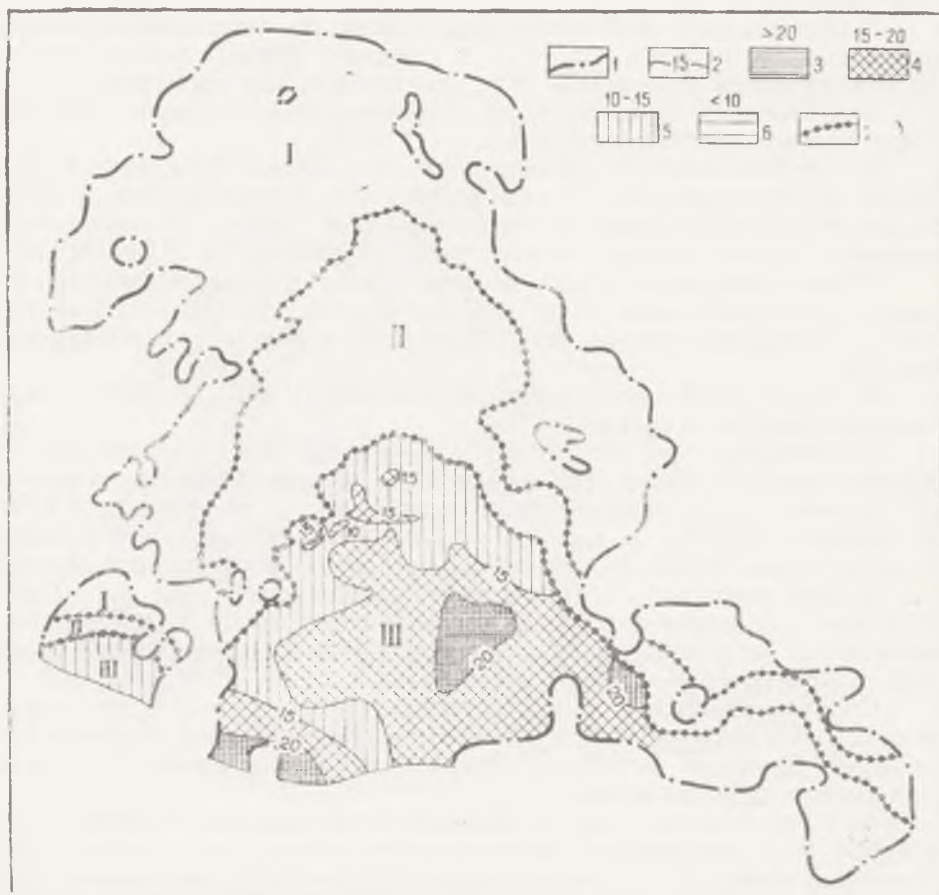


Рис. 143. Распределение кремнезема в обогащенной руде на Грушевско-Басанском участке

1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии содержания кремнезема в обогащенной карбонатной руде; 3—6 — содержание кремнезема в обогащенной карбонатной руде; 7 — границы типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

Результаты промышленного обогащения окисных руд, заключающиеся в промывке, отсеиве, отсадке и электромагнитной сепарации мелких классов, сведены в табл. 115 (%).

На основании данных лабораторного и промышленного обогащения установлено, что из окисных руд Грушевского участка могут быть выделены концентраты сортов «А» и I.

Концентраты сорта «А» могут быть выделены при отработке площадей, тяготеющих к зоне смешанных руд с максимальным содержанием Mn в сырой и обогащенной рудах. В этой зоне расположены шахты 1, 5, 6.

Таблица 111

Тип руды	Содержание компонентов, %			Выход концентрата
	Mn	P	P : Mn	
Окисная	39,5	0,241	0,006	53,4
Смешанная	37,7	0,232	—	52,9
Карбонатная	25,5	0,229	—	58,7

Таблица 112

Результаты лабораторной промывки и отсева по крупности окисных руд по данным 132 скважин

Классы, мм	Выход обогащенной руды	Содержание компонентов, %	
		Mn	P
>25	12,39	36,96	0,28
25—8	11	41,13	0,24
8—3	18,66	43,05	0,25
3—1	11,64	34,26	0,24
Мытая руда	53,69	39,35	0,253

Таблица 113

Выход классов концентрата и содержание Mn и P, %

Классы, мм	Шахта 3			Шахта 4			Шахта 5		
	Выход	Mn	P	Выход	Mn	P	Выход	Mn	P
>25	9,82	36,41	—	12,37	43,04	0,348	7,2	37,36	—
25—10	15,86	42,41	—	18,52	42,62	0,316	14,39	37,36	—
10—3	25,14	44,88	—	20,87	42,59	0,33	21,78	41,04	—
3—0	21,81	32,34	—	20,5	36,5	0,464	24,1	24	—
Бессортная руда	72,63	39,43	—	72,26	40,95	0,369	67,46	33,63	—
Сырая руда	—	31,17	0,38	—	32	0,364	—	25,52	0,19

Таблица 114

	Сорт „Проло-энт“	Сорт „А“	Сорт I	Сорт II	Сорт III	Некондиционная руда	Мытая руда
Выход сортов	0,64	3,25	15,38	22,93	8,98	2,48	53,66
Содержание Mn	54,35	50,61	45,83	39,03	30,92	20,74	39,66
Содержание P	0,23	0,18	0,25	0,26	0,25	0,1	0,243

Из руд других участков выделяются лишь концентраты I сорта, выход которых в мытой руде 15—60%.

Дать полную характеристику промышленных концентратов окисных руд Грушевской залежи не представляется возможным, так как обогащение их производится совместно с рудами Коминтерн-Марьевского участка на ЦОФ рудника им. 40 лет Октября, где количество поступающей руды с Грушевско-Басанской залежи составляет небольшую часть к общей завалке на фабрике.

Карбонатные марганцевые руды до настоящего времени на Грушевском участке не добываются и в промышленных условиях не испытывались. Технологическое изучение карбонатных руд производилось лишь лабораторным путем по пробам из буровых скважин.

При лабораторно-технологическом изучении карбонатных руд, заключавшемся в разделении рудного концентрата на классы по величине рудных включений, получены следующие результаты, представленные в табл. 116.

Как видно из приведенной таблицы, самыми бедными по содержанию Mn являются рудные включения размером 1—3 мм. Эта фракция имеет также повышенное содержание SiO<sub>2</sub> (до 25%) за счет терригенного материала.

При выделении из концентрата рудных включений размером больше 3 мм можно получить наиболее богатые руды по содержанию Mn и соотношению шлакообразующих окислов.



Рис. 144. Содержание P на 1% Mn в обогащенной руде Грушевско-Басанского участка

1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии содержания фосфора на 1% Mn в обогащенной руде; 3 — граница типов руд; 4—6 — содержание P на 1% Mn в обогащенной окисной и смешанной в десятитысячных (35 соответствует 0,0035); 7—8 — то же в карбонатной руде. Марганцевые руды (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Грушевско-Басанский участок полностью оконтурен и детально разведан. Прирост запасов марганцевых руд можно получить в очень небольших количествах лишь за счет уточнения контуров и мощности рудного пласта на площадях, оконтуренных поисковой сетью скважин.

Эксплуатационные работы на участке начаты в 1958 г. В настоящее время отработываются лишь окисные руды.

По данным геологоразведочных работ, из окисных марганцевых руд Грушевско-Басанского участка при обогащении будут извлекаться в преобладающем количестве концентраты II сорта.

Таблица 115

Сорт руды	Шахта 1			Шахта 2			Шахта 4			Шахта 6		
	Выход	Mn	P	Выход	Mn	P	Выход	Mn	P	Выход	Mn	P
Сорт „А“	18,48	47,54	0,208	—	—	—	—	—	—	16	49,25	0,197
Сорт I	7,16	44,57	0,212	28,92	43,52	0,282	41,12	45,4	0,257	18,72	45,63	0,198
Сорт II	9,46	35,87	—	16,8	38,86	0,249	24,02	40,05	0,343	19,21	34,76	—
Сорт III	18,77	22,59	—	11,43	22,19	—	—	—	—	7,36	28,12	—
Бессортная руда	53,87	36,4	—	57,15	37,3	—	65,14	—	—	51,29	39,47	—
Сырая руда	—	25,81	0,201	—	26,24	0,24	—	32	0,364	—	24,78	0,147

Таблица 116

Размер фракций, мм	Выход концентрата, %	Содержание компонентов, %						Содержание P на 1% Mn	Соотношение CaO+MgO и SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		Mn	P	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
>25	22	26,17	0,226	12,84	18,52	2,21	2,34	0,0086	1,37
25—8	18,6	27,2	0,199	11,57	18,34	1,92	2,45	0,0073	1,44
8—3	15,4	27,58	0,201	11,79	16,83	1,97	2,68	0,0073	1,30
3—1	7,3	22,76	0,198	20,5	13,41	1,97	3,51	0,0087	0,64
Бессортная руда	63,35	25,93	0,206	14,16	16,77	2,05	2,75	0,0079	1,11

## КОМИНТЕРН-МАРЬЕВСКИЙ УЧАСТОК

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Коминтерн-Марьевский участок расположен к югу от ст. Марганец Приднепровской ж. д.

В административном отношении участок входит в Никопольский и Томаковский районы Днепропетровской области УССР.

По величине площади рудной залежи (около 16 км<sup>2</sup>) и запасам Коминтерн-Марьевский участок занимает второе место в Восточной части Никопольского месторождения, уступая Грушевско-Басанскому.

Участок условно подразделяется на две площади: Коминтерновскую и Марьевскую. Первая площадь расположена к северу от балки Отченашевская и примыкает к линии железной дороги, вторая — южнее балки.

Первые сведения о наличии марганцевой руды на Коминтерн-Марьевском участке относятся к 1901 г. Разведочные работы осуществлялись в дореволюционные годы акционерными обществами «Пиролозит» и «Унион», а в послереволюционные годы: геолбюро треста «Никополь-Марганец» (Марганразведка), РУ 40 лет Октября, Украинским геологическим управлением, Укргеолтрестом Министерства черной металлургии.

В настоящее время Коминтерн-Марьевский участок детально разведан. Эксплуатационные работы начаты в 1906 г. Первые шахты были заложены в северной части залежи, на Коминтерновской площади. В настоящее время эта площадь почти полностью отработана.

Добыча марганцевой руды на Марьевской площади производится РУ им. 40 лет Октября. До 1957 г. эксплуатационные работы производились исключительно подземным способом, а с 1957 г. — подземным и открытым. Обогащение марганцевых руд производится на Центральной обогатительной фабрике РУ им. 40 лет Октября.

По геоморфологическим особенностям участок может быть разделен на две части. Юго-западная и северо-западная части расположены в районе древней и современной долины Днепра; северо-восточная и центральная представляют коренной берег этой долины и водораздельную равнину.

Топографически граница между указанными частями участка резко не выделяется. Наиболее возвышены северная и северо-восточная части, где абсолютные высотные отметки поверхности 80—90 м. К югу и западу местность понижается до высоты 10—20 м над уровнем моря. Таким образом, амплитуда колебания высотных отметок поверхности около 80 м. Поверхность участка расчленена реками Томаковка, Речище (Бугай) и овражно-балочной системой.

В непосредственной близости от месторождения расположено Каховское водохранилище, занимающее площадь пойменной террасы Днепра. В пределах речных долин на Коминтерн-Марьевском участке выделяются террасы: пойменная (луговая), II и IV надпойменные.

Упомянутые террасы впервые на Коминтерн-Марьевском участке выделены геологом Лепикашем И. А. (1937 г).

Пойма представляет низменную равнину, покрытую лугами. Обычно пойма примыкает к пологому склону двух надпойменных террас. В юго-восточной части участка береговой склон круто падает к пойме реки.

Вторая надпойменная (однолессовая) терраса встречена в северо-западной части месторождения, в долине р. Томаковка и в устьевой части балки Отченашевская. IV надпойменная, или Никопольская, терраса расположена в южной и юго-западной частях участка.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

По особенностям геологического строения площадь рассматриваемого участка может быть разделена на две части, соответственно делению ее по геоморфологическим признакам.

Стратиграфический разрез северной, центральной и северо-восточной частей участка, представляющих водораздельное плато и коренной берег Днепра, отличается от стратиграфического разреза южной, юго-западной и северо-западной частей участка, расположенных в районе древней и современной долин Днепра.

**Докембрийские кристаллические породы.** Эти породы характеризуются однообразием петрографического состава. Преимущественное распространение здесь имеют мигматиты и граниты. Лишь на небольшой площади юго-восточной части участка встречены амфиболиты, образующие линзообразное тело среди мигматитов; они относятся к наиболее древним породам описываемой площади.

Мигматиты слагают обширный массив, границы которого выходят за пределы Восточной рудоносной площади. Граниты в виде жил и небольших тел среди мигматитов.

Поверхность кристаллических пород неровная, расчлененная древней эрозией. Высотные отметки кристаллического фундамента от минус 24,05 до плюс 10,91 м. Максимальные отметки фиксируются в северной, северо-восточной и юго-восточной частях участка. В сторону Днепра наблюдается общий уклон поверхности кристаллических пород; отметки поверхности кристаллического массива на юго-западе участка отрицательные.

**Кора выветривания кристаллических пород.** На рассматриваемом участке распространена древняя кора выветривания, сложенная первичными каолинами белого, желтовато-белого или светло-серого цветов, реже — дресвой кристаллических пород. По механическому составу каолины неоднородные — в них наблюдается значительная примесь кварца в виде неокатанных зерен неправильной формы. Мощность каолинов от нескольких сантиметров до 10 м, в среднем 2,5 м, причем увеличивается в местах углубления кристаллических пород. На куполовидных поднятиях кристаллических пород они отсутствуют (см. рис. 145), что может быть объяснено размывом, связанным с третичной трансгрессией. Поверхность коры выветривания кристаллических пород неровная, она понижается на юго-запад.

Отметки поверхности коры выветривания кристаллических пород изменяются от минус 21,4 м в юго-западной до плюс 8,3 м в северо-восточной части участка. В центре участка отметки положительные и отрицательные, близкие к 0.

На размытой поверхности коры выветривания кристаллических пород или непосредственно на кристаллических породах залегают осадочные породы третичной и четвертичной систем, мощность которых на водоразделах до 80 м.

Третичная система представлена палеогеновым и неогеновым отделами.

**Палеогеновые отложения.** Палеоген включает континентальные отложения палеоцен-среднего эоцена и морские отложения верхнего эоцена (киевская свита) и олигоцена.

Палеоцен-средний эоцен. К отложениям палеоцен-среднеэоценового возраста отнесена континентальная песчано-глинистая толща, имеющая ограниченное распространение. Приурочена она обычно к древним депрессиям в кристаллическом ложе.

Палеоцен-среднеэоценовые отложения встречены отдельными скважинами близ юго-западной окраины участка и в шахте Коминтерновского участка.

В шахте 24 Коминтерновского участка на 1,8 м ниже рудного пласта встречен прослой бурого угля мощностью 0,5 м. Результаты анализа бурого угля, произведенного лабораторией треста «Никополь-Марганец», следующие: зола — 30,84%, сера — 4,37%, летучие вещества — 54—57%; теплотворная способность — 3410 кал.

Прослой бурого угля встречаются редко. Обычно бурый уголь наблюдается в виде примазок, обуглившихся остатков растений.

Судить о мощности палеоцен-эоценовых отложений не представляется возможным, так как ни одна из скважин не пересекала их полную мощность.

Верхний эоцен (*киевская свита*). Отложения киевской свиты, как и описанные выше палеоцен-эоценовые, не имеют повсеместного распространения в данном районе. Встречены они в юго-западной части участка на глубине 15,3—35 м. Отметки кровли от минус 20,9 до минус 4,4 м. Представлены киевские отложения глинами темно-зеленого, темно-серого цвета, известковыми, с остатками фауны плохой сохранности и обуглившимися растительными остатками. Наблюдаются прослой серого плотного известняка раковинного и устричного мощностью до 0,4 м. Изредка киевские отложения сложены песками глинистыми зеленовато-серого, темно-серого цветов.

Из мергелистых подрудных глин О. К. Каптаренко была определена *Globorotalia pentakamerata* Subb., являющаяся характерной формой для нижних слоев киевского мергеля Днепровско-Донецкой впадины.

В известняках Марьевского участка встречена следующая фауна, определение которой произведено М. Е. Мельник: *Leda* cf. *perovabis* Коен., *Arca domgeri* Sok., *Limopsis rugifera* Semper., *L.* cf. *striata* Roualt, *Pectunculus willamsi* Sok., *Crassatella* cf. *woodi* Коен., *C. Koeneni* Vinc. var. *ucrainica* Slodk., *Astarte pygmaea* Munst., *Venericardia borissjaki* Sok., *Abra* cf. *bosqueti* Semper, *Modiolaria* aff. *arcaeformis* Cossm., *Pecten incurvatus* Nyst, *P. pictus* Coldf., *P. arcuatus* Broeuchi var. *manganensis* Slodk., *Pseudamussium* (*Lisochlamys*) *tenuiundulatum* Slodk., *Dymia fragilis* Коен., *Ostrea gueteletti* Sow., *Terebratula gaudis*.

Известняки Марьевского участка являются мелководным аналогом киевского мергеля и по своему стратиграфическому положению и времени образования соответствуют детритусовым пескам окрестностей Днепропетровска (пос. Мандриковка).

Таким образом, известняки окрестностей с. Марьевка должны быть отнесены к среднему отделу киевской свиты.

Мощность отложений киевской свиты изменяется от 1,8 до 16,5 м и более. Резкие колебания мощности обусловлены неровностями дна

депрессии кристаллических пород, в которой происходило накопление осадков.

Олигоцен. На кристаллических породах и продуктах их разрушения, на юго-западе участка на породах киевской свиты, залегают отложения олигоцена. Их подразделяют на подрудные, рудные и надрудные слои.

Олигоценовые отложения, как и более древние палеоцен-эоценовые и верхнеэоценовые породы, выполняют депрессию кристаллического фундамента. Однако контуры распространения их значительно шире и примерно совпадают с границами участка. Минимальные отметки кровли олигоцена ( $-13$  м) зафиксированы в юго-западной части участка. На севере и северо-востоке участка отметки кровли олигоцена положительные (до  $+15$  м).

*Подрудные слои* сложены кварц-глауконитовыми песками зеленовато-серого цвета и глинами. Гранулометрический состав песков неоднородный; при наличии крупных зерен и гравия (до 10%) в песках присутствует значительное количество алевритовых и глинистых частиц. Вблизи контакта с марганцевой рудой пески, как правило, окрашены гидроокислами железа в бурый цвет. Пески переслаиваются с песчаными глинами зеленовато-серого, темно-серого цвета с глауконитом.

Глины распространены на юго-западе участка. Иногда эти глины включают отдельные конкреции и желваки карбонатной марганцевой руды.

Глины подрудных отложений относятся к цеолит-гидроглауконитовым (Костылева, 1959).

Отличительным в минеральном составе песков является наличие марганцево-железистого глауконита.

Подрудные слои не имеют повсеместного распространения: они отсутствуют в местах поднятия поверхности кристаллических пород и коры их выветривания. На указанных площадях подошвой рудного пласта служат кристаллические породы и каолины (см. рис. 150). Подрудные слои не встречены некоторыми скважинами в юго-западной части залежи, где имеет место понижение поверхности кристаллических пород. Здесь в подошве рудного пласта залегают отложения киевской свиты.

Мощность подрудных слоев на Коминтерн-Марьевском участке в среднем 1,4 м.

*Рудные слои* представлены марганцевой рудой, залегающей на абсолютных высотных отметках минус 12,98 — плюс 8,75 м в виде пласта мощностью 0,1—4,55 м. Глины, вмещающие марганцевую руду, так же как и подрудные, Н. В. Костылевой (1959) отнесены к цеолит-гидроглауконитовым.

Фауна в рудных слоях встречается довольно редко и в большинстве случаев представлена отпечатками и ядрами моллюсков, остатками рыб.

Н. А. Соколов (1901) отмечает наличие крупных отторженцев гранита среди марганцевой руды. Валуны гранита в руде задокументированы также в шахте 14 Марьевского участка.

*Надрудные слои*, представленные надрудными глинами зеленого, зеленовато-серого, темно-серого цвета, покрывают марганцевые руды. Они обычно пластичные, с глауконитом. В юго-западной части залежи надрудные глины полностью или частично уничтожены древнечетвертичным размывом.

На контакте с марганцевой рудой глины окрашены гидроокислами железа в охристо-желтый и бурый цвета. Мощность их изменяется от нескольких сантиметров до 5—6 м. Надрудные глины бедны органическими остатками, в связи с чем затруднительно определение их возраста.



Н. В. Костылева считает основным породообразующим минералом надрудных глин гидроглауконит. В существенных количествах также присутствует кварц и глауконит.

Гранулометрические составы надрудных и вмещающих глин близки (табл. 117).

Таблица 117

	Фракции, мм				
	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	< 0,05
Глина, вмещающая рудный пласт	—	0,34	3,96	9,31	86,41
Надрудная глина	—	0,86	3,6	4,31	91,23

**Неогеновые отложения.** На рассматриваемом участке неоген представлен караганским горизонтом среднего миоцена, сарматским и мэотическим ярусами верхнего миоцена, понтическим ярусом и ярусом красно-бурых глин плиоцена.

**Средний миоцен.** Среднемиоценовые отложения залегают на надрудных глинах олигоцена, очень редко на кристаллических породах и представлены глинами зеленого, зеленовато-серого, светло-зеленого цветов. В нижней части слоя глины песчаные с включением зерен кварца и бурыми затеками гидроокислов железа. В верхней части слоя наблюдаются мергелистые прослои и известковые стяжения.

На контакте олигоценовых глин и глин миоцена изредка встречены прослои крупнозернистого кварцевого песка.

Л. Г. Каманиным и В. С. Слodgeвичем в 1930 г., И. С. Литвиненко в 1940 г. в описываемых глинах обнаружена спаниодонтелловая фауна, которая позволяет относить их к караганскому горизонту. С. Г. Вишняков отмечает наличие в верхней части караганских слоев корневищ растений.

Абсолютные отметки кровли среднемиоценовых отложений 12—16 м, мощность 3—10 м. Нижний контакт среднемиоценовых отложений нечеткий, вследствие чего приведенные данные мощности ориентировочны. Среднемиоценовые отложения не имеют повсеместного распространения: отсутствуют они на юго-западе участка. Естественных выходов среднемиоценовых отложений, как и нижележащих палеогеновых, на участке не встречено.

**Верхний миоцен.** *Сарматский ярус.* Выше глин среднего миоцена залегают отложения сарматского яруса, представленные тремя подъярусами: нижним, средним и верхним. Повсеместного распространения сарматские отложения не имеют: в юго-западной части участка они уничтожены древнечетвертичным размывом и замещены толщей песков IV надпойменной террасы.

Абсолютные отметки кровли отложений сармата 28—32 м, средняя мощность 26 м.

Наиболее широко развиты на Коминтерн-Марьевском участке нижнесарматские отложения.

Отложения нижнего сармата представлены песками зеленого, зеленовато-серого цветов, мелко- и среднезернистыми кварц-полевошпатовыми, с фауной. Помимо фауны, в нижнесарматских песках встречены остатки флоры. Так, при проходке шахты 27 Коминтерновского участка обнаружен ствол дерева.

Г. М. Карповым и Н. Ф. Поддубным отмечается переотложение среднемиоценовых отложений в нижнем сармате, о чем свидетельствуют находки окатанных створок средиземноморских моллюсков.

Пески местами замещены глинами песчаными, зеленого цвета. Залегают глины в виде линз мощностью 1—1,5 м. В верхней части

толщи нижнесарматских отложений, на контакте с отложениями среднего сармата, залегает слой ракушечного детритуса мощностью 0,05—0,25 м.

Мощность нижнесарматских отложений 1,5—7 м, в среднем 3,2 м.

К отложениям среднего сармата относятся тонкослоистые глины, переслаивающиеся с ракушечным детритусом, и карбонатные глины.

Тонкослоистые глины залегают в нижней части толщи. Цвет их черный, темно-серый. По плоскостям напластования наблюдается тонкозернистый песок, отпечатки и раковины моллюсков. Преобладающие формы *Maetra fabreana* d'Orb. и *Tapes gregarius* (Partsch) Goldf. Характерным для описываемых глин является почти полное отсутствие кластического материала. Горизонт тонкослоистых глин с прослоями ракушечного детритуса является маркирующим в пределах Восточной рудоносной площади.

Выше залегают глины зеленого, зеленовато-серого цветов, известковые, с прослоями мергелей, бедные органическими остатками, мощностью 2—3 м.

Отложения верхнего сармата сложены глинами, известняками и мергелями. Преобладают глины; известняки и мергели в виде прослоев.

Глины известковые, неслоистые, комковатые, зеленого, в нижней части толщи иногда темно-серого цвета.

Известняки имеют ракушечное строение. Мергели обычно рыхлые, пористые, однако встречаются крепкие плитчатые разности. Мощность прослоев известняка и мергеля 0,2—0,7 м.

Верхнесарматские глины литологически сходны с верхней толщей глин среднего сармата. Граница между средним и верхним сарматом может быть проведена на основании палеонтологических данных, а так как в большинстве случаев фауна не была встречена, то выделяется нерасчлененная толща среднего и верхнего сармата общей мощностью 22 м (см. рис. 145).

Выходы сарматских отложений наблюдаются в юго-западной и северо-западной частях участка.

В заброшенном песчаном карьере, расположенном на северо-западе участка, И. А. Лепикаш (1937 г.) описал следующий разрез отложений нижнего и среднего сармата, залегающих под слоем почвы мощностью 0,4 м.

N <sub>1</sub> <sup>2</sup> S <sub>1</sub>	Сланцеватые глины неравномерной окраски, в основном темно-серые, с пятнами и прослоями серых, сизовато-серых и желтовато-бурых. Сверху два тонких (3—4 см) прослоя желтоватого детритусового ракушечника. Наблюдаются крупные кристаллы и прослойки мелких кристаллов гипса . . . . .	2,15 м
	Прослой рыхлого ракушечника детритуса с многочисленными <i>Tapes gregarius</i> (Partsch) Goldf., <i>Maetra fabreana</i> d'Orb., <i>Trochidae</i> и др. . . . .	0,3 „
	Глины темно-серые и бурые, сланцеватые, сверху с двумя тонкими прослоями детритуса, с обломками <i>Cardium</i> sp. и др. . . . .	2,1 „
N <sub>1</sub> <sup>1</sup> S <sub>1</sub>	Ракушечный мелкий детритус, переслаивающийся с темно-зелеными сланцеватыми глинами . . . . .	0,1 „
	Известковисто-детритусовый прослой с <i>Maetra eichwaldi</i> Lask, <i>Tapes</i> sp. <i>Cardium vindobonense</i> (Partsch) Lask, <i>Cardium ustjurtense</i> Andrus, <i>Cardium</i> sp., <i>Ervilia dissita</i> Eichw., <i>E. dissita</i> Eichw. var. <i>andrussovi</i> Koles., <i>Ervilia</i> cf. <i>trigonula</i> Sok., <i>Modiola</i> sp., <i>Duplicata duplicata</i> Sow., <i>Duplicata</i> sp., <i>Tornatina lajonkaireana</i> Bast. и др. . . . .	0,1—0,12 „
	Песок зеленовато-серый, сверху с охристыми пятнами, очень мелкий и глинистый, с двумя, сверху и внизу, темно-серыми гумусированными прослойками. По простиранию иногда почти весь горизонт окрашен в темно-серый или черный цвет. Встречена фауна: <i>Maetra eichwaldi</i> Lask, <i>Cardium plicatofittoni</i> Sinz, <i>Cardium gracile</i> Pusch, <i>Cardium</i> sp., <i>Donax dentiger</i> Eichw., <i>Ervilia dissita</i> Eichw., <i>Bulla</i> sp., <i>Hydrobia</i> sp. . . . .	0,25—0,3 „
	Песок зеленый, очень глинистый, известковистый. Переходит в песчанистую известковую глину. Наблюдается фауна:	

<i>Tapes vitalianus</i> d'Orb., <i>Tapes aksajicus</i> Bog., <i>Cardium vindobonense</i> (Parsch) Lask., <i>C. gracile</i> Koles., <i>C. ex gr. lithopodolicum</i> Dub., <i>Donax ligidus</i> Eichw., <i>Duplicata dup. Sinz.</i> , <i>Mastra</i> , <i>Ervilia dissita</i> Eichw., <i>E. trigonula</i> Sok., <i>Solen subfragilis</i> M. Horn, <i>Cylichna lajonkaireana</i> Bast., <i>C. melitopolitana</i> Sok., <i>Tarnatina cfokeni</i> Eichw., <i>Duplicata superabile</i> Koles. При высыхании превращается в песчано-ракушечный конгломерат светло-зеленого цвета, очень плотный	0,4 м
Песок светло-серый, слоистый, с зеленоватыми прослоями, мелкозернистый	0,5 „

Разрез отложений среднего и верхнего сармата описали Г. М. Карпов и Н. Ф. Поддубный в Марьевском карьере по добыче марганцевой руды

Глина зеленая, песчанистая	0,5 м
Глина темно-зеленая	0,6 „
Глина аналогичная верхнему слою	1 „
Мергель серовато-белый с розовым оттенком, слегка обохренный, плотный	0,25 „
Глина темно-зеленовато-серая	0,35 „
Мергель аналогичный слою 4	0,2 „
Глина серовато-зеленая, участками обохренная	1,8 „
Мергель серовато-белый, плотный	0,65 „
Глина темно-зеленовато-серая, тонкослоистая с прослоем (5—10 см) плотного желтоватого мергеля, содержащего отпечатки <i>Mastra bulgarica</i> Toula, <i>Mastra</i> sp. и др. Над мергелем и под ним наблюдаются тонкие белые прослои, представляющие скопления разложившихся створок раковин	0,8 „
Мергель серовато-белый, частично охристый, плотный	0,3 „
Глина зеленовато-серая, с прослоем серовато-белого мергеля в средней части	1,8 „
Мергель серовато-белый, внизу более плотный, с отпечатками мелких мастр	0,35 „
Глина темно-серовато-зеленая	1 „
Мергель серовато-белый, с зеленоватым оттенком, рыхлый	0,25 „
Глина зеленовато-серая, комковатая, вязкая	0,6 „
Песчано-глинистая порода, зеленовато-серая, с мелкими обломками створок раковин и полуокатанной известняковой гальки	0,15 „
Глина темно-грязно-зеленая, кусковатая	0,3 „
Мергель серовато-белый	0,3 „
Глина зеленовато-темно-серая тонкослоистая, пластинчатая, с отпечатками и вышелоченными створками кардинд	0,25 „
Мергель серовато-белый, плотный	0,1 „
Глина зеленовато-серая, тонкослоистая, песчанистая, с ракушечным детритусом и отпечатками <i>Cardium fittoni</i> Orb., <i>Modiolus</i> sp., <i>Cardium</i> sp., <i>Trochidae</i>	0,5 „
Глина темно-зеленая, комковатая, вязкая, со створками <i>Tapes</i> sp. и др.	0,35 „

**Мэотический ярус.** Выше верхнесарматских отложений залегают кварцевые светло-серые и зеленовато-серые пески с прослоями темно-серых вязких глин, относимые к мэотическому ярусу (топиловские слои). Иногда глины преобладают. Этот горизонт невыдержанный. Встречен повсеместно в центральной и северной частях участка. Мощность отложений мэотического яруса 2—6 м, в среднем 3 м.

Мэотические отложения фаунистически не охарактеризованы.

**Плиоцен. Понтический ярус.** Отложения понтического яруса развиты в северной и восточной частях Коминтерн-Марьевского участка и представлены новороссийским и босфорским подъярусами. Последние имеют также наименование «косовских слоев». Абсолютные отметки кровли понтических отложений 40—42 м. Залегают понтические отложения на топиловских слоях, а в местах отсутствия последних — на верхнесарматских осадках.

Новороссийский подъярус сложен известняками светло-серого и желтого цветов, в нижней части оолитового, а в верхней — ракушеч-

ного строения. Известняки содержат ядра и отпечатки кардий и дрейсенсий. Известняки не имеют повсеместного распространения, что может быть обусловлено размывом, а в некоторых местах — фаціальным замещением зеленовато-серыми и коричневыми глинами и мергелями. Мощность известняков в среднем 2 м.

Максимальную мощность (5—7 м) известняки имеют в северной и северо-восточной частях участка. На юго-востоке участка мощность известняков уменьшается. Здесь развиты рыхлые, выветренные разновидности. Вышележащий босфорский подъярус («косовские слои») выделен И. А. Лепикашем (1937б). Сложены они глинами серого и темно-серого цветов, пластичными, вязкими, с включением мергеля. Среди глин наблюдаются прослои песков. Пески широко распространены на Коминтерновской площади, где они образуют слой мощностью 1,5—3 м. На Марьевской площади пески в виде невыдержанных линз мощностью 1—2 м. Средняя мощность «косовских слоев» 4,2 м.

Граница между описываемыми отложениями и нижележащими понтическими известняками резкая, неровная, с признаками континентального выветривания и размыва.

Палеонтологически «косовские слои» охарактеризованы еще недостаточно. И. А. Лепикашем (1937б) обнаружены в глинах остатки костей бобра, сома, вивипарусов и планорбисов.

Выходы глин босфорского подъяруса понта и ракушечного известняка новороссийского подъяруса наблюдаются по правому склону левого притока балки Отченашевская.

В северо-западной стенке Марьевского карьера Г. М. Карповым и Н. Ф. Поддубным в 1960 г. описан следующий разрез:

Q	Суглинок красновато-бурый . . . . .	3,5 м
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	Глина серовато-темно-зеленая, тонкослоистая, с серым песчано-глинистым прослоем мощностью до 5 см, проходящем в 40 см выше контакта глины с нижележащим слоем. В прослое отпечатки <i>Prosodacna</i> sp., <i>Cardium</i> sp., <i>Planorbis</i> sp.	
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	Известняк ракушечно-оолитовый, желтовато-охристый, плотный, с <i>Cardium</i> sp., <i>Dreissensia</i> sp., <i>Congerta</i> sp., <i>Theodoxus</i> sp. . . . .	0,6 „

На контакте известняка с глиной наблюдается маломощный (до 10 см) невыдержанный прослой мергеля светло-серого цвета с зеленоватым оттенком, на отдельных участках плотного, с отпечатками кардий, местами рыхлого.

**Красно-бурые глины.** На понтических отложениях залегает ярус красно-бурых глин, имеющий распространение на водоразделе. В районе террас и частично склонов долин красно-бурые глины уничтожены эрозионными процессами.

Средняя мощность красно-бурых глин 7 м, максимальная 20 м. Это плотная неслоистая порода темно-красного, коричневого цвета, с включением гипса и известковыми стяжениями. В толще красно-бурых наблюдаются линзы глин зеленовато-серого и темно-серого цветов.

**Четвертичные отложения.** Четвертичные отложения представлены лёссом, лёссовидными суглинками и песчано-глинистыми отложениями современного и древнего аллювия.

Лёссы и лёссовидные суглинки повсеместно распространены на участке. На водоразделах они плащеобразно покрывают красно-бурые глины, на склонах они залегают на более древних отложениях. В районе древних террас лёссы и лёссовидные суглинки залегают на древне-аллювиальных отложениях. Средняя мощность суглинков 14 м.

Четвертичные отложения по возрасту отнесены к отделам: древнему, среднему, новому и современному.

Древний отдел четвертичной системы представлен красно-бурой, темно-буройми тяжелыми суглинками и отложениями IV надпойменной (Никопольской) террасы Днепра. Последние наблюдаются

в южной и юго-западной частях участка, средняя мощность их 12 м. Залегают древнеаллювиальные отложения на размывтой поверхности надрудных глин или глин среднего миоцена, а в местах поднятия кристаллических пород — на каолинах или непосредственно на кристаллических породах. Сложены они кварцевыми песками светло-серого и светло-желтого цвета и песчаными глинами. Пески древнего аллювия весьма неоднородны по механическому составу, часто глинистые.

В аллювиальных отложениях были найдены остатки ископаемых млекопитающих миндель-рисского века: мамонта — *Elephas primigenius trogontherii* (P o h e), лошади — *Equus caballus*, гигантского оленя — *Megaceras* sp., зубра — *Bison priscus longicornis* (W. G r o m.). Кроме того, в аллювии встречены зубы акул-кархародонов, возможно, из олигоценовых отложений. Определение фауны произведено А. И. Шевченко. По данным Д. Е. Макаренко, образование аллювия происходило за счет перемива и переотложения палеогеновых отложений.

Средний отдел начинается ископаемой почвой, выше которой залегают красно-бурый, песчаный, пористый суглинок и лёсс светло-палевого цвета, рыхлый, пористый. Последний является маркирующим прослоем среднего отдела. Среднему отделу соответствуют отложения II надпойменной террасы, имеющие распространение в северо-западной части участка на Коминтерновской площади, сложенные песками и песчаными глинами.

В аллювиальных отложениях Коминтерновской площади И. Г. Пидопличка были обнаружены остатки *Elephas meridionalis* Nesti и *Mastodon arvernensis*.

К новому отделу относится горизонт ископаемой почвы и желто-бурые лёссовидные суглинки.

Современный отдел представлен аллювиальными песчано-глинистыми отложениями пойменных террас рек Бугай (Речище) и Грушевка, а также делювиальными суглинками склонов и дна балок. Геологическое строение Коминтерн-Марьевского участка иллюстрирует прилагаемый геологический разрез (рис. 145).

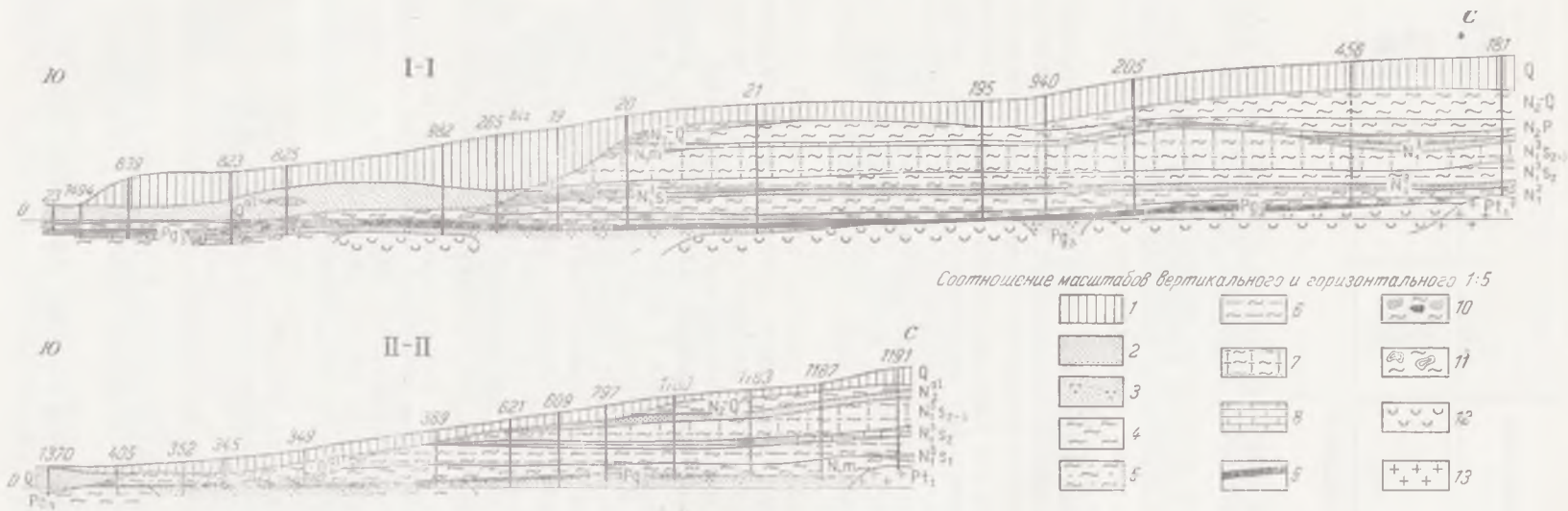
Наиболее полно разрез осадочной толщи представлен в северной, центральной и северо-восточной частях участка, расположенных на водораздельном плато и коренном берегу долины Днепра. Однако здесь не встречены палеоцен-среднеэоценовые и верхнеэоценовые отложения, что обусловлено высокими отметками поверхности кристаллического массива и коры их выветривания, а в местах куполовидных поднятий кристаллических пород отсутствуют также подрудные и рудные слои олигоцена.

В южной, юго-западной и северо-западной частях участка, представляющих древнюю террасу, в местах наибольшего понижения кристаллического фундамента имеют распространение палеоцен-эоценовые и верхнеэоценовые отложения. Верхняя часть третичных отложений здесь размывта до горизонта надрудных глин среднего миоцена, а местами до палеогена. На размывтой поверхности третичных отложений, а в местах поднятий кристаллического массива непосредственно на кристаллических породах залегают толща песков и песчаных глин древнего аллювия. Линия древнечетвертичного размыва проходит в направлении близком широтному (см. рис. 151).

Севернее этой линии намечается уступ поверхности третичных отложений.

#### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

В толще пород, слагающих участок, содержится шесть водоносных горизонтов: 1) грунтовые воды в четвертичных образованиях; 2) воды в известняках понтического яруса; 3) воды в песках мэотического



Значения характеристик	Гранулометриче			
	Диаметр фрак			
	> 1,0	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1
Наибольшее	43,12	19	71,94	75,8
Наименьшее	0,08	0,1	1,04	0,1
Среднее	6,08	17	23,65	22,06
Количество определений	146			

яруса; 4) надрудный нижнесарматский горизонт; 5) надрудный древне-четвертичный аллювиальный горизонт; 6) подрудный горизонт олигоцена.

Первые четыре горизонта распространены в пределах плато. Все они безнапорные, маломощные, слабообильные и прерывистые в своем залегании. На отдельных площадях эти водоносные горизонты совершенно сдrenированы шахтами.

В результате неоднократных деформаций и обрушений надрудной толщи при посадке кровли на шахтных полях сохранившиеся подземные воды на рудоносной площади плато теперь смешаны и образуют, по-видимому, единый и к тому же весьма слабый водоносный горизонт. На всех шахтах происходит постепенное снижение водопритоков по мере развития горноэксплуатационных работ. В начальный период эксплуатации шахты притоки составляли 12—16, а на протяжении 5—8 лет уменьшились до 5—4 м<sup>3</sup>/час. Условия ведения горных работ на шахтах в пределах рудоносной площади плато являются благоприятными.

Для юго-западной части участка, приуроченной к области древнего размыва Днепра, характерны более сложные гидрогеологические условия. Здесь повсеместно распространены два водоносных горизонта: надрудный древнеаллювиальный и подрудный олигоценовый.

**Надрудный древнечетвертичный аллювиальный водоносный горизонт.** Этот горизонт приурочен к разнозернистым, а местами крупнозернистым пескам, распространен повсеместно, мощность его 7—8 м, местами — 10—12 м. Горизонт преимущественно безнапорный, но на отдельных площадях воды приобретают местный напор 2—5 м. На большей части рудоносной площади древнеаллювиальные водоносные пески изолированы от рудного пласта промежуточным слоем глины олигоцена. На юго-западе описываемой площади пески залегают непосредственно в кровле руды, что усложняет условия эксплуатации месторождения.

В табл. 118 приведены средние и предельные показатели водно-фильтрационных свойств надрудных песков.

Из таблицы видно, что частиц диаметром более 0,25 мм содержится в песках около 47%; это указывает на их хорошую фильтрационную способность.

Опытные откачки из четырех скважин (447, 699, 1048 и 1465) показали, что при понижении уровня до 4,5 м и наличии столба воды до 12 м удельный дебит чаще не превышает 3, иногда достигая 8 м<sup>3</sup>/час. Коэффициенты фильтрации, по данным откачек, 0,74—13 м/сутки.

Надрудный древнеаллювиальный горизонт в юго-западной части Марьевского участка — основной источник обводнения карьера и шахт.

**Подрудный водоносный горизонт олигоцена.** Этот горизонт приурочен главным образом к подрудным пескам и песчаным глинам,

Таблица 118

ский состав, %				Водоотдача, %	Коэффициент фильтрации по лабораторным опреде- лениям, <i>м/сутки</i>
ций, <i>мм</i>					
0,1—0,16	0,05—0,01	0,01—0,005	< 0,005		
88,5	65,33	17,45	66	24,3	10,8
0,28	0,02	0,1	0,03	13	0,03
15	8,12	3,44	4,65	20,2	4
				74	84

а также к окисным марганцевым рудам. Горизонт напорный с высотой напора 5—20 м, в среднем 10—12 м.

В табл. 119 приведены основные показатели воднофильтрационных свойств подрудных песков, залегающих на площади древнего размыва.

Таблица 119

Значение характеристик	Гранулометрический состав, %					Водоотда- ча, %	Коэффициент фильтрации по лаборатор- ным опреде- лениям, <i>м/сутки</i>
	Диаметр фракций, <i>мм</i>						
	> 1	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,005	< 0,005		
Наибольшее	43,91	92,02	39,63	22,63	15,22	19,1	5,1
Наименьшее	12,6	19,85	9,38	8,26	2,19	15,1	0,33
Среднее	11,89	54,86	10,54	15,71	7	17,1	1,68
Количество определений	12					2	4

По опытной откачке из скв. 699п был получен удельный дебит 0,18 м<sup>3</sup>/час и коэффициент фильтрации 1,44 м/сутки. Подрудный горизонт в южной части участка довольно водообилен, что обуславливает наличие повышенных водопритоков в действующие шахты, расположенные на площади древнего размыва Днепра. В первый период эксплуатации шахтные притоки достигали 35—40 м<sup>3</sup>/сутки, затем снизились до 16—18 м<sup>3</sup>/сутки.

В юго-западной части участка, где водоносные древнеаллювиальные пески на большей части площади залегают непосредственно в кровле рудного пласта, горные разработки ведутся открытым способом. В последние годы построен и введен в эксплуатацию Марьевский карьер. Вскрытие его производилось гидровскрышными работами с помощью земснарядов. Дренажное осушение подземных вод вокруг траншей не осуществлялось, в связи с чем после окончания размыва надрудных пород и последующей откачки воды из котлована оба борта траншеи под воздействием гидродинамического давления почти полностью оплыли. Чистка траншеи производилась затем длительное время с одновременной откачкой воды. Общий приток в начальный период строительства составлял 400 м<sup>3</sup>/час, а в первом квартале 1959 г. в связи с производством гидровскрышных работ в соседнем котловане — 625 м<sup>3</sup>/час. К 1960—1961 гг. подземные воды были несколько сдренированы, и водоприток уменьшился до 200—250 м<sup>3</sup>/час.

Проектом института «Южгипроруда» было предусмотрено размещение по периметру траншей двух рядов дренажно-осушительных устройств в виде эжекторных иглофильтров или водопонижающих скважин. При такой схеме осушения в сочетании с одновременной откачкой воды из образованного земснарядом котлована осушение



участка вскрытия должно было произойти примерно за три месяца. ИГН АН УССР рекомендовал на период эксплуатации карьера осуществлять дренажно-осушительные работы комбинированным способом, т. е. сочетанием дренажных штреков с восстающими скважинами и сквозными фильтрами на одних участках с водопонижающими скважинами на других участках карьерного поля.

Однако все эти дренажные мероприятия не были приняты. Открытые работы ведутся без опережающего дренажа, если не считать, что перед отработкой того или иного участка карьерного поля нарезается круговая дренажная канава до глубины 0,4—0,5 м ниже почвы рудного пласта и по канаве подземные воды с участка отводятся в общий котлован, откуда они затем откачиваются за пределы карьера.

Эксплуатация Марьевского карьера без предварительного дренажа указывает на то, что при строительстве второго карьера на площади древнего размыва подземный или комбинированный способы осушения карьерного поля являются слишком громоздкими и дорогостоящими. Достаточно, по-видимому, применение только поверхностного опережающего дренажа, состоящего из водопонижающих скважин, закладываемых впереди рабочего борта, с последующей их заменой другими скважинами по мере продвижения фронта работ.

### УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И СТРОЕНИЕ РУДНОГО ПЛАСТА

Рудная залежь Коминтерн-Марьевского участка приурочена к Городищенской депрессии кристаллического массива и имеет неправильные очертания. С севера, северо-востока и юго-востока она ограничена поднятием поверхности кристаллических пород; в западном направлении местами уходит под водонасыщенные аллювиальные отложения р. Томаковка и точно не оконтурена; с юго-запада и юга — в пойме Днепра границы залежи обусловлены древним размывом водами этой реки. В настоящее время залежь примыкает к Каховскому водохранилищу.

Юго-восточнее основной рудной залежи, в районе руч. Грушевка, наблюдаются три обособленных рудных острова. Местоположение их соответствует депрессиям в кристаллическом массиве.

В пределах основной залежи наблюдаются небольшие безрудные площади, наличие которых может быть объяснено поднятием поверхности кристаллических пород или древнечетвертичным размывом. Такие местные выступы докембрийских пород известны в северной, центральной и южной частях участка. Древнечетвертичный размыв пласта установлен на юго-западе участка.

Марганцеворудный пласт на Коминтерн-Марьевском участке лежит на глубинах 9,5—84,6 м. Средняя мощность покрывающей толщи — 54 м.

Глубина залегания рудного пласта определяется главным образом рельефом дневной поверхности. В северо-восточной наиболее возвышенной части участка рудный пласт залегает на максимальных глубинах, порядка 70—80 м. Юго-западнее, в направлении понижения рельефа дневной поверхности, глубина залегания рудного пласта уменьшается и в юго-западной части площади равна 10—30 м (рис. 146). На Коминтерновской площади мощность покрывающей толщи уменьшается в западном направлении.

Соотношение вскрыши (в кубических метрах на 1 т руды) изменяется от величин более 30 м в северной части площади до значений, не превышающих 10 м в южной части, благоприятной для разработки руд открытым способом.

Рудный пласт залегает почти горизонтально, с небольшим уклоном в юго-западном направлении, в сторону Днепровской долины (рис. 147).

В северо-восточной части залежи подошва рудного пласта лежит на высоте 6—8 м над уровнем моря. Максимальная высотная отметка подошвы рудного пласта 8,75 м. Близ юго-западной границы залежи подошва рудного пласта находится на высоте минус 10—минус 12 м. Минимальная высотная отметка минус 12,98 м. Таким образом, погружение рудного пласта — 4,4 м на 1 км.



Рис. 146. Мощность вскрыши и соотношения вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды на Коминтерн-Марьевском участке

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — изолинии мощности вскрыши (проведены через 10 м); 4 — изолинии соотношения вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды; 5—8 — соотношения вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды; 9 — карьер; 10 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

Высотные отметки кровли рудного пласта изменяются от плюс 9,65 м в северо-восточной части участка до минус 11,28 м в юго-западной части. Амплитуда колебания высотных отметок кровли рудного пласта — 4,22 м на 1 км.

Для поверхности марганцеворудного пласта характерна волнистость, что обусловлено неровностями дна бассейна, в котором происходило накопление марганцевой руды, и размывом рудного пласта в древнечетвертичное время. Частичный размыв верхней пачки рудного пласта в древнечетвертичное время имеет место в юго-западной части

Коминтерн-Марьевского участка. Колебания рельефа рудного пласта имеют местный характер и не выходят за пределы, характеризующие общее высотное положение пласта.

Поверхность кровли рудного пласта в сглаженной форме повторяет поверхность подошвы рудного пласта.

Мощность рудного пласта на Коминтерн-Марьевском участке 0,1—4,55 м, в среднем 2,4 м (данные по 1138 скважинам).



Рис. 147. Рельеф подошвы рудного пласта на Коминтерн-Марьевском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — изогипсы подошвы рудного пласта (проведены через 2 м);  
 3—8 — высотные отметки подошвы рудного пласта; 9 — буровые скважины; 10 — карьер; 11 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

Отклонения от средней мощности могут быть объяснены местными особенностями в накоплении рудоносных осадков, обусловленными неровностями поверхности дна бассейна и размывом. Чаще всего уменьшение мощности рудного пласта происходит на выступах поверхности кристаллических пород (рис. 148).

Мощность увеличивается от периферии к центральной и юго-западной частям залежи (рис. 149).

Породы подошвы рудного пласта — глины и пески палеогенового возраста, каолины и кристаллические породы (рис. 150). Преобладают глины, широко распространенные на Коминтерновской и в юго-западной частях Марьевской площади.



Рис. 148. Зарисовка рудного пласта по 19 западному штреку шахты 16 РУ им. 40 лет Октября  
 1 — глина  $Pg_3$ ; 2 — марганцевая руда  $Pg_3$ ; 3 — песок  $Pg_3$ ; 4 — кристаллическая порода докембрийского возраста



Рис. 149. Мощность рудного пласта на Комитерни-Марьевском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии мощности рудного пласта; 3—6 — мощности рудного пласта; 7 — линия геологического разреза I—I, А—А; Б—Б; 8 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

Менее распространены пески и каолины. Пески наблюдаются в восточной и юго-восточной частях Марьевской площади; каолины — в северной части Марьевской площади, на юге Коминтерновской площади, в периферической части залежи и в районе рудных островов.

Кристаллические породы в подошве рудного пласта встречаются в периферической части залежи и на участках, прилегающих к безрудным «окнам» внутри рудной площади.



Рис. 150. Породы подошвы рудного пласта на Коминтерн-Марьевском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — докембрийские кристаллические породы; 3 — каолин первичный. Эоцен — олигоценовые породы: 4 — глина; 5 — песок. 6 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

В кровле рудного пласта на большей части площади участка залегают олигоценовые и среднемиоценовые глины, имеющие мощность 4—16 м (рис. 151). Эти глины изолируют рудный пласт от залегающих выше песков нижнесарматского возраста. В юго-западной части залежи на значительной площади надрудные глины размыты водами древнего Днепра. Непосредственной кровлей рудного пласта здесь служат древнеаллювиальные отложения, сложенные водоносными песками и значительно реже илстыми глинами.

На Коминтерн-Марьевском участке встречаются окисные, карбонатные и смешанные марганцевые руды. Площади распространения типов марганцевых руд показаны на рис. 152. На других схематических планах отмечены границы типов руд.

Наиболее распространены окисные марганцевые руды. Они залегают в северной, восточной и центральной частях участка, где отмечено наиболее высокое положение рудного пласта.

В юго-западном направлении, т. е. в направлении погружения рудного пласта, на отметках минус 2 — минус 8 м окисные руды сменяются смешанными, а последние — карбонатными марганцевыми рудами. Отметка подошвы пласта карбонатных руд ниже минус 4 м.



Рис. 151. Породы кровли рудного пласта на Коминтерн-Марьевском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — глина олигоценвая; 3 — песок древнечетвертичный; 4 — граница типов руд; 5 — тыловой шов IV надпойменной террасы Днепра. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

Таким образом, зональность марганцевых осадков, установленная акад. А. Г. Бетехтиным, ярко выражена на Коминтерн-Марьевском участке. Карбонатные руды — более глубоководные осадки по сравнению с окисными.

Переход типов руд — постепенный. Так, на площади распространения окисных руд наблюдаются небольшие по площади «островки» смешанных, а на площади смешанных — небольшие участки окисных и карбонатных руд.

**Окисные марганцевые руды.** По текстурным признакам на Коминтерн-Марьевском участке выделены следующие разновидности окисных марганцевых руд: конкреционные, пизолитовые и оолитовые, куско-

вые, землистые, сцементированные кальцитом и сплошные. Между указанными разновидностями обычно наблюдаются постепенные переходы.

Наиболее распространены конкреционные, землисто-конкреционные и кусковые руды. Описание текстурных разновидностей руд приведено выше. Наиболее высококачественные руды — конкреционные.

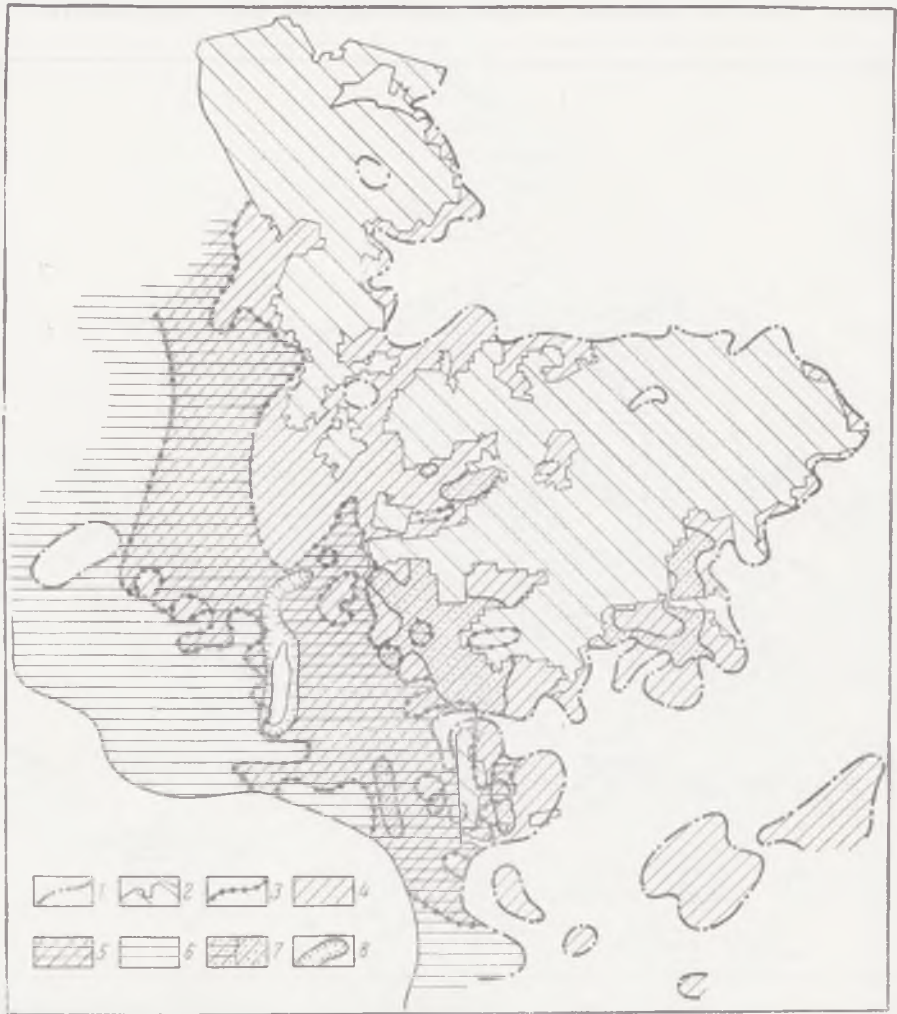


Рис. 152. Распространение типов марганцевых руд на Коминтерн-Марьевском участке

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — границы типов руд; 4 — окисная руда; 5 — окисная и карбонатная руды в виде переслаивания и смеси; 6 — карбонатная руда; 7 — площади распространения ферромарганцевых руд: а — окисных, б — окисно-карбонатных; 8 — карьер

К этой текстурной разновидности и приурочены малофосфористые руды, пригодные для выплавки ферромарганца.

На описываемом участке встречены конкреционные руды черного и буровато-коричневого цветов. Черный цвет обычно имеют пиролюзитовые конкреции с примесью манганита; буровато-коричневый — манганитовые конкреции.

Кусковые руды сложены минералами группы псиломелана — вернадита с примесью манганита или пиролюзита.

Характерным для всех текстурных типов руд является наличие прослоев и линз песка и глины. Мощность нерудных прослоев 10—70 см.

В распределении текстурных разновидностей руд по простиранию и мощности пласта нет строгого постоянства. Однако на основании детального изучения строения рудного пласта в шахтах Марьевского участка и по керну буровых скважин установлена следующая, наиболее распространенная последовательность распределения текстурных разновидностей в вертикальном разрезе (рис. 153).

Верхняя пачка рудного пласта мощностью 0,8 м сложена землистой, землисто-конкреционно-кусковой и землисто-оолитовой рудами.

Средняя пачка мощностью 0,9 м представлена конкреционной, кусково-конкреционно-землистой рудами.

Нижняя пачка мощностью 0,7 м сложена землисто-конкреционной и пизолит-оолитовой рудами.

Для иллюстрации строения рудного пласта ниже приводится геологический разрез рудного пласта в забое VI западного штрека шахты 19 РУ им. 40 лет Октября, в 168 м от главного откаточного штрека.

Кровля рудного пласта — глина зеленого цвета, на контакте с марганцевой рудой интенсивно окрашенная гидроокислами железа в охристо-желтый цвет.

I пачка. Содержание в обогащенной руде: Mn — 43,1%, P — 0,265%.

Марганцевая руда окисная, землисто-пизолит-конкреционная. Конкреции мелкие — 1—2 см. Форма конкреций шарообразная, иногда неправильная. Вмещающей породой служит глина палевого цвета, местами окрашенная гидроокислами марганца в черный цвет . . . . .

0,65 м

II пачка. Глина палевого цвета с включением отдельных конкреций марганцевой руды . . . . .

0,25 „

III пачка. Содержание в обогащенной руде: Mn — 49,5%, P — 0,255%.

Марганцевая руда окисная, конкреционная. Конкреции шарообразной и неправильной формы, величиной до 5—7 см. Вмещающая порода — глина палевого цвета, располагающаяся в виде гнезд и прослоев . . . . .

1,35 „

IV пачка. Содержание в обогащенной руде: Mn — 42,6%, P — 0,163%

0,45 „

Марганцевая руда окисная, землисто-мелкоконкреционная. Вмещающей породой служит глина палевого цвета и землистые минералы группы псиломелапа—вернадита.

В подошве рудного пласта залегает песок кварц-глауконитовый зеленовато-серого цвета.

В отличие от других участков Никопольского месторождения, в периферической части залежи описываемого участка развиты глинистые руды, а не песчаные. Объяснить это можно тем, что верхняя граница распространения окисных руд на Коминтерн-Марьевском участке обусловлена выступами кристаллического фундамента.

**Окисно-карбонатные**, или смешанные, марганцевые руды представлены чередующимися прослоями окисной и карбонатной кусковых руд с песчано-глинистой вмещающей породой (кусовая смешанная руда), а также кусковой карбонатной рудой с включенными в нее манганитовыми пизолитами и конкрециями (см. рис. 45). Последняя разновидность руд наблюдается вблизи границы перехода смешанных руд в карбонатные.

На остальной площади распространены кусковые руды, причем окисные руды преобладают в верхней части пласта, а карбонатные — в нижней. В нижней части рудного пласта наблюдаются прослой сплошных руд. Ширина зоны окисно-карбонатных руд около 2 км.

Прилагаемый разрез рудного пласта по IV северному штреку шахты 24 РУ им. 40 лет Октября (рис. 154) характеризует строение рудного пласта в зоне смешанных руд.

Кровлей рудного пласта служит глина зеленая с бурьми затеками гидроокислов железа.

I (верхняя) пачка рудного пласта сложена окисной кусково-конкреционно-землистой рудой черного цвета. Конкреции шарообразной формы. Размер конкреций и кусков 8—10 см. Вмещающей породой служит известковая глина палевого и белого цветов, местами окрашенная гидроокислами марганца в черный цвет. Количество рудных включений 45—50% . . . . .

0,8 м



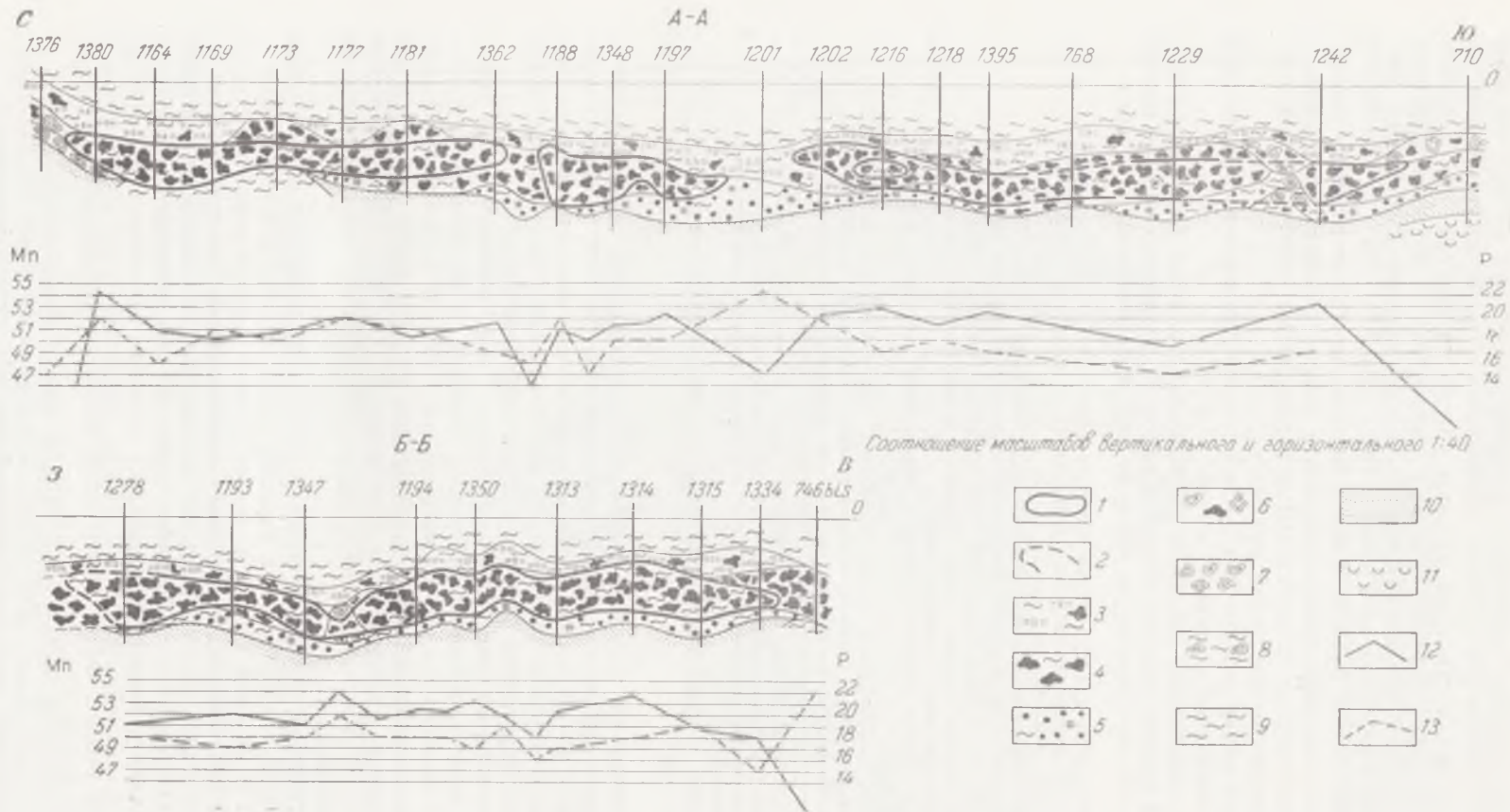


Рис. 153. Разрезы рудного пласта Коинтерн-Марьевского участка

1 — граница распространения ферромарганцевых руд; 2 — предполагаемая граница распространения ферромарганцевых руд; 3 — землистая и землисто-конкреционная марганцевые руды; 4 — конкреционная руда; 5 — солитовая и пизолитовые руды; 6 — окисно-карбонатная руда; 7 — карбонатная руда; 8 — глина с конкрециями карбонатной марганцевой руды; 9 — глина; 10 — песок; 11 — каолины; 12 — кривая изменения содержания Мп в ферромарганцевой руде, ‰; 13 — кривая изменения содержания Р в ферромарганцевой руде, сотые доли процента

II пачка представлена смешанной кусково-конкреционной рудой с серой глинистой вмещающей породой. Конкреции манганитовые, буровато-коричневого и черного цветов. Желваки — манганокальцитовые, светло-серые, неправильной формы. В небольшом количестве имеются стяжения карбонатной руды с манганитовыми пизолитами . . . . . 0,65 м

III пачка. Бедная карбонатная марганцевая руда светло-серого цвета, сложена глиной с желваками манганокальцита, количество которых составляет 15%. Желваки неправильной формы, величиной 6—7 см. Количество рудных конкреций в слое глины уменьшается в северном направлении, и бедная марганцевая руда постепенно переходит в глину с отдельными рудными конкрециями. Содержание Mn в глине — 8,4—9,2% . . . . . 0,6 „

IV пачка (нижняя). Карбонатная марганцевая руда кусковая и сплошная, желтовато-серого цвета. Желваки карбонатной руды имеют ячеистую текстуру . . . . . 0,5 „

Вмещающая порода — глина. Количество рудных включений составляет ориентировочно 35%. Наблюдается прослой сплошной карбонатной руды мощностью 0,15 м.

В кровле рудного пласта залегает глина, темно-зеленая, плотная, вязкая.

**Карбонатные марганцевые руды** распространены на юго-западе описываемого участка. Сложены они манганокальцитом и кальциевым родохрозитом в виде желваков и конкреций, включенных в песчано-глинистую вмещающую породу. Это так называемые кусковые карбонатные руды, которые аналогичны кусковым рудам других участков. Конкреционные кусковые руды встречаются редко. Помимо кусковых руд встречены землистые и сплошные руды. Землистые карбонатные руды самостоятельного значения не имеют, присутствуют обычно совместно с кусковыми рудами. Сплошные руды распространены ограниченно. Наблюдаются они в нижней части пласта в виде прослоев мощностью 0,3 м. Различают сплошные руды массивного и ячеистого строения. Размер ячеек 2 мм — 2 см. Ячейки полые либо выполнены песком, глиной или манганитом.

В нижней части пласта иногда наблюдается цементационная марганцевая руда, в которой многочисленные зерна кварца заключены в марганцеворудных стяжениях. Мощность прослоя цементационной руды 10—20 см.

Нередко в нижней части пласта карбонатной руды прослеживается прослой глины мощностью 5—70 см с отдельными желваками карбонатной марганцевой руды.

В результате исследований минерального состава руд Коминтерн-Марьевского участка, проведенных В. И. Грязновым, Д. П. Хорошевой и А. Т. Сусловым, установлено, что главные рудообразующие минералы карбонатных руд участка — манганокальцит и кальциевый родохрозит. В небольшом количестве в рудах присутствует кальцит, глинистое вещество и терригенный кварц. Наблюдаются также зерна глауконита, вкрапленность сульфидов железа, органические остатки: раковины простейших, спикулы губок, створки остракод.

По периферии карбонатных желваков вследствие вторичных окислительных процессов развиваются гидроокислы марганца. По мнению В. И. Грязнова, окисление руд связано с четвертичным размывом вышележащих пород в долине Днепра.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ

**Оксидные марганцевые руды** участка относятся к высококачественным, так как обогащение их позволяет получать значительный выход концентрата сорта «А» и I сорта.

Рудные агрегаты представлены смесями манганита, пиролюзита и минералов из группы псиломелана — вернадита.

Средний химический состав окисных руд, по данным химических анализов шахтных проб и 5 проб рудного керна, а также анализы кон-

центра\* обогатительной фабрики РУ им. 40 лет Октября по сортам за 1956 г. и I полугодие 1957 г. приведены в табл. 120.

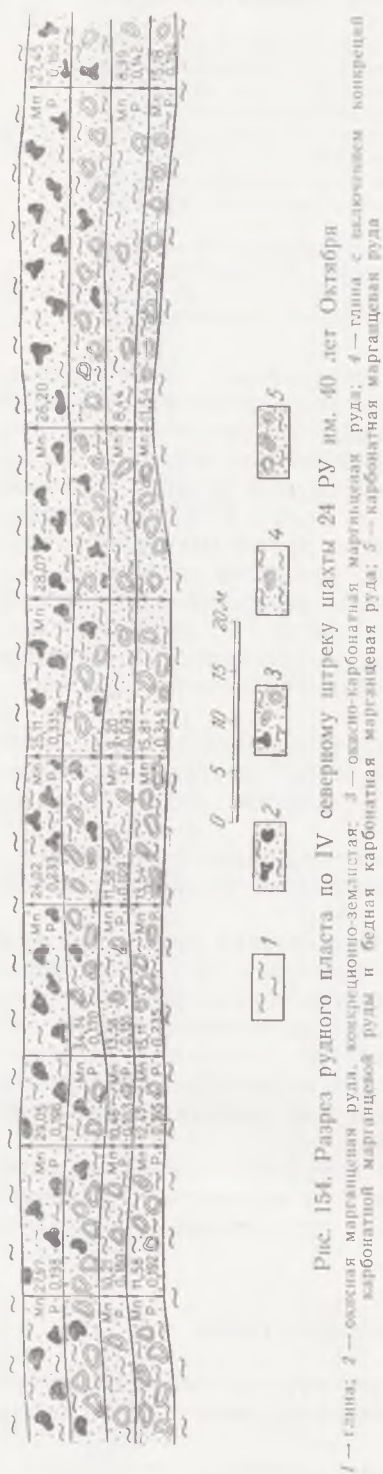


Рис. 154. Разрез рудного пласта по IV северному штофку шахты 24 РУ им. 40 лет Октября

1 — глина; 2 — окисная марганцевая руда; 3 — окисно-карбонатная марганцевая руда; 4 — глина с включением марганцевой карбонатной марганцевой руды и бедная карбонатная марганцевая руда; 5 — карбонатная марганцевая руда

В полученную среднюю сумму (см. табл. 120) не входят потери при прокаливании, достигающие значительной величины главным образом за счет конституционной воды и  $\text{CO}_2$  карбонатов.

Спектральным анализом установлена незначительная примесь Ni, V, Cu, Co, Cr, Sr.

Средний химический состав окисных руд, приведенный в табл. 120, свидетельствует о высоком содержании Mn в необогащенной окисной руде и concentrate.

На описываемом участке, как и на других участках Никопольского бассейна, основные рудообразующие окислы —  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Более точные данные о среднем содержании Mn и P в сырой руде и обогащенной бессортной (мытой) получены с учетом химических анализов проб руды из шахт за 13 лет (1946—1958 гг.), концентрата обогатительной фабрики за 19 лет, а также всех скважин, пробуренных на участке, в том числе скважин на отработанных шахтных полях (см. табл. 121).

Анализ табл. 121 позволяет сделать выводы, что по содержанию Mn в сырой руде в пределах разрабатываемых шахтных полей качество руд выше, чем на прилегающих площадях.

По содержанию Mn и P в обогащенной бессортной руде окисные руды всего Коминтерн-Марьевского участка близки к рудам, добываемым шахтами РУ им. 40 лет Октября.

В результате промывки содержание Mn в окисной руде повышается на 10—19%. Повышения содержания P при промывке не происходит. Последнее говорит о концентрации P в основном в рудном веществе, а не во вмещающей породе.

Некондиционная марганцевая руда (с содержанием Mn в сырой руде менее 17% или в concentrate менее 25%) встречается в единичных скважинах.

По данным лабораторного обогащения окисной руды, отходы обога-

\* Химические анализы шахтных проб марганцевой руды и концентратов обогатительной фабрики произведены Рудоиспытательной станцией треста «Никополь-Марганец», а проб рудного керна — химической лабораторией б. Укргеолтреста МЧМ.

щения — отмоины — содержат 15% Мп и 0,183% Р. По отчетным данным обогатительной фабрики им. 40 лет Октября за 1950 г., содержание Мп в отмоинах 16,1%, за 1960 г. — 11,9%.

Большая часть площади окисных руд отработана (см. рис. 146, 152), однако на планах, характеризующих гипсометрический уровень залегания руд, их качество, мощность пласта, с целью создания полного представления о залежи приведены данные для всей площади.

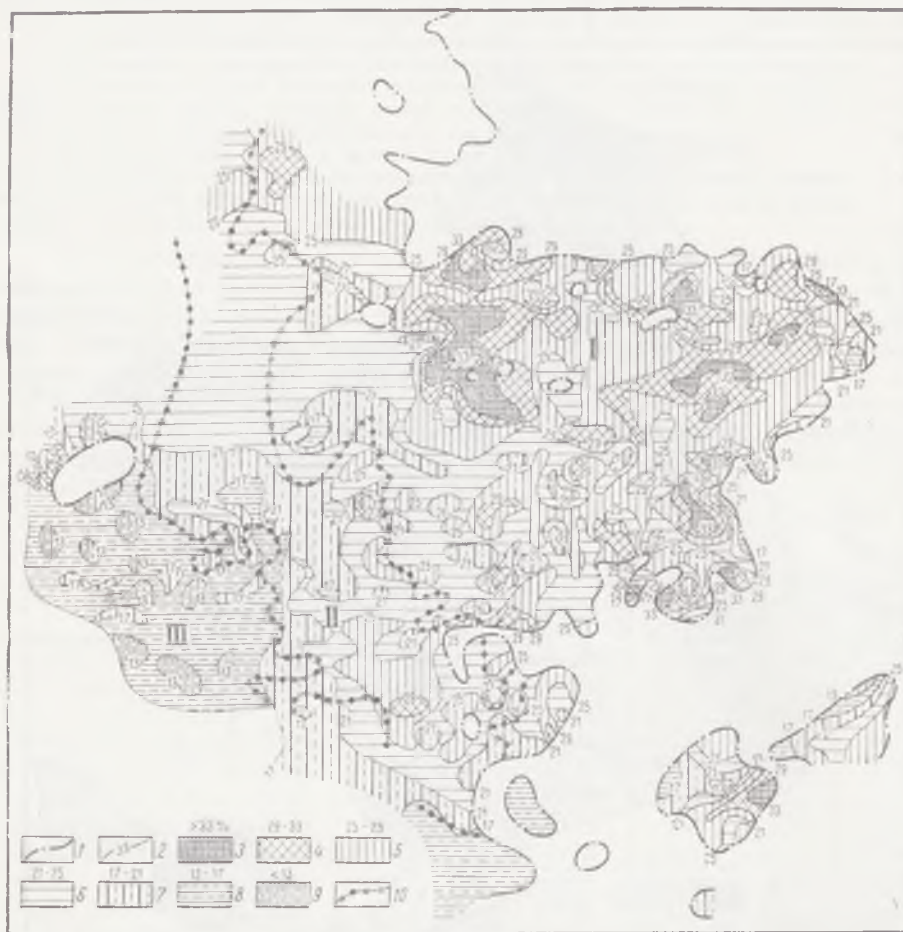


Рис. 155. Содержание Мп в рудном пласте на Коминтерн-Марьевском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии содержания Мп в необогащенной руде (проведены через 4%); 3—9 — содержание Мп в необогащенной руде; 10 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — окисные и карбонатные; III — карбонатные

Прилагаемые планы содержания Мп в сырой и обогащенной руде (рис. 155, 156) иллюстрируют преимущественное распространение высококачественных окисных руд, содержащих в сыром виде более 25% Мп, а в обогащенном — более 43% Мп в северной, центральной и восточной частях участка, ныне в значительной степени отработанных.

На неотработанной площади преобладают руды с содержанием Мп в сыром виде 21—25%. Содержание Мп в обогащенной руде превышает 34% и соответствует сортам I, II и «А»\*.

\* Здесь, а также на рис. 156 сортом «А» названы руды с содержанием Мп 47—52%; по содержанию Р они могут не отвечать кондициям для этого сорта.

Некондиционная руда наблюдается в виде небольших по площади «пятен» в северо-восточной части месторождения и в районе рудного острова.

Среднее содержание Р на 1% Мп в мытой окисной руде в среднем 0,0052 и изменяется от 0,0025 до 0,0109.

В центральной и восточной частях Коминтерн-Марьевского участка распространены малофосфористые руды, пригодные для выплавки стандартных марок ферромарганца (см. рис. 152). Малофосфористые

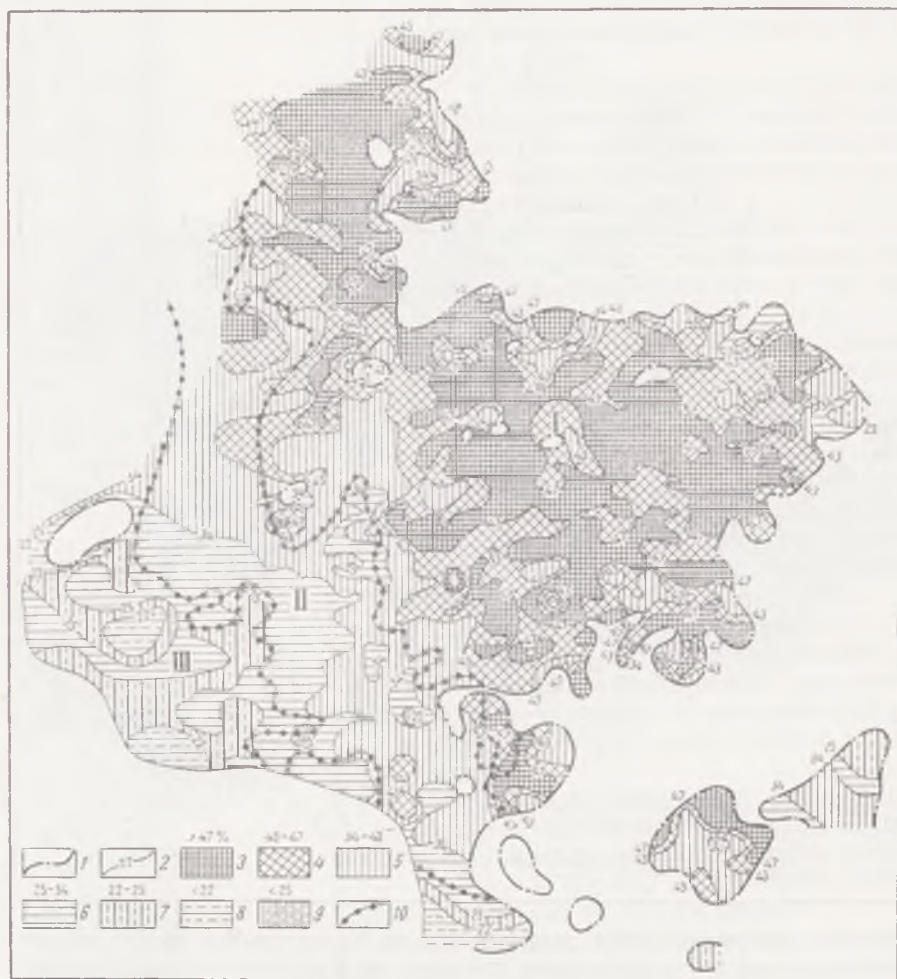


Рис. 156. Содержание Мп в обогащенной руде на Коминтерн-Марьевском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии содержания Мп в обогащенной руде; 3—9 — содержание Мп в обогащенной руде; 8 — некондиционные карбонатные руды; 9 — некондиционные окисные и смешанные руды; 10 — граница типов руд. Типы руд (цифры на карте): I — окисные; II — смешанные (окисные и карбонатные); III — карбонатные

руды соответствуют условиям для сорта «А», согласно которым минимальное содержание Мп в концентрате должно быть 47% при содержании Р не более 0,2%.

Описываемые руды встречены на трех участках (см. рис. 152). Малофосфористые руды залегают в основном на площади распространения окисных руд. Окисно-карбонатные малофосфористые руды встречены лишь в западной части второго участка. На описанных площадях преобладают конкреционные и пизолитовые разновидности руд с примесью кусковых и землистых.

Малофосфористые руды слагают преимущественно среднюю пачку пласта, в которой преобладают конкреционные разновидности (см. рис. 153). Так, в штреке шахты 20 рудный пласт имеет следующее строение.

I пачка (верхняя) мощностью 0,6 м. Содержание в мытой руде: Mn — 34,3%; P — 0,16%.

Марганцевая руда окисная, землисто-конкреционная. Конкреции шарообразной и неправильной формы, размером до 25 мм. Вмещающая порода — глина и землистые гидроокислы марганца. В 20 см от нижнего контакта пачки во вмещающей глине наблюдаются оолиты и пизолиты гидрогетита 0,6 м

II пачка. Содержание в мытой руде: Mn — 49,4%, P — 0,185%.

Марганцевая руда окисная, конкреционная. Конкреции округлой формы, концентрически-слоистого строения, размером 5—7 см. Вмещающая порода — глина палевого цвета, местами белая известковистая глина. Марганцевая руда II пачки отвечает кондициям для сорта «А» 1,1 „

III пачка. Содержание в мытой руде: Mn — 45,6%, P — 0,20%.

Марганцевая руда окисная землисто-конкреционная. Конкреции мелкие, до 2 см. Изредка встречаются пизолиты. Вмещающей породой служит глина, местами окрашенная гидроокислами марганца в черный цвет 0,4 „

Малофосфористая руда на Марьевском участке встречается в 239 скважинах. Она залегает в виде прослоя в средней части пласта в 162 скважинах; в 63 скважинах приурочена к нижней части рудного пласта, в девяти скважинах — к верхней части пласта. В пяти скважинах рудный пласт целиком сложен малофосфористой рудой.

Как правило, малофосфористая руда залегает в виде одного прослоя (пачки). В 17 скважинах наблюдаются две пачки такой руды, отделенные друг от друга прослоем руды, имеющей повышенное против нормы содержание Mn.

Таблица 120

Химический состав окисных руд и концентратов  
(в весовых процентах)

Компоненты	Необогащенная руда			Концентрат				
	Минимальное	Максимальное	Среднее	Сорт „А“	I сорт	II сорт	III сорт	Бессортная руда
SiO <sub>2</sub>	23,8	35,18	28,06	7,93	11,11	18,67	28,28	15,9
MnO <sub>2</sub>	22,02	47,02	35,69	58,07	50,86	40,93	31,88	46,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,19	12,69	5,77	1,52	1,94	3,15	3,51	2,47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	10,58	6,66	1,51	2,22	2,05	3,73	2,55
MnO	5,08	16,03	10,41	18,76	17,85	13,13	10,59	15,24
CaO	1,08	4,65	2,56	1,39	2,51	4,3	4,61	3,09
MgO	1,27	2,95	1,78	0,76	1,18	1,75	1,9	1,35
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,91	1,65	1,17	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub>	0,082	1,42	0,31	0,109	0,099	0,107	0,114	0,107
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,39	1,48	0,95	0,916	0,984	1,03	1,053	0,989
Сумма	—	—	93,36	90,97	88,75	85,12	85,67	87,99
Mn	24,08	35	30,57	51,12	45,89	35,97	28,29	40,98

Мощность прослоев малофосфористой руды 0,15—3 м, в среднем — 1,5 м.

Химические показатели сырой и обогащенной малофосфористой руды Коминтерн-Марьевского участка приведены в табл. 122.

Наличие малофосфористых руд в пределах шахтных полей Марьевского участка подтверждается результатами забойного опробования и работой обогатительной фабрики, которая при обогащении смеси руд из различных шахт выпускает малофосфористый концентрат сорта «А» в количестве до 22,5% от объема сырой руды.

Выпуск сорта «А» может быть значительно увеличен при селективной добычке малофосфористых руд. Для этой цели при эксплуатацион-

Содержание Mn и P в сырой и мытой руде  
(в весовых

	Сырая руда					
	Mn			P		
	Мини- мальное	Макси- мальное	Среднее	Мини- мальное	Макси- мальное	Среднее
Данные эксплуатационных работ	—	—	32,57	—	—	—
Данные разведочных работ*	9,14	38,86	25,53	0,1	0,7	0,32

\* При вычислении среднего содержания компонентов учтено следующее количество P — в сырой — 101, в обогащенной — 68.

ных работах необходима постановка детального предварительного опробования.

Одна из особенностей окисных руд Коминтерн-Марьевского участка — значительное содержание двухвалентного марганца. Это связано с преимущественным распространением манганитовых и псиломан-вернадитовых руд.

При рассмотрении химических анализов установлено, что пиролузитовые руды с содержанием  $MnO_2$  выше 80%, т. е. отвечающие требованиям химической промышленности, на участке выделить не представляется возможным. Лишь в отдельных пробах мытой руды из скважин центральной части залежи содержание  $MnO_2$  незначительно превышает 60%. Высшие сорта концентрата содержат 50—58%  $MnO_2$  (см. табл. 120).

**Окисно-карбонатные руды** на описываемом участке наблюдаются к югу и западу от площади распространения окисных руд.

Содержание  $MnO$  и  $MnO_2$  в пробах смешанных руд может значительно отличаться, что обуславливается соотношением окисных и карбонатных минералов марганца. Окисно-карбонатная руда отличается от окисной пониженным содержанием Mn и  $MnO_2$ .

Преобладание в окисно-карбонатных рудах окисных минералов марганца дает возможность применить для их оценки кондиции, установленные для окисных руд.

Среднее содержание Mn в сырой окисно-карбонатной руде на Коминтерн-Марьевском участке, по данным 105 скважин, равно 22,81%. Количество Mn 13,71—34,05%. Содержание P в сырой окисно-карбонатной руде 0,1—0,5%, в среднем 0,17% (данные 74 скважин).

На площади распространения окисно-карбонатной марганцевой руды (см. рис. 155) преобладает руда с содержанием Mn 21—25%.

Таблица 122

Содержание Mn и P в малофосфористой руде, %

Вид руды	Mn			P		
	От	До	Среднее	От	До	Среднее
Необогащенная руда	19,1	46,71	33,39	0,008	0,39	0,15
Обогащенная бессортная руда	47,11	56,5	51,55	0,13	0,2	0,18

по данным разведочных и эксплуатационных работ  
процентах)

Обогащенная бессортная (мытая) руда					
Mn			P		
Минимальное	Максимальное	Среднее	Минимальное	Максимальное	Среднее
—	—	42,83	—	—	0,211
12,15	53,47	44,25	0,1	0,54	0,25

во опробованных скважин: Mn — в сырой и обогащенной руде — 410 скважин;

Наиболее богатая руда, с содержанием Mn более 25%, наблюдается в центральной части, а руда с содержанием Mn 17—21% — в северной, западной и юго-восточной частях рассматриваемой площади.

На участке распространения марганцевой руды с содержанием Mn 17—21% встречены две небольшие площади некондиционной марганцевой руды, содержащей менее 17% Mn.

Среднее содержание Mn в мытой окисно-карбонатной руде, по данным 97 скважин, равно 35,03%. Пределы колебаний содержания Mn—22,71—48,96%. Содержание P в мытой окисно-карбонатной руде 0,12—0,46%, в среднем 0,19% (данные 76 скважин).

Мытая окисно-карбонатная руда соответствует в основном II и III сортам (см. рис. 136). Руды I сорта и некондиционная играют резко подчиненные роли. Коэффициент фосфористости смешанных руд 0,0055 и изменяется от 0,0033 до 0,0142.

Преимущественное распространение имеют окисно-карбонатные руды, имеющие коэффициент фосфористости более 0,0045. Руды, имеющие коэффициент фосфористости менее 0,0035 и 0,0035—0,0045, наблюдаются в виде небольших по площади пятен в центральной части рассматриваемой площади.

Отмоины окисно-карбонатных руд, получаемые в результате лабораторной промывки, содержат 9,49% Mn и 0,153% P.

Окисно-карбонатные марганцевые руды отвечают условиям, применяемым к окисным рудам. По качеству они уступают окисным, отличаясь по содержанию Mn в сырой руде на 2,7 и по содержанию Mn в обогащенной руде 9,2% (в сторону уменьшения).

**Карбонатные** марганцевые руды залегают в юго-западной части участка, к западу от площади распространения смешанных марганцевых руд.

Химический состав обогащенной карбонатной марганцевой руды охарактеризован в табл. 123.

Спектральным анализом, выполненным институтом «Механобр», в карбонатных рудах Марьевского участка, установлено наличие Ti, Ni, V, Mo, Cu, Sr в виде тысячных долей или следов.

Карбонатные руды отличаются от окисных и окисно-карбонатных пониженным содержанием металлического Mn и MnO<sub>2</sub> и более высоким содержанием MnO, CaO, MgO и п. п. п.

Табл. 123 составлена на основании химических анализов шести проб карбонатной руды.

Более точные данные о содержании основных компонентов карбонатных руд получены по данным сокращенных химических анализов рудного керна (см. табл. 124).



Химический состав обогащенной карбонатной руды\*

Компоненты	Минимальное	Максимальное	Среднее
SiO <sub>2</sub>	6,96	18,34	13,13
MnO <sub>2</sub>	0,44	15,41	6,75
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,17	0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,99	6,78	4,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,28	9,89	3,04
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,04	0,03
MnO	24,32	35,8	28,3
CaO	7,28	12,15	10,53
MgO	2,75	4,34	3,46
BaO	0,1	0,14	0,12
NiO	Нет	0,26	0,13
CoO	"	Следы	Следы
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0,35	0,46	0,41
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,38	1,21	0,6
SO <sub>3</sub>	0,19	0,32	0,25
П.п.п.	25,46	34,28	29,23
Σ			100,17

\* Анализы карбонатной марганцевой руды производились химической лабораторией б. Укргеолтреста МЧМ и РИСом треста «Никополь-Марганец».

Таблица 124

Содержание Mn, P, CaO, MgO, SiO<sub>2</sub> в необогащенной карбонатной руде\*

Компоненты	Содержание, %			Количество скважин
	Минимальное	Максимальное	Среднее	
Mn	8,93	34,05	15,75	105
P	0,06	0,47	0,16	82
CaO	4,3	10,2	7,08	27
MgO	0,36	4,63	1,69	27
SiO <sub>2</sub>	13,2	54,8	30,95	27

\* Химические анализы производились химической лабораторией Никопольской геологоразведочной партии Укргеолтреста МЧМ.

Сравнение приведенных данных с кондициями показывает, что не все карбонатные руды описываемого участка кондиционны. Наиболее распространена на описываемом участке карбонатная руда с содержанием Mn 13—17% (см. рис. 155).

В пределах площади распространения такой руды наблюдаются «пятна» некондиционной руды, содержащей менее 13% Mn, и руды, содержащей более 17% Mn. Руда с содержанием более 17% Mn наблюдается также в восточной и северо-западной частях площади распространения карбонатных руд.

Карбонатная руда, соответствующая кондициям, характеризуется средним содержанием в сыром виде: Mn—16,48%, P—0,17%, SiO<sub>2</sub>—31,47%.

По содержанию Mn и SiO<sub>2</sub> в мытой руде карбонатные руды не полностью отвечают кондициям (табл. 125).

Таблица 125

Главные компоненты мытой карбонатной руды

Компоненты	Содержание, %			Количество опробованных скважин
	Минимальное	Максимальное	Среднее	
Mn	16,88	50,02	25,37	54
P	0,13	0,3	0,19	52
SiO <sub>2</sub>	11,74	24,96	14,98	18
CaO	8,82	17,41	12,55	15
MgO	1,26	2,59	2,04	7
Fe	1,19	6,14	2,68	7

Рис. 156 иллюстрирует преобладание кондиционной карбонатной марганцевой руды, площадь распространения которой 74%.

Некондиционная по содержанию Mn руда встречается в центральной, западной и юго-восточной частях.

Карбонатные марганцевые руды Марьевского участка содержат меньше P, чем смешанные и окисные руды, но коэффициент фосфористости карбонатных руд значительно выше: изменяясь от 0,0047 до 0,0124, он в среднем равен 0,0074. Большая величина коэффициента фосфористости карбонатных руд объясняется главным образом низким содержанием Mn.

Согласно требованиям промышленности богатые известью руды с содержанием Mn 8—12% и выше и P на 1% Mn около 0,005—0,006% являются ценным заменителем ферромарганца, сырьем для изготовления шпигеля и флюсами для кремнистых марганцевых руд. Карбонатные марганцевые руды рассматриваемого участка указанным требованиям не удовлетворяют. В зоне карбонатных руд могут быть выделены лишь небольшие изолированные площади, где содержание P на 1% Mn в карбонатной руде менее 0,006%.

Отмоины карбонатных марганцевых руд, получающиеся в результате лабораторной промывки, содержат в среднем Mn—9,07%, P—0,12%.

Некоторые особенности распределения марганца и фосфора в рудном пласте от кровли к почве могут быть установлены, исходя из данных табл. 126.

Таблица 126

Распределение проб с максимальным содержанием Mn и P по пачкам рудного пласта

Вид руды	Mn				P			
	Количество пунктов опробования	Число пунктов с максимальным содержанием			Количество пунктов опробования	Число пунктов с максимальным содержанием		
		в верхней пачке	в средней пачке	в нижней пачке		в верхней пачке	в средней пачке	в нижней пачке
Сырая руда	707	137	338	232	272	214	44	14
Обогащенная руда	262	9	214	39	261	222	29	10

Закономерности распределения марганца в рудном пласте по вертикали не наблюдается. Однако чаще обогащена марганцем средняя пачка рудного пласта.

В верхних пачках рудного пласта, как правило, наблюдается повышенное содержание Р.

Характеристика химического состава марганцевых руд может быть дополнена данными лабораторного технологического опробования рудного зерна и промышленного обогащения марганцевых руд.

Руды Коминтерн-Марьевского участка легко поддаются обогащению. Представлены они в основном кусковыми и конкреционными разновидностями. Вмещающей породой обычно служит глина. В результате обогащения получается кусковатый прочный материал, выдерживающий дальние перевозки.

Лабораторное обогащение рудного зерна производилось по следующей схеме: 1) промывка, 2) разделение концентрата на классы крупности, или фракции, 3) гравитационная отсадка классов концентрата: 25—8, 8—3, 3—1 мм.

Данные лабораторного обогащения, включающего процессы промывки и разделения концентрата на классы крупности, могут быть сведены в табл. 127.

Таблица 127

Выход и содержание Mn, P, P на 1% Mn, CaO в классах крупности мытой марганцевой руды

Руда	Классы, мм	Выход обогащенной руды, %	Содержание, %			
			Mn	P	P на 1% Mn	CaO
Окисная	>25	6,26	46,68	0,27	0,0058	
	25—8	10,34	49,82	0,21	0,0042	
	8—3	21,07	46,89	0,18	0,0038	
	3—1	11,02	33,87	0,22	0,0065	
	Бессортная	48,69	44,53	0,21	0,0047	
	>25	9,67	36,24	0,23	0,0063	
	25—8	18,98	42,68	0,18	0,0042	
Смешанная	8—3	22,67	42,38	0,17	0,004	
	3—1	10,04	27,66	0,17	0,0061	
	Бессортная	61,36	39,09	0,18	0,048	
Карбонатная	>25	8,63	26,22	0,2	0,0076	11,54
	25—8	15,52	26,77	0,19	0,0071	10,98
	8—3	12,04	26,17	0,18	0,0069	10,52
	3—1	10,41	23,75	0,24	0,0115	7,97
	Бессортная	46,6	25,16	0,2	0,0082	10,29

Таким образом, при разделении концентрата окисных и смешанных руд на классы крупности можно повысить качество концентрата и в классе 25—8 мм окисной руды выделить руду, отвечающую по содержанию Mn сорту «А». Эффективного повышения содержания Mn при разделении на классы карбонатных руд не происходит, понижается содержание Mn только в мелком классе, выход которого 10,4%.

Для всех типов руд наиболее высокое содержание Mn, пониженное содержание P и пониженное содержание P на 1% Mn характерно для средних классов.

Минимальное содержание Mn и повышенное содержание P имеет класс 3—1 мм. Исключение представляет класс 3—1 мм смешанных руд, содержание P в котором не отличается от содержания P в средних классах. Повышенное содержание P свойственно классу >25 мм окисных и смешанных руд.

Минимальное содержание СаО характерно для класса 3—1 мм карбонатных руд. С повышением крупности классов увеличивается содержание СаО.

Содержание (%) Mn и P в продуктах, полученных в результате лабораторной отсадки (гравитационное разделение отдельных классов крупности), приведено в табл. 128.

Таблица 128

Фракции, мм	I слой		II слой		III слой		IV слой	
	Mn	P	Mn	P	Mn	P	Mn	P
Окисная руда								
25—8	51,48	0,2	52,01	0,21	49,92	0,22	45,13	0,22
8—3	52,82	0,18	51,12	0,18	48,66	0,2	42,75	0,2
3—1	41,97	0,2	32,67	0,22	29,79	0,21	27,17	0,22
Смешанная руда								
25—8	51,85	0,2	49,72	0,2	49,09	0,19	46,91	0,21
8—3	50,23	0,19	47	0,17	45,43	0,18	40,26	0,18
3—1	40,39	0,17	25,31	0,18	22,74	0,17	19,4	0,16
Карбонатная руда								
25—8	29,20	0,19	28,82	0,2	29,15	0,18	28,76	0,17
8—3	33,12	0,19	32,13	0,19	31,63	0,19	31,94	0,18
3—1	23,3	0,2	23,54	0,51	21,63	0,19	18,64	0,16

Некоторое расхождение между данными табл. 127 и 128 объясняется тем, что не все технологические пробы подвергались лабораторной отсадке.

В результате гравитационной отсадки окисной и смешанной руд выделяются слои, обогащенные марганцем. Наиболее высокое содержание Mn свойственно тяжелым слоям. Существенных изменений качества концентрата карбонатных марганцевых руд в результате отсадки не происходит.

Сведения о выходе и качественной характеристике сортов марганцевой руды, полученные по данным лабораторной промывки, классификации на грохотах и отсадки зерна окисной марганцевой руды из 38 скважин, помещены в табл. 129.

Таблица 129

Сорта концентрата	Выход, %	Содержание, %	
		Mn	P
Пиrolюзит	11,1	54,47	0,195
Сорт „А“	15,2	51,81	0,198
I	7,6	45,41	0,232
II	7,7	39,12	0,223
III	3,9	30,71	0,229
Некондиционная руда	3,2	22,33	0,204
Бессортная руда	48,7		

Промышленное обогащение марганцевых руд Коминтерн-Марьевского участка производится на обогатительной фабрике РУ им. 40 лет Октября. На одной секции фабрики обогащается окисная руда, на другой — смешанная; последняя поступает из Марьевского карьера.

Типы и сорта руд	1940 г.				1945 г.			
	Выход	Мп	Р	Извлечение	Выход	Мп	Р	Извлечение
<b>Окисная</b>								
Необогащенная	—	33,46	—	—	—	32,39	—	—
Сорт „А“	—	—	—	—	4,27	48,92	—	—
I сорт	40,48	48,63	0,217	—	27,13	46,37	—	—
II сорт	1,85	35,39	0,203	—	14,47	38,40	—	—
III сорт	6,27	33,58	0,199	—	6,18	32,13	—	—
Бессортная окисная	48,60	46,17	0,214	66,9	52,05	42,67	—	68,56
<b>Смешанная</b>								
Необогащенная	—	—	—	—	—	—	—	—
I сорт	—	—	—	—	—	—	—	—
III сорт	—	—	—	—	—	—	—	—
Бессортная смешанная	—	—	—	—	—	—	—	—

\* Карбонатный концентрат.

Схема промышленного обогащения окисных руд включает промывку, грохочение, отсадку, магнитную сепарацию. Магнитная сепарация начала применяться в последние годы. Подвергаются магнитному обогащению сливы промывочных машин.

Институтом «Механобр» и трестом «Никополь-Марганец» рекомендована следующая схема обогащения карбонатных марганцевых руд Марьевского участка: промывка на бичевых промывочных машинах с удлинением пути промывки и классификация на сите 2 мм для отделения мелкого класса и обезвоживания мытой руды. Содержание Мп при этом повышается на 15,22% (количество Мп в исходной руде 13,84, в концентрате 28,06%).

Для повышения содержания Мп в мелком классе на 3—4% может быть применена электромагнитная сепарация. Гравитационными методами карбонатные руды не обогащаются.

Схема обогащения смешанных руд включает схемы обогащения окисных и карбонатных руд.

В процессе отсадки смешанных руд окисные минералы концентрируются в тяжелых продуктах, а карбонатные — в легких.

На обогатительной фабрике РУ им. 40 лет Октября до 1955 г. обогащались руды только Марьевского участка. В 1956 г. на фабрику, помимо руд описываемого участка, начали поступать руды из Новоселовского карьера, а в 1957 г. и из шахты I Грушевского участка.

Количество руды из Новоселовского карьера и шахты I Грушевского участка незначительное — 1,6% от общего поступления руды. Таким образом, приведенные в таблице данные в основном характеризуют руды Марьевского участка.

Сведения о выходе (%) обогащенной марганцевой руды по сортам и качеству товарной продукции, выпускаемой обогатительной фабрикой РУ им. 40 лет Октября, приведены в табл. 130.

Обогатительная фабрика РУ им. 40 лет Октября выпускает концентраты окисных руд сортов «А» и I, в меньшем количестве — II и III сортов, а также карбонатную руду I и II сортов.

Сопоставляя данные выхода различных сортов концентрата (см. табл. 130) по годам, отмечаем снижение выхода концентрата сорта «А» в последние годы (выход концентрата сорта «А» в 1960 г. ниже, чем в 1950 г. на 10,2%). Это может быть объяснено понижением содер-

1950 г.				1955 г.				1960 г.			
Выход	Mn	P	Извлечение	Выход	Mn	P	Извлечение	Выход	Mn	P	Извлечение
18,94	32,88	0,203	—	—	30,56	0,205	—	—	29,47	—	—
12,74	50,63	0,194	—	11,13	51,33	0,196	—	8,7	50,0	—	—
12,99	49,69	0,210	—	24,83	45,76	0,209	—	31,1	45,3	—	—
10,13	37,90	0,230	—	5,31	38,22	0,226	—	6,7	36,2	—	—
54,80	30,35	0,204	—	15,34	27,94	0,225	—	10,8	27,1	—	—
—	42,95	0,208	71,58	56,61	41,32	0,212	76,54	57,3	41,5	—	80,7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	22,62	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	10,5	45,3	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	40,5	29,3*	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	51	32,6	—	76,3.

жания Mn в руде, поступающей на обогатительную фабрику. Однако суммарный выход сортов «А» и I по сравнению с 1950 г. возрос на 8,2%. Также увеличился общий выход концентрата и извлечение металла, что следует отнести за счет совершенствования технологической схемы.

Следует ожидать увеличения выхода сорта «А» при разработке малофосфористых руд, распространенных в южной и юго-восточной частях зоны окисных руд.

Данные лабораторного и промышленного обогащения близкие, однако суммарный выход сортов «А» и I ниже, по данным лабораторного обогащения, и ниже общий выход концентрата.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промышленное освоение Коминтерн-Марьевского участка начато в 1906 г. До 1957 г. здесь разрабатывались исключительно окисные руды, а с 1957 г. окисные и смешанные.

В настоящее время большая часть площади окисных руд отработана. Руды отработанной площади характеризовались более высоким содержанием Mn. Окисные руды, числящиеся на балансе на 1/I 1961 г., по содержанию Mn в обогащенной бессортной руде отвечают в основном I и II сортам.

В центральной и восточной частях участка имеют распространение малофосфористые руды, пригодные для выплавки стандартных марок ферромарганца. Они характеризуются средним содержанием в обогащенной бессортной руде Mn — 51,55%, P — 0,18%.

Промышленное обогащение руд Коминтерн-Марьевского участка с применением промывки, грохочения, гравитационной отсадки, магнитной сепарации позволяет получать концентраты окисных руд сортов «А» и I, в меньшем количестве — II и III и карбонатную руду I и II сортов.

Концентраты сорта «А» и частично I находят применение в металлургической промышленности для выплавки стандартных и нестандартных марок ферромарганца, зеркального чугуна, а концентраты окисных руд I, II и III сортов, карбонатные руды I и II сортов — в качестве подшихтовки при выплавке пердедельных чугунов.

Коминтерн-Марьевский участок по запасам значительно уступает Грушевско-Басанскому и Западной рудоносной площади. Однако описываемый участок — основной поставщик концентрата сорта «А».

Количество выпускаемого сорта «А» может быть значительно увеличено при селективной добыче малофосфористых руд. Для этой цели при эксплуатационных работах необходима постановка тщательного забойного опробования.

На обогатительной фабрике РУ им. 40 лет Октября производится реконструкция в целях увеличения выхода высших сортов концентрата. Концентраты II и III сортов будут дообогатиться по магнитно-гравитационной и флотационной схемам.

---

## ГЛАВА XVIII

### МАКСИМОВО-ТИМОШЕВСКИЙ, ЗАКАМЕНСКИЙ, НОВОСЕЛОВСКИЙ И НИКОЛАЕВСКИЙ УЧАСТКИ

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Эти участки (см. рис. 1 и 104) находятся на западе, северо-западе и севере Восточной рудоносной площади на территории сел Городище, Тимошевка, Красногригорьевка, Закаменка, Новоселовка и Николаевка.

В административном отношении Максимово-Тимошевский, Закаменский и Новоселовский участки входят в Никопольский район, Николаевский — в Томаковский район Днепропетровской области УССР.

**Максимово-Тимошевский участок** (площадь около 8 км<sup>2</sup>) занимает западную и северо-западную части Восточной рудоносной площади. Граничит с северо-востока с Закаменским участком, с юга и юго-востока — с Коминтерн-Марьевским (см. рис. 104); вдоль участка проходит Приднепровская ж. д.

Открытие марганцевых руд участка относится к концу прошлого столетия, промышленные разработки марганцевых руд начаты в 1898 г. Параллельно с эксплуатацией производились геологоразведочные работы. В настоящее время эксплуатационные работы производятся РУ им. Максимова треста «Никополь-Марганец» подземным и открытым способами.

**Закаменский участок** (площадь 0,1 км<sup>2</sup>) расположен северо-восточнее Максимово-Тимошевского. Наличие руды на Закаменском участке установлено в 1932 г. при проведении геологоразведочных работ. Эксплуатационные работы не производились ввиду неперспективности участка.

Севернее Коминтерн-Марьевского и восточнее Закаменского находится **Новоселовский участок** площадью 1,3 км<sup>2</sup>, расположенный вблизи Приднепровской ж. д.

Геологоразведочные работы осуществлены в 1936 и 1953 гг. Эксплуатационные работы производились в довоенные годы подземным способом. В 1957 г., после переутверждения запасов марганцевых руд Новоселовского участка ГКЗ, эксплуатационные работы возобновлены РУ им. Максимова треста «Никополь-Марганец» и производятся открытым, карьерным способом. Обогащение марганцевых руд участка производится на обогатительных фабриках им. Максимова и 40 лет Октября.

**Николаевский участок** (площадь 1,5 км<sup>2</sup>) граничит на западе с Новоселовским, юге — с Коминтерн-Марьевским, востоке — Грушевско-Басанским. Разведан в довоенные годы. Эксплуатационные работы производились в 1890 г., а затем возобновлены в 1934 г. и



прекращены в предвоенные годы ввиду невыдержанного качества марганцевых руд и повышенного содержания кремнезема в них.

В геоморфологическом отношении Николаевский участок — склон водораздела. Максимо-Тимошевский, Закаменский и Новоселовский участки расположены на надпойменных и пойменной террасах Днепра. На рассматриваемой площади выделяются три надпойменные (V, IV, II) и пойменная террасы. V терраса плиоценового возраста, а остальные — четвертичные.

V надпойменная, или Буряковская, терраса занимает северную и частично центральную части Максимо-Тимошевского участка. IV надпойменная, или Никопольская, терраса занимает центральную и юго-западную части Максимо-Тимошевского участка и северную часть Закаменского и Новоселовского участков. II надпойменная, или однолессовая, терраса расположена в юго-западной части Максимо-Тимошевского участка, южной части Закаменского участка, центральной части Новоселовского участка. Пойменная терраса прослеживается в южной части Максимо-Тимошевского, Новоселовского и центральной части Николаевского участков.

Поверхность описываемых участков расчленена реками Томаковка и Ревун, балками и оврагами. Крупные балки — Соленая, Брея, Буряковая, Большая Каменка и Сивакина (Бабурина). Склоны балок в верховьях крутые, в нижней части — более пологие, задернованы. Естественные обнажения третичных и четвертичных пород наблюдаются в основном в верховьях и боковых ответвлениях балок Соленая и Буряковая.

Рельеф поверхности Новоселовского, Николаевского и Закаменского участков характеризуется пологим склоном к р. Томаковка и балкам. Наблюдается понижение рельефа: на Николаевском участке — с востока и юго-востока на запад; Новоселовском — с севера на юг и юго-восток; Закаменском — с севера на юг и запад.

Отметки пойменной части плюс 10 м. Максимальная отметка поверхности рельефа (61 м) наблюдается в восточной части Николаевского участка. На Новоселовском и Закаменском участках максимальные отметки рельефа плюс 35—38 м.

Наиболее возвышенная часть Максимо-Тимошевского участка — водораздел между балками Буряковая и Соленая. Абсолютные отметки поверхности этой части участка 35—45 м. Понижение рельефа на Максимо-Тимошевском участке в направлении с севера на юг. Наиболее пониженные площади поверхности участка (8 м) расположены в пойменной части. Понижения рельефа на Максимо-Тимошевском участке с севера на юго-восток и юго-запад чередуются с повышениями, соответствующими водоразделам между балками.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

**Докембрийские кристаллические породы.** Кристаллические породы представлены амфиболитами, плагиогранитами, мигматитами, розовыми гранитами. За пределами Максимо-Тимошевского участка, в 150 м севернее контура, одной скважиной на глубине 53,6 м встречена актинолит-тремолит-талк-хлоритовая порода, сильно разрушенная, сланцеватая.

Амфиболиты на описываемой площади имеют весьма ограниченное распространение. Встречены они на северной окраине с. Новоселовка, а также севере и юго-западе Максимо-Тимошевского участка.

Плагиограниты и мигматиты наблюдаются в северной части Новоселовского участка и на Николаевском участке: в северной, северо-восточной и южной частях его.

Наиболее широкое распространение на описываемой площади имеют мигматиты.

Рельеф поверхности кристаллических пород неровный: абсолютные отметки поверхности их от минус 2,94 до плюс 14,22 м. По берегам р. Томаковка кристаллические породы выходят на дневную поверхность, отметки выходов их превышают 15 м.

**Кора выветривания кристаллических пород.** Кристаллические породы повсеместно покрыты древней корой выветривания. Петрографический состав кристаллических пород обусловил состав коры выветривания. Здесь имеет распространение кора выветривания кислых пород, сложенная первичными каолинами и дресвой.

На площади распространения амфиболитов кора выветривания отсутствует и кристаллические породы покрыты кайнозойскими отложениями. Первичные каолины и дресва кристаллических пород также не имеют повсеместного распространения. Они развиты в местах понижения рельефа кристаллического массива. Мощность первичных каолинов от нескольких сантиметров до 12 м.

Каолины первичные белого, серого, реже красного цвета. В верхней части слоя каолины включают мелкие остроугольные зерна кварца. Книзу количество и крупность зерен кварца увеличивается.

Абсолютные отметки поверхности коры выветривания кристаллических пород — 0,13—10,42 м, глубина залегания — 10,85—27,6 м. Наблюдается общий уклон поверхности кристаллических пород и коры их выветривания в южном и юго-западном направлениях.

На размытой поверхности коры выветривания кристаллических пород или непосредственно на кристаллических породах залегают осадочные породы третичной и четвертичной систем кайнозоя.

**Палеоген.** При проведении геологосъемочных работ трестом «Киевгеология» центральная часть Максимово-Тимошевского участка отмечена как площадь предполагаемого распространения палеоценовых и эоценовых отложений. Основанием этому служит тот факт, что скважина, пробуренная северо-западнее Максимово-Тимошевского участка, встретила палеоцен-среднеэоценовые и верхнеэоценовые отложения.

Подтвердить указанное предположение не представляется возможным, так как подавляющее большинство скважин Максимово-Тимошевского участка не добурено до кристаллических пород.

Возможно, часть толщи песчано-глинистых подрудных отложений, отнесенная при проведении геологоразведочных работ к подрудным слоям олигоцена, принадлежит эоцену. Однако для расчленения указанных отложений нет достаточных оснований.

**Олигоцен.** Олигоценовые отложения на описываемой площади представлены: подрудными, рудными и надрудными слоями.

*Подрудные* слои сложены песками глинистыми, кварцевыми, серого, зеленовато-серого цветов, средне- и крупнозернистыми, с большим количеством крупных зерен кварца и глинами песчаными зеленовато-серого цвета. Мощность подрудных отложений незначительная (0,15—5 м).

Подрудные слои не имеют повсеместного распространения на описываемой площади, что видно на рисунках 145, 157, 160, 169. Особенно ограничено распространены подрудные слои на Новоселовском участке, где они встречены только в северной, северо-восточной и центральной частях его. Литологический состав подрудных слоев здесь однообразен и представлен исключительно кварцевыми песками с глауконитом.

*Рудные* слои залегают выше подрудных, а местами на кристаллических породах или коре их выветривания. Представлены они марганцевой окисной рудой мощностью 5 см—5,05 м. Залегают марганце-

вая руда в виде пласта на абсолютных отметках от минус 4,72 до плюс 10,92 м.

Максимо-Тимошевский, Закаменский, Новоселовский и Николаевский участки распространения марганцевой руды приурочены к Городищенской депрессии кристаллического массива.

Максимо-Тимошевский участок занимает западную и северо-западную части депрессии; Закаменский, Новоселовский и Николаевский — северную. Рудные слои являются основным маркирующим горизонтом палеогеновых отложений.

Выше рудного пласта на Максимо-Тимошевском участке залегают надрудные слои олигоцена. На Николаевском, Новоселовском и

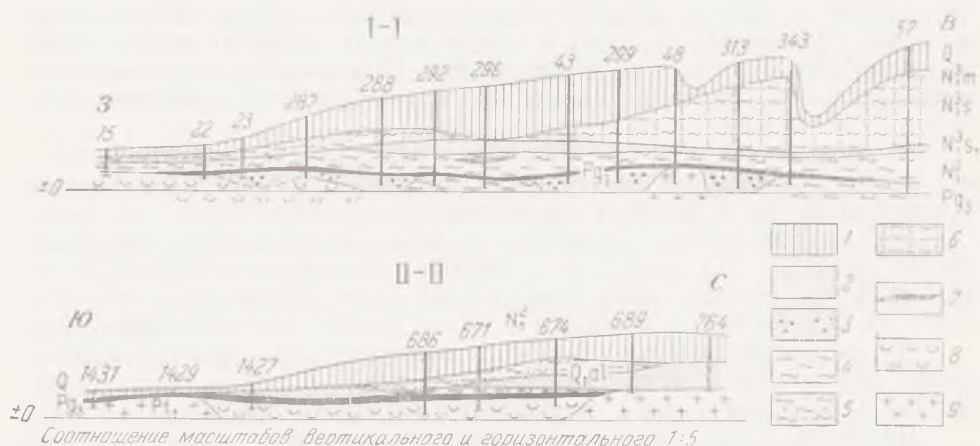


Рис. 157. Геологические разрезы Николаевского (I—I) и Новоселовского участков (II—II)

1 — суглинок лёссовидный; 2 — песок кварцевый; 3 — песок глауконитовый; 4 — глина надрудная и подрудная; 5 — глина песчаная; 6 — глина мергелистая; 7 — марганцевая руда окисная; 8 — каолин первичный; 9 — кристаллическая порода

Закаменском участках надрудные слои отсутствуют, что обусловлено размытиями, имевшими место в среднемиоценовое, плиоценовое и четвертичное время.

Надрудные слои сложены неслоистыми глинами зеленого цвета, на контакте с марганцевой рудой интенсивно окрашенными гидроокислами железа в охристо-желтый цвет. Контакт между рудой и надрудными глинами постепенный: наблюдается взаимное проникновение и переслаивание рудных и нерудных частиц.

Зеленые глины отлагались вслед за рудным пластом, согласно с ним. Надрудные глины литологически сходны с вышележащими глинами среднего миоцена. Мощность надрудных глин на Максимо-Тимошевском участке 0,2—5 м. Местами эти глины отсутствуют, и глины среднего миоцена залегают на рудном пласте.

**Неоген.** Средний миоцен. Отложения среднего миоцена представлены глинами зеленого цвета, песчаными с включением крупных зерен кварца и очень редко кварцевыми песками (изолированные площади в северной части Максимо-Тимошевского участка). В нижней части слоя глины известковистые с прослоями мергелей. В среднемиоценовых глинах Новоселовского участка М. Ф. Носовским (1959) определена фауна: *Arca turonica* Duj., *Diplodonta* sp., *Ervilla* ex gr. *pussilla* Phil., *Turritella archimedis* Brongn.

Глины среднего миоцена в северной и северо-восточной частях Максимо-Тимошевского участка залегают выше надрудных слоев. В юго-западной части Максимо-Тимошевского участка, на Закамен-

ском, Новоселовском и Николаевском участках они покрывают рудные слои.

На контакте с марганцевой рудой в глине наблюдается множество бурых натеков гидроокислов железа. Мощность глин среднего миоцена от нескольких сантиметров до 6,5 м.

Среднемиоценовые отложения повсеместного распространения не имеют. Отсутствуют они в северо-западной и юго-восточной частях Новоселовского участка и местами в западной части Николаевского участка. На указанных площадях кровлей рудного пласта служат пески, илестые глины и суглинки четвертичного возраста.

Верхний миоцен. *Сарматский ярус*. На размытой поверхности глин среднего миоцена залегают сарматские отложения, в которых выделены нижний, средний и верхний подъярусы.

Сарматские отложения широко распространены на Николаевском участке и неповсеместно — на Максимова-Тимошевском, а на Закаменском и Новоселовском эти отложения отсутствуют.

Отложения нижнего сармата сложены кварцевыми песками, зеленовато-серого, серовато-желтого цвета, мелко- и среднезернистыми, глинистыми, реже глинами, обычно окрашенными в темный цвет.

На Максимова-Тимошевском участке нижнесарматские отложения имеют ограниченное распространение. Неровная поверхность нижнесарматских отложений и островной характер их распространения свидетельствует о размыве. Максимальная мощность (до 8,4 м) нижнесарматских отложений наблюдается в древних депрессиях кристаллического фундамента, а наименьшая — на их склонах (1,2 м).

Выходы на дневную поверхность нижнесарматских отложений наблюдаются на Максимова-Тимошевском участке, в овражке около железнодорожной ст. Пиролюзит, а также северо-восточнее описываемого участка, по балке Большая Каменка.

В овраге у ст. Пиролюзит С. Г. Вишняковым в 1939 г. описан следующий разрез нижнесарматских отложений (снизу вверх):

Глина желтовато-зеленая с <i>Potamides</i> sp. . . . .	0,75 м
Крупнозернистый песок, переходящий кверху в мелкозернистый и глинистый . . . . .	0,75 „
Глина зеленовато-серая, тонкослоистая . . . . .	0,5 „
Ракушечный детрит . . . . .	0,2 „

Резкая смена пород по разрезу свидетельствует о прибрежном характере осадков.

Отложения среднего сармата залегают на нижнесарматских, а местами — на глинах среднего миоцена.

На Николаевском участке отложения среднего сармата представлены черными или серыми сланцеватыми глинами, выше которых залегают глины зеленовато-серого цвета, бесструктурные, с прослоями известняка и мергеля. В этих глинах встречена богатая фауна моллюсков: *Ervilia dissita* Eichw., *E. trigonula* Sok., *Cardium praeplacatum* Hilb., *Solen* sp., *Modiolus* sp., *Tapes gregarius* (Partsch) Goldf., *Cardium* sp., *Donax lucidus* Eichw., *Cardium ujrataense* Koles., *Maetra eichwaldi* Lask., *Modiolus sarmaticus* Gat., *Duplicata duplicata* Sow.

На Максимова-Тимошевском участке средний сармат сложен сланцеватыми глинами черного цвета с прослоями ракушечного детрита. Выше описанных глин несогласно залегают неслоистые глины серовато-зеленого цвета с прослоями мергеля. Последние перекрываются глинами серого и желтовато-серого цветов и известняками. Известняки имеют широкое распространение. В верхней части они представлены ракушечной разновидностью, в нижней — оолитовой.

В известняках встречена фауна моллюсков среднего и верхнего сармата: *Maetra fabreana* Orb., *Tapes gregarius* (Partsch) Goldf.,

*Maetra naviculata* Baily, *Maetra praecaspia* Koles., *Trochidae* и др., а также пресноводные — *Planorbis* и *Viviparus* (И. А. Лепикаш, 1937 г.).

Естественные обнажения известняков (мощность от нескольких сантиметров до 6 м) среднесарматского яруса с фауной отмечены И. А. Лепикашем на Максимово-Тимошевском участке, в устье балки Буряковая.

Отложения верхнего сармата представлены толщей глин светло-зеленого и зеленовато-серого цветов, карбонатных, неслоистых, с прослоями мергеля. Эти глины литологически сходны с глинами среднего сармата. Границу между средним и верхним сарматом проводят обычно по палеонтологическим данным.

На Николаевском участке расчленить толщу сармата из-за отсутствия палеонтологических данных не представляется возможным. Поэтому на геологическом разрезе (см. рис. 157) не разделена толща отложений среднего и верхнего сармата. Мощность отложений среднего и верхнего сармата здесь и на Максимово-Тимошевском участке изменяется в широких пределах: от нескольких сантиметров до 35 м; резкие колебания мощности указанных отложений объясняются послесарматским размывом. Минимальная мощность отложений сармата наблюдается на Максимово-Тимошевском участке, в южной части площади распространения этих отложений и в западной части Николаевского участка.

Выходы верхнесарматских глин с прослоями мергеля и отпечатками мактр наблюдаются на Максимово-Тимошевском участке, по левому склону балки Буряковая, где они залегают ниже аллювиальных отложений.

*Мэотический ярус* (топиловские слои). Отложения мэотического яруса встречены только в юго-восточной части Николаевского участка и в виде отдельных пятен — на Максимово-Тимошевском участке. Залегают они на отложениях верхнего сармата. Сложены топиловские слои кварцевыми песками, слабоглинистыми, белого, серого или светло-желтого цвета с косою слоистостью. Пески плохо отсортированы, степень окатанности зерен различная. Наблюдаются прослои глин. Топиловские слои фаунистически на этих участках не охарактеризованы.

*Аллювиальные отложения V надпойменной террасы Днепра.* На отложениях верхнего сармата в районе балки Буряковая (Максимово-Тимошевский участок) залегают аллювиальные отложения V надпойменной, или Буряковской, террасы Днепра, сложенные песками, супесями с включением марганцевых оолитов.

В аллювии Буряковской террасы И. А. Лепикаш обнаружил фауну моллюсков, которая позволяет определить возраст аллювиальных отложений этой террасы как верхнеплиоценовый, куяльницкий. Список фауны приведен Г. И. Молявко в разделе «Плиоценовые аллювиальные отложения».

*Плиоцен.* На размывтой поверхности верхнесарматских отложений, а в северной части Максимово-Тимошевского участка на отложениях V надпойменной террасы, залегают толща красно-бурых глин, отличающихся от нижележащих третичных пород по цвету, который меняется от красного до бурого. В нижней части толщи цвет более темный. Характерны для красно-бурых глин включения гипса в виде гнезд, жилок, отдельных кристаллов и известковые стяжения. Наблюдаются также гнезда песка, при этом цвет песка тоже красно-бурый. Мощность красно-бурых глин 0,45—20,4 м, максимальная — на водоразделах.

Красно-бурые глины встречены на Максимово-Тимошевском участке; на Новоселовском, Николаевском и Закаменском участках они размыты.

**Четвертичные отложения.** Имеют широкое распространение; представлены толщей лёссовидных суглинков (мощность 8—22 м) и песчано-глинистыми аллювиально-делювиальными образованиями (мощность 6—10 м).

Лёссовидные суглинки в нижней части красно-бурого и желтовато-бурого цвета, с большим количеством известковых и гумусовых включений. Верхняя часть толщи сложена лёссовидными суглинками светло-желтого и палевого цветов, рыхлыми, пористыми, с известковыми включениями и примазками гумусового вещества.

Древние аллювиальные отложения известны на Максимово-Тимошевском, Закаменском и Новоселовском участках. Сложены они песками кварцевыми, разнозернистыми.

В Новоселовском карьере ниже лёссовидных суглинков мощностью 8 м залегают кварцевые, разнозернистые, косослоистые пески мощностью 7 м. В этих песках М. Ф. Носовским (1959) встречена переотложенная фауна среднего миоцена, нижнего и среднего сармата, а также современные пресноводные моллюски: *Unio tumidus* Phil., *Unio cf. crassus* Phil., *Sphaerium corneum* L., *Viviparus viviparus* (L.), которые и определяют плейстоценовый возраст переотложения песчаной толщи.

Ниже песков залегают окисная марганцевая руда мощностью 1,2 м и каолины.

Современные аллювиальные отложения сложены илстыми глинами темно-серого, черного цветов, уплотненными, вязкими, с прослоями тонкозернистого кварцевого песка и песками. Пески кварцевые, мелкозернистые.

Современные аллювиальные отложения наблюдаются в районе распространения пойменной террасы р. Томаковка (южная часть Максимово-Тимошевского и Новоселовского участков, западная часть Николаевского участка).

К современному отделу также отнесены аллювиально-делювиальные образования склонов и днищ балок, сложенные илстыми песками, суглинками и глинами, а также почвы элювиального происхождения.

#### УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И СТРОЕНИЕ РУДНОГО ПЛАСТА НА МАКСИМОВО-ТИМОШЕВСКОМ УЧАСТКЕ

Площадь распространения марганцевой руды на Максимово-Тимошевском участке имеет вид широкой неправильной полосы, вытянутой с запада на северо-восток.

Западная, северная, восточная и юго-восточная границы участка определены поднятиями кристаллического массива; южная — следствие древнечетвертичного размыва, связанного с эрозивной деятельностью Днепра и его притоков. В северной части Максимово-Тимошевского участка вследствие повышения поверхности кристаллического массива и изменения фациальных условий рудонакопления наблюдается постепенное замещение марганцевой руды песчано-глинистыми породами.

Южнее контура участка имеются четыре небольшие изолированные рудные площади, местоположение которых соответствует местным понижениям поверхности кристаллических пород. Пласт марганцевой руды на Максимово-Тимошевском участке характеризуется спокойным, почти горизонтальным залеганием с общим пологим падением к югу (рис. 158).

Максимальные высотные отметки подошвы рудного пласта (около +8 м) наблюдаются в северной части участка; в южной они отрица-

тельные. Исключение представляет юго-западная часть участка — Красногригорьевская площадь, — где в районе шахты 25 отметки подошвы пласта близки к 0, а к югу рельеф подошвы повышается до плюс 10 м.

Такое аномальное залегание марганцевой руды в пределах Красногригорьевской площади может быть объяснено местным поднятием кристаллического массива.

Детальное изучение рельефа подошвы рудного пласта выявило слабую волнистость его (см. рис. 158).

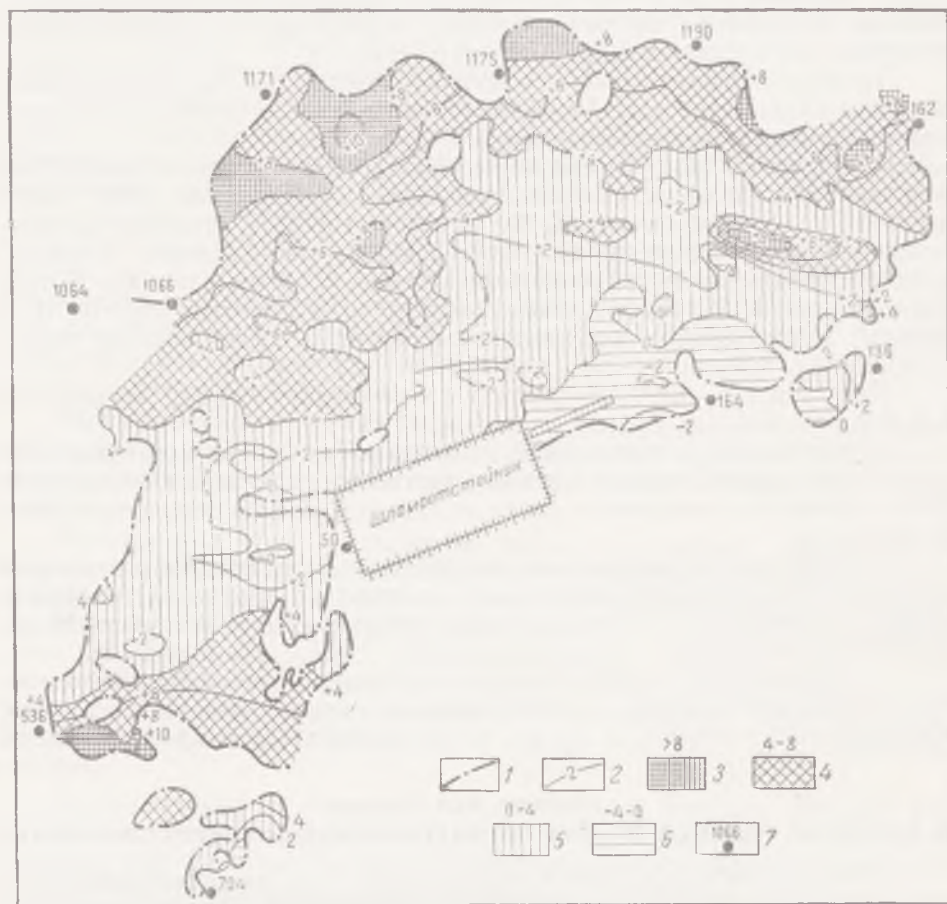


Рис. 158. Рельеф подошвы рудного пласта на Максимо-Тимошевском участке  
1 — контур рудной залежи; 2 — изогипсы подошвы рудного пласта (проведены через 2 м); 3—6 — отметки подошвы рудного пласта; 7 — буровые скважины

Высотные отметки подошвы пласта от минус 4,72 м до плюс 10,67 м; уклон рудного пласта (по подошве) 6,4 м на 1 км. Рельеф кровли рудного пласта в очень сглаженной форме повторяет рельеф подошвы пласта.

Максимальные отметки кровли рудного пласта (более плюс 10 м) наблюдаются в северной части участка и на юге Красногригорьевской площади. Минимальные отметки кровли пласта, близкие к 0, характеризуют юго-восточную часть участка и северную часть Красногригорьевской площади. Отметки кровли пласта — минус 3,58—плюс 12,66 м; амплитуда колебания 16,24 м.

В северной и юго-западной частях рудной площади наблюдаются отдельные безрудные «окна», обусловленные фациальным выклиниванием рудного пласта и древнечетвертичным размывом.

Мощность рудного пласта от нескольких сантиметров до 4,75 м, в среднем 1,97 м (данные по 851 скважине). Распределение площадей с различной мощностью рудного пласта показано на рис. 159. Минимальную мощность (менее 0,75 м) рудный пласт имеет вблизи контуров залежи. На большей части площади мощность пласта 0,75—2 м. Максимальную мощность рудный пласт имеет в центральной и восточной частях участка. Уменьшение мощности рудного пласта в северном и северо-восточном направлениях объясняется подъемом

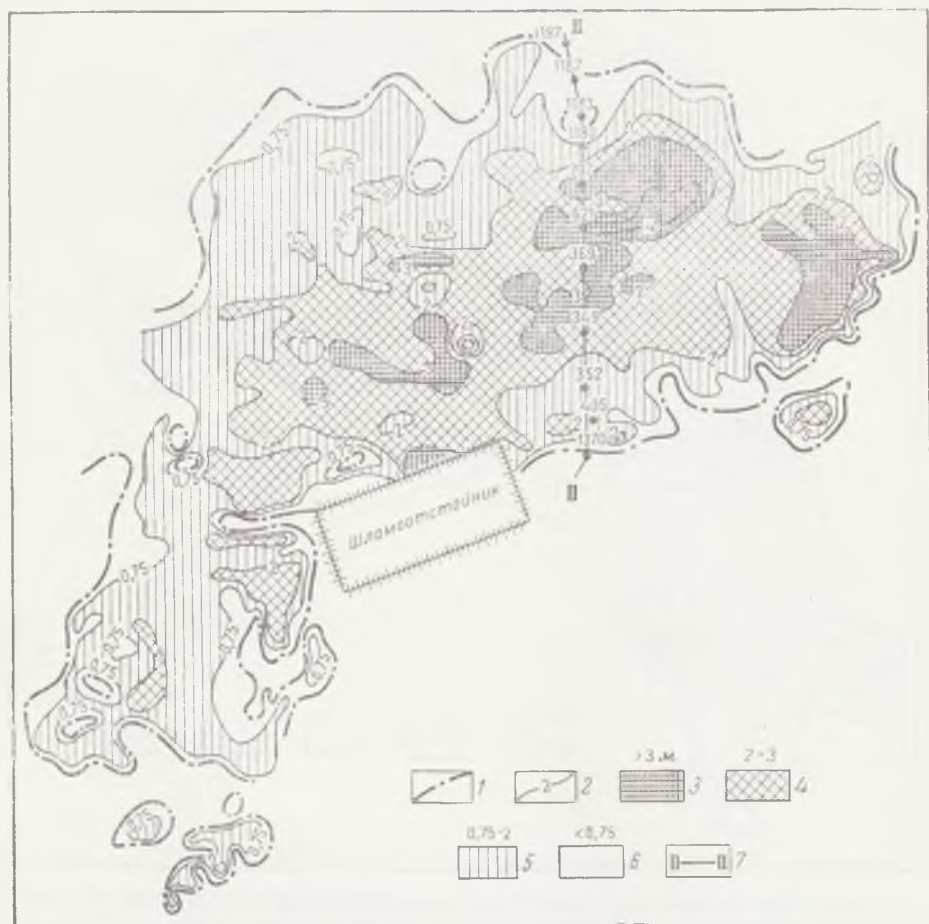


Рис. 159. Мощность рудного пласта на Максимово-Тимошевском участке  
1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии мощности рудного пласта; 3—6 — мощность рудного пласта; 7 — линия геологического разреза

рельефа поверхности кристаллических пород; на юге и юго-западе участка имеет место древнечетвертичный размыв.

Значительная часть запасов марганцевой руды Максимово-Тимошевского участка отработана (см. рис. 162). На площади проектируемых работ мощность рудного пласта не превышает 2 м.

Рудный пласт залегает на разнозернистых глауконитовых песках нижнеолигоценного возраста, которые подстилаются серовато-зелеными песчаными глинами. Подрудные пески окрашены гидроокислами марганца в серый и черный цвета. В южной части участка и в виде островков на остальной части описываемой площади породами подошвы рудного пласта служат глины. Еще менее распространены в подошве рудного пласта кристаллические породы и каолины, наблюдаемые в северо-восточной и юго-западной частях участка (рис. 160).



В кровле рудного пласта лежат глины нижнего олигоцена и среднего миоцена и пески (рис. 161). В виде «островков» наблюдаются неогеновые пески в северной части участка и древнечетвертичные — в южной и юго-западной. На юге участка пески в кровле пласта преобладают.

Глубина залегания марганцевой руды изменяется в широких пределах: от 5,9 м в южной части до 62,7 м в северной части участка,



Рис. 160. Породы подошвы рудного пласта на Максимово-Тимошевском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — докембрийские кристаллические породы; 3 — каолин первичный. Эоцен-олигоценовые породы: 4 — глины; 5 — песок

в среднем 25,8 м. Глубина залегания марганцевой руды зависит главным образом от рельефа местности.

Соотношение вскрыши в кубометрах на 1 т руды 0,78—82, в среднем 13,5\*. Как правило, на площадях с максимальной мощностью вскрышных пород соотношение вскрыши превышает 30 м<sup>3</sup> на 1 т руды (северная и западная части участка). В южной и юго-западной частях месторождения мощность вскрышных пород не превышает 20 м; соотношение вскрыши на большей части площади менее 10 и 10—20 м<sup>3</sup> на 1 т руды (рис. 162).

Разработка руд в южной и юго-западной частях участка производится открытым способом, в северной — подземным.

В пределах Максимово-Тимошевского участка залегают окисные

\* Данные средней мощности вскрышных пород и соотношения вскрыши в кубометрах на 1 т руды приведены для площади, которая на 1/1 1961 г. не отработана.

марганцевые руды, представленные стяжениями окислов и гидроокислов марганца в песчано-глинистой вмещающей породе.

Рудный пласт сложен серией рудных слоев или пачек, отчетливо выделяющихся макроскопически. Число пачек 2—8, мощность пачек от нескольких сантиметров до 1,25 м. Отличаются они друг от друга формой минеральных образований, количеством их, литологическим составом вмещающей породы, характером распределения вмещающей



Рис. 161. Породы кровли рудного пласта на Максимова-Тимошевском участке  
1 — контур рудной залежи; 2 — глина олигоценая; 3 — песок древнеаллювиальный

породы. Строгой закономерности в чередовании пачек не наблюдается, отдельные пачки иногда прослеживаются на значительные расстояния. Среди рудных слоев наблюдаются прослои пустой породы мощностью от нескольких сантиметров до 1 м.

На участке распространены кусковые, конкреционные, пизолитовые, землистые (сажистые) и сплошные руды. Из перечисленных текстурных разновидностей наибольшее распространение имеют кусковые и землистые руды. Преобладающей вмещающей породой руд в центре участка является глина.

Для характеристики строения рудного пласта в центральной части участка ниже приводится описание забоя VI северного штрека шахты 24 рудника им. Максимова, где в 120 м от ствола шахты рудный пласт имеет мощность 2,35 м. Представлен он шестью пачками, среди которых встречены 2 прослоя пустой породы (рис. 163).

### Разрез рудного пласта (сверху вниз):

I пачка. Марганцевая руда окисная, землисто-конкреционная. Конкреции округлой формы с неровной поверхностью. Величина конкреций 30—35 мм. Вмещающей породой служит песчаная глина с включением зерен кварца и землистых гидроокислов марганца . . . . .

II пачка. Глина серовато-зеленого цвета . . . . .

III пачка. Марганцевая руда окисная, землисто-кусковато-конкреционная. Размер кусков и конкреций до 4 см. Текстура кусков ячеистая. К почве слоя количество кусков и конкреций увеличивается. Вмещающей породой служит песчаная глина . . . . .

0,65 м  
0,05 „  
0,5 „

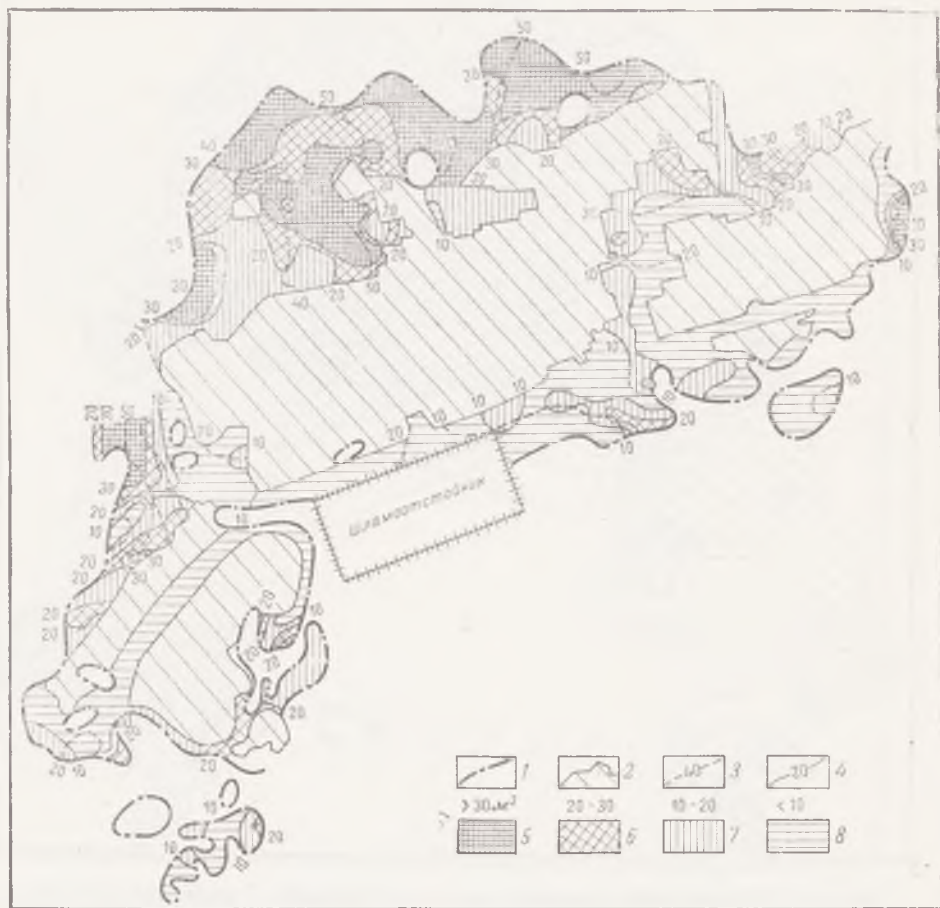


Рис. 162. Мощность вскрыши и соотношения вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды на Максимо-Тимошевском участке

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — изолинии мощности вскрыши (проведены через 10 м); 4 — изолинии соотношения вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды; 5—8 — соотношения вскрыши в м<sup>3</sup> на 1 т руды

IV пачка. Марганцевая руда окисная, сплошная, ячеистая, черного цвета 0,2 м

V пачка. Песок кварцевый, мелкозернистый с отдельными зернами кварца величиной 2—3 мм. Цвет песка желтовато-серый. Наблюдаются охристые затеки гидроокислов железа 0,4 „

VI пачка. Марганцевая руда окисная, землисто-конкреционная. Количество конкреций увеличивается к концу интервала. Вмещающей породой служит разнозернистый кварцевый песок. В нижней части слоя наблюдается прослой сплошной марганцевой руды ячеистого строения мощностью 4 см 0,55 „

Кровлей рудного пласта служит глина зеленого цвета с бурыми затеками гидроокислов железа; почвой — песок кварцевый, мелкозернистый, желтовато-серого цвета, с бурыми затеками гидроокислов железа.

По периферии участка наиболее распространены землистые и конкреционно-землистые руды. Вмещающей породой этих руд служит

песок, который местами образует самостоятельные прослои мощностью до 1 м среди рудных слоев.

При приближении к нулевому контуру залежи имеет место постепенное замещение не только глинистой вмещающей породы, но и руды песком.

Иллюстрирует строение рудного пласта периферической части участка прилагаемый геологический разрез рудного пласта по южной

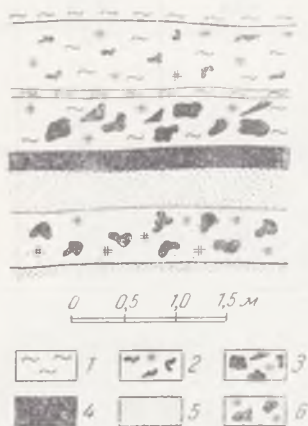


Рис. 163. Зарисовка забоя VI северного штрека шахты 24 РУ им. Максимова

1 — глина; 2 — марганцевая руда, окисная, землисто-конкреционная, вмещающей породой служит глина; 3 — марганцевая руда, окисная, землисто-кусковато-конкреционная; 4 — марганцевая руда, окисная, сплошная; 5 — песок; 6 — марганцевая руда, окисная, землисто-конкреционная, вмещающей породой служит песок

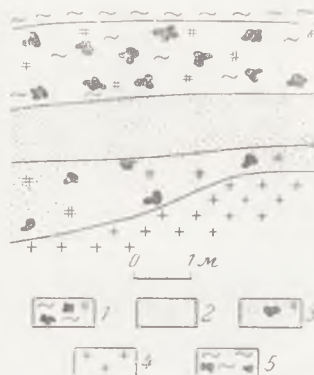


Рис. 164. Зарисовка по южной стенке II разведочного штрека шахты 29 РУ им. Максимова

1 — марганцевая руда окисная, конкреционно-землистая; 2 — песок; 3 — марганцевая руда, окисная, бедная (песок с отдельными конкрециями марганцевой руды); 4 — кристаллическая порода; 5 — глина

стенке II разведочного штрека шахты 29 РУ им. Максимова, находящейся на северо-западной окраине участка (рис. 164).

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ МАКСИМОВО-ТИМОШЕВСКОГО УЧАСТКА

Марганцевые руды Максимово-Тимошевского участка характеризуются следующим содержанием (%) основных компонентов (табл. 131).

Табл. 131 составлена по результатам химических анализов сырой марганцевой руды из различных частей залежи, за исключением ее северной части.

Судить о качестве руд северной части залежи можно по данным сокращенных химических анализов, приведенным в табл. 132.

Содержание Mn в сырой руде Максимово-Тимошевского участка 10,48—38,08%, в среднем 20,33% (результаты опробования рудного керна по 418 скважинам).

Содержание P в сырой руде 0,01—0,126%, в среднем 0,08%.

Судя по результатам шахтного опробования в 1945—1959 гг. (табл. 133), среднее содержание Mn, подсчитанное для отдельных шахтных полей, 19,82—27,38%.

Компоненты	Центральная и восточная части участка			Западная и юго-западная части участка		
	Минимальное	Максимальное	Среднее	Минимальное	Максимальное	Среднее
MnO <sub>2</sub>	—	—	—	21,24	30,51	24
SiO <sub>2</sub>	20,07	44,81	32,05	48,9	54,76	51,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,48	4,34	3,76	3,16	4,14	3,73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	4,22	3,14	—	—	2,4
MnO	33,09	46,36	38,86	2,97	8,19	6,61
CaO	1	2,06	1,38	1,68	2,21	1,89
MgO	0,98	5,42	2	0,36	1,29	0,67
BaO	0,22	0,3	0,29	—	—	—
SO <sub>3</sub>	0,34	0,56	0,42	0,049	0,112	0,076
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,33	0,49	0,36	0,375	1,01	0,613
П.п.п.	6,23	9,24	7,61	—	—	8,04
Сумма	—	—	89,87	—	—	99,82

Таблица 132

Компоненты	Содержание, %		
	минимальное	максимальное	среднее
Mn	10,5	31,2	17,08
P	0,01	0,13	0,08
SiO <sub>2</sub>	42,8	76,2	55,4
Fe	1,6	4,5	2,75

Таблица 133

Среднее содержание Mn в сырой руде (%), по данным рудничного опробования

Годы	Шахты									Красноггорьевский карьер
	23	24	25	5 блс	26	27	25 блс	28	29	
1945	26,73	25,16	26,19	—	—	—	—	—	—	—
1946	25,07	21,17	21,54	—	—	—	—	—	—	—
1947	26,03	22,19	22,72	—	—	—	—	—	—	—
1948	25,92	23,96	23,12	28,09	—	—	—	—	—	—
1949	26,7	23,57	22,13	27,13	—	—	—	—	—	—
1950	23,28	21,66	24,4	27,02	23,09	—	—	—	—	—
1951	—	—	24,54	27,29	24,59	22,12	20,02	—	—	—
1952	—	—	—	—	24,99	21,62	22,51	—	—	—
1953	—	—	—	—	25,91	20,68	22,79	—	—	—
1954	—	—	—	—	26,55	20,4	22,54	20,44	—	—
1955	—	—	—	—	27,13	19,81	27,36	22,89	20,32	27,47
1956	—	—	—	—	—	19,62	20,48	20,62	20,63	27,85
1957	—	—	—	—	—	—	21,09	19,38	19,77	26,36
1958	—	—	—	—	—	—	—	20,31	19,31	26,35
1959	—	—	—	—	—	—	—	20,79	19,06	25,52
Среднее	25,62	22,95	23,52	27,38	25,38	20,71	22,4	20,74	19,82	26,71

На участке преобладают руды, отвечающие кондициям. Высокое содержание Mn имели руды центральной части участка, ныне отработанной; к западу и северу наблюдается уменьшение содержания Mn и повышение содержания SiO<sub>2</sub> в рудном пласте.

Руды северной части залежи местами не отвечают кондициям по содержанию Mn, но содержание P в них пониженное по сравнению с рудами центра участка (см. табл. 132).

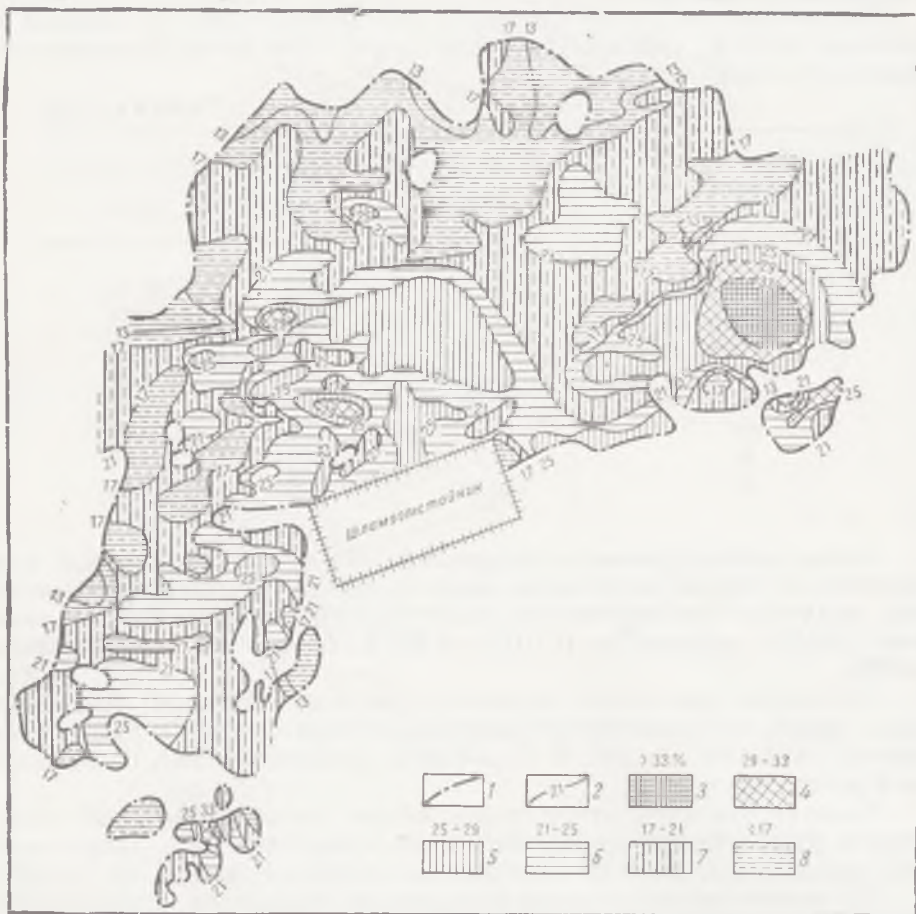


Рис. 165. Содержание Mn в рудном пласте на Максимово-Тимошевском участке  
 1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии содержания Mn в необогащенной руде (проведены через 4%); 3—8 — содержание Mn в необогащенной руде

Ухудшение качества руд в северном и западном направлениях объясняется тем, что по направлению к контуру залежи увеличивается содержание кварца и глинистых минералов и уменьшается содержание марганцевых минералов в рудном пласте.

В целом на Максимово-Тимошевском участке преобладают руды с содержанием Mn 17—21%. Залегают эти руды в основном в северной, западной и юго-западной частях участка (рис. 165).

Значительную площадь занимают некондиционные руды. Размещены они в северной и западной частях участка. Руды, содержащие более 21% Mn, встречены в центральной, восточной, южной и юго-западной частях участка. Эти руды в основном отработаны или находятся в полосе отчуждения Приднепровской ж. д. В южной приконтурной части залежи сохраняется высокое качество руд, так как южная

граница залежи обусловлена древнечетвертичным размывом пласта, а не фациальным выклиниванием.

Установлено, что более высокое содержание Mn свойственно в основном верхним слоям (пачкам) рудного пласта.

Распределение фосфора в рудном пласте зависит от распределения марганца. Как правило, с повышением содержания Mn увеличивается содержание P, что прослеживается на площади месторождения и в вертикальном разрезе.

Химический состав обогащенной бессортной руды, по данным 26 анализов проб из скважин западной части Максимова-Тимошеевского участка, приведен в табл. 134.

Т а б л и ц а 134

Компоненты	Содержание, %		
	минимальное	максимальное	среднее
SiO <sub>2</sub>	7	46,68	30,79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,17	4,36	2,34
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,06	4,53	2,69
CaO	2,5	8,44	5,89
MgO	0,96	4,32	2,23
Mn	24,93	44,22	31,59
S	0,1	0,081	0,04
P	0,136	0,201	0,175

Более полные данные о содержании Mn и P в обогащенной руде получены с учетом результатов многочисленных сокращенных химических анализов: содержание Mn 10,34—51,52%, среднее по 401 скважине 32,55%; содержание P 0,075—0,422%, среднее по 143 скважинам 0,158%.

Сравнивая химические анализы сырой и обогащенной бессортной руды, видим, что в результате промывки содержание Mn в рудах повышается в среднем на 12%, P — на 0,08%. Количество SiO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при этом резко понижается.

Следует отметить, что в подавляющем большинстве проб обогащенной руды участка содержание P не превышает 0,2% (кондиционный предел для сорта «А»). Среднее содержание P на 1% Mn 0,0048%.

По данным обогатительной фабрики им. Максимова, среднее содержание Mn в обогащенной бессортной руде за 14 лет (1946—1959 гг.) 37,55%. Таким образом, промышленные и лабораторные показатели отличаются на 5%. Указанное расхождение может быть объяснено тем, что на обогатительную фабрику поступали руды главным образом из центральной части залежи, характеризующиеся средним содержанием Mn в сырой руде, равным 23,5%, тогда как лабораторные данные относятся ко всему участку в целом со средним содержанием Mn в сырой руде, равным 20,33%.

Изменение содержания Mn в обогащенной бессортной руде по площади залежи в общем согласуется с качеством сырой руды. Так, руды центральной, восточной и западной частей залежи более высокого качества, чем северной и юго-западной (рис. 166).

Обогащенная бессортная руда относится в основном ко II и III сортам. Некондиционная руда занимает около 24% площади. Она наблюдается в основном в юго-западной и северной частях залежи и в виде узкой полосы в центре участка.

Руда с содержанием Mn выше 47% встречена на ограниченной площади на юго-западе участка (район рудного «острова»). К ней

примыкает площадь руды I сорта. Площадь распространения руды I сорта в восточной части залежи частично отработана, а частично совпадает с охранным целиком Приднепровской ж. д.

Руды Максимова-Тимошевского участка в основном песчанистые, трудно поддаются обогащению. В отдельных случаях при обогащении землистых песчаных руд промывка приводит к уменьшению содержания Mn, так как землистые минералы марганца при промывке вместе

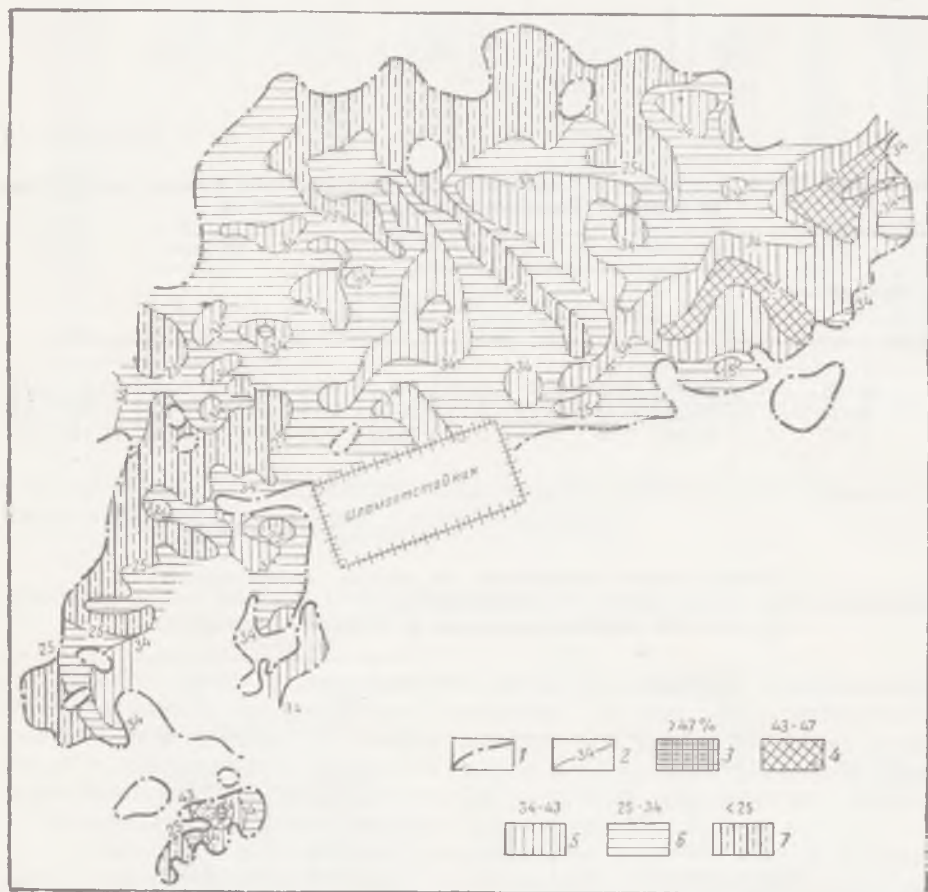


Рис. 166. Содержание Mn в обогащенной руде на Максимова-Тимошевском участке  
1 — контур рудной залежи; 2 — изолинии содержания Mn в обогащенной руде; 3—7 — содержание Mn в обогащенной руде

с глинистыми частицами уходят в отмоины, а песок остается в концентрате.

Схема промышленного обогащения руд на обогатительной фабрике РУ им. Максимова включает, помимо промывки, следующие операции: классификацию на грохотах, гравитационную отсадку и электромагнитную сепарацию.

При лабораторном обогащении проб из скважин производились промывка, разделение на классы по крупности и отсадка. Лабораторное обогащение проведено при разведке северной части участка и Красногригорьевской площади (табл. 135, 136, 137).

При разделении мытой руды на классы по крупности (фракции) богатые Mn частицы концентрируются во фракциях более 25 и 25—8 мм. Содержание Mn во фракции 3—1 мм ниже кондиций.



## Содержание Мп и Р в продуктах лабораторной промывки и ситового анализа руд из 16 скважин Максимово-Тимошевского участка

Компоненты	Исходная сырая руда	Мытая бессортная руда	Фракции мытой руды, мм			
			> 25	25—8	8—3	3—1
Мп	20,86	30,11	37,57	38,38	33,18	22,46
Р	0,097	0,272	0,218	0,21	0,194	0,13

Таблица 136

## Содержание Мп и Р в продуктах лабораторной гравитационной отсадки мытой руды из скважин Максимово-Тимошевского участка

Фракции, мм	Исходная проба		I слой		II слой		III слой		IV слой	
	Мп	Р	Мп	Р	Мп	Р	Мп	Р	Мп	Р
25—8	35,98	0,15	36,7	0,16	34	0,14	37,1	0,15	36,2	0,16
8—3	29,35	0,16	28,73	0,15	28,38	0,15	29,37	0,15	31,39	0,16
3—1	16,16	0,08	15,79	0,08	15,68	0,08	15,74	0,08	17,14	0,09

Таблица 137

## Выход сортов концентрата, по данным лабораторного обогащения

Сорта руд	Выход, %	Содержание, %	
		Мп	Р
„А“	0,12	50,63	0,12
I	0,04	45,94	0,17
II	11,1	38,13	0,16
III	10,9	30,85	0,14
Некондиционные	9,2	16,34	0,09

При лабораторной гравитационной отсадке выделенные слои отличаются друг от друга по содержанию Мп на 2—3% (см. табл. 136).

Более показательны для характеристики обогатимости руд всей залежи данные промышленного обогащения (табл. 138).

Концентраты, выпускаемые обогатительной фабрикой им. Максимова, относятся к III, II и I сортам. Лишь в 1946—1948 гг. и в 1960 г. в незначительном количестве выпущена руда сорта «А», пригодная для выплавки ферромарганца.

Таким образом, руды Максимово-Тимошевского участка (сырые и обогащенные) характеризуются невысоким содержанием Мп. По умеренному содержанию Р они, наоборот, выгодно отличаются от руд других участков, так как этот показатель обычно не превышает предела, установленного для сорта «А», т. е. не выше 0,2%.

Наиболее высококачественные руды, которые были сосредоточены в центральной и восточной частях залежи, уже извлечены. Не отработаны руды, находящиеся в зоне стчуждения Приднепровской ж. д.,

## Сортовой состав продукции обогатительной фабрики РУ им. Максимова, %

Годы	Сорт „А“		I сорт		II сорт		III сорт		Бессортная	
	Выход	Мп	Выход	Мп	Выход	Мп	Выход	Мп	Выход	Мп
1946	1,56	50,68	2,7	44,57	21,96	38,71	1,56	27,1	27,78	39,3
1947	0,37	47,88	7,95	45,32	15,31	38,44	6,18	27,32	29,81	38,08
1948	0,29	49,13	6,71	45,67	19,45	38,83	3,85	28,42	30,3	39,12
1949	—	—	7,23	45,7	21,83	38,08	4,64	28,88	33,7	38,45
1950	—	—	6,46	46	25,13	37,93	4,68	28,75	36,27	38,18
1951	—	—	6,33	46,17	25,81	37,91	6,57	28,09	38,71	37,6
1952	—	—	4,52	45,72	29,56	37,64	6,94	29,14	41,02	37,09
1953	—	—	4,13	45,99	31,79	37,77	6,87	29,79	42,79	37,28
1954	—	—	3,46	45,94	32,41	37,58	5,65	29,41	41,52	37,16
1955	—	—	5,51	46,33	27	37,4	7,07	27,75	39,58	36,92
1956	—	—	5,99	45,98	25,46	36,43	6,5	28,07	37,95	36,5
1957	—	—	6,43	47,05	23	36,24	9,74	29,39	39,17	36,31
1958	—	—	7,77	47,96	24,16	36,1	8,9	28,61	40,83	36,73
1959	—	—	9,03	46,97	25,09	36,5	8,3	27,71	42,42	37,01
1960	2,86	48,62	6	45,56	22,83	35,97	9,06	29,03	40,75	36,73
Среднее	0,34	49,08	6,01	46,06	24,72	37,43	6,44	28,5	37,51	37,5

и руды западной и периферической частей залежи, уступающие по качеству рудам центральной и восточной частей.

#### УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ И СТРОЕНИЕ РУДНОГО ПЛАСТА НА ЗАКАМЕНСКОМ, НОВОСЕЛОВСКОМ И НИКОЛАЕВСКОМ УЧАСТКАХ

Рудные площади Закаменского, Новоселовского и Николаевского участков имеют неправильные очертания (см. рис. 167), обусловленные главным образом рельефом поверхности кристаллических пород. На юге Закаменского участка, в южной и юго-восточной частях Новоселовского участка граница рудных залежей генетически связана с древнечетвертичными размывами в долинах рек.

Постепенное фаціальное выклинивание рудного пласта установлено в северо-восточной и восточной частях Николаевского участка. На Новоселовском и Николаевском участках рудный пласт залегает непрерывно. Здесь нет безрудных «окон», характерных для других участков Никопольского бассейна. Закаменская рудная залежь разделена выступами кристаллического массива на три небольшие площади.

Мощность рудного пласта на Закаменском участке небольшая — 0,95—2,25 м, в среднем 1,8 м; максимальная мощность, превышающая 2 м, наблюдается лишь на небольшой площади в центре участка.

Мощность рудного пласта на Новоселовском участке 0,2—3,7, в среднем 2 м. На Николаевском участке изменения мощности еще более значительны — 0,05—5,05 м, в среднем 1,4 м. Минимальную мощность рудный пласт имеет в приконтурной части залежей, максимальную — в центральных частях залежей (рис. 167). На западе и юге Николаевского участка мощность рудного пласта резко изменяется вблизи границы участка.

Непостоянство мощности рудного пласта в границах залежей вызвано размывами и главным образом неровным рельефом поверхности кристаллических пород. В местах понижения поверхности кристаллического фундамента наблюдается увеличение мощности рудного пласта и наоборот.

На Новоселовском и Николаевском участках рудный пласт залегает слабоволнисто на положительных высотных отметках (рис. 168). На Новоселовском участке намечается наклон рудного пласта в южном направлении, к р. Томаковка. На Николаевском участке имеется

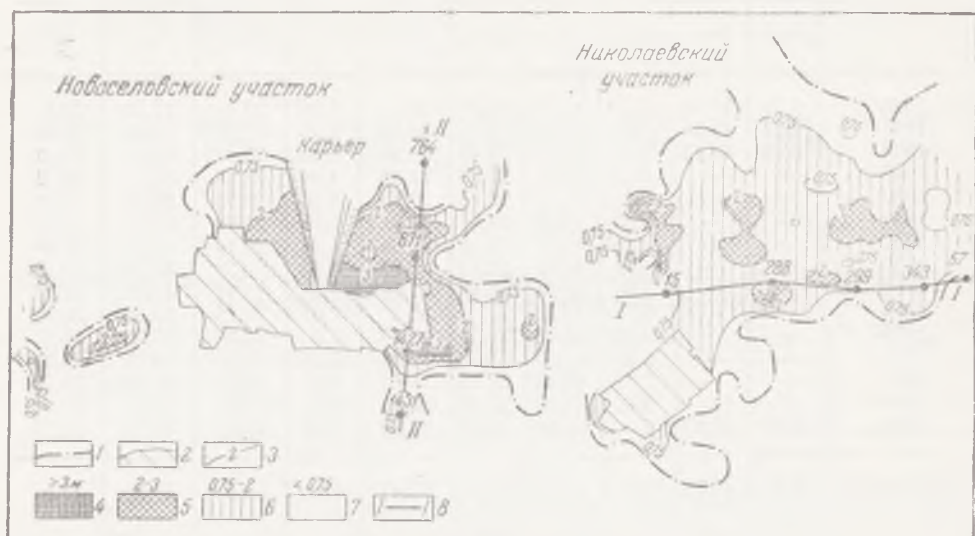


Рис. 167. Мощность рудного пласта на Закаменском, Новоселовском и Николаевском участках

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — изолинии мощности рудного пласта; 4—7 — мощность рудного пласта; 8 — линии геологического разреза

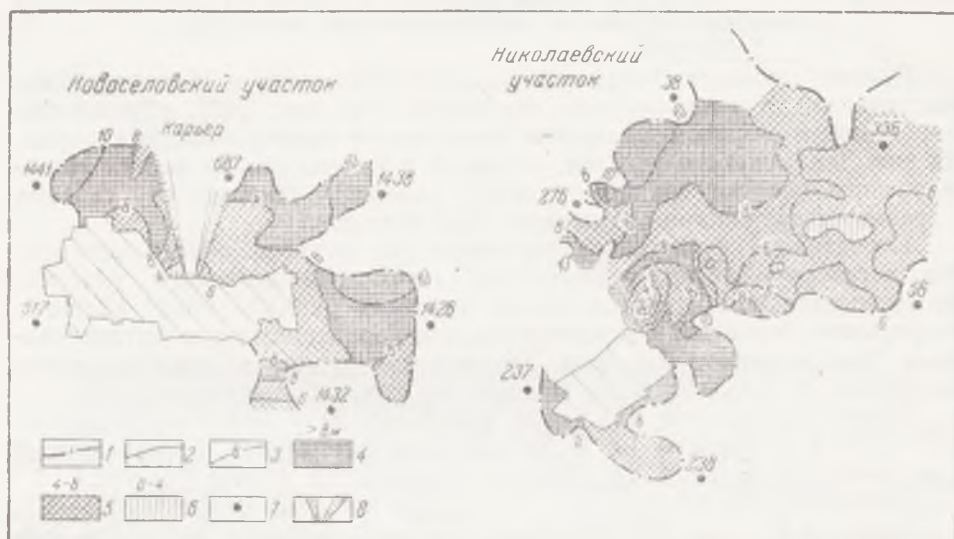


Рис. 168. Рельеф подошвы рудного пласта на Новоселовском и Николаевском участках  
1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — изогипсы подошвы рудного пласта (проведены через 2 м); 4—6 — отметки подошвы рудного пласта; 7 — буровые скважины; 8 — карьер

местное резкое погружение пласта в районе северной границы отработанной площади.

Наиболее высокое положение подошвы рудного пласта (более плюс 8 м) установлено на Новоселовском участке, в северной и восточной его частях, а также на западе Николаевского участка.

Минимальные высотные отметки подошвы (около плюс 4 м) рудный пласт имеет в отдельных пунктах, расположенных в центральной части Новоселовского участка, западной и центральной частях Николаевского участка.

Высотные отметки кровли рудного пласта на Новоселовском участке превышают 8 м. Лишь на двух небольших площадях в центральной и юго-восточной частях залежи отметки кровли пластов 4—8 м.

В восточной части Николаевского участка рудный пласт залегает на отметках 4—8 м. Отметки кровли пласта в западной части Николаевского участка превышают 8 м, за исключением юго-западной окраины и площади к северу от отработанного поля, где фиксируются погружение рудного пласта и отметки кровли пласта менее 8 м.

Колебания отметок подошвы и кровли рудного пласта приведены в табл. 139.

Таблица 139

Участки	Отметки подошвы		Амплитуда колебания	Отметки кровли		Амплитуда колебания
	минимальные	максимальные		минимальные	максимальные	
Новоселовский	3,35	10,92	7,57	7,02	12,37	5,35
Николаевский	0,63	10,76	10,13	1,63	12,92	11,29

В подошве рудного пласта на большей части площади Новоселовского участка залегают кристаллические породы и каолины. Пески в подошве пласта наблюдаются в центральной, северной и северо-восточной частях участка.

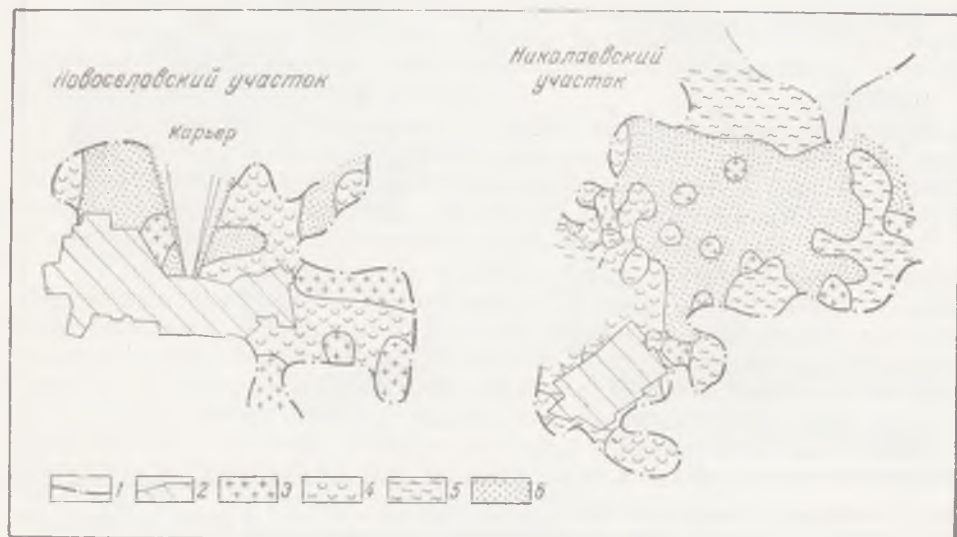


Рис. 169. Породы подошвы рудного пласта на Новоселовском и Николаевском участках  
 1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — докембрийские кристаллические породы; 4 — каолин первичный. Эоцен-олигоценовые породы: 5 — глина; 6 — песок

Породы подошвы рудного пласта на Николаевском участке более разнообразны; здесь, помимо указанных выше пород, встречены глины, которые распространены по периферии участка, и пески. Наиболее широко распространены пески, занимающие центр участка. Среди песков в виде «пятен» наблюдаются кристаллические породы. Каолины встречены на западе участка (рис. 169).

Кровлей рудного пласта на рассматриваемой площади служат в основном глины среднего миоцена. Аллювиальные пески древнечетвертичного возраста встречены лишь на юго-востоке и северо-западе

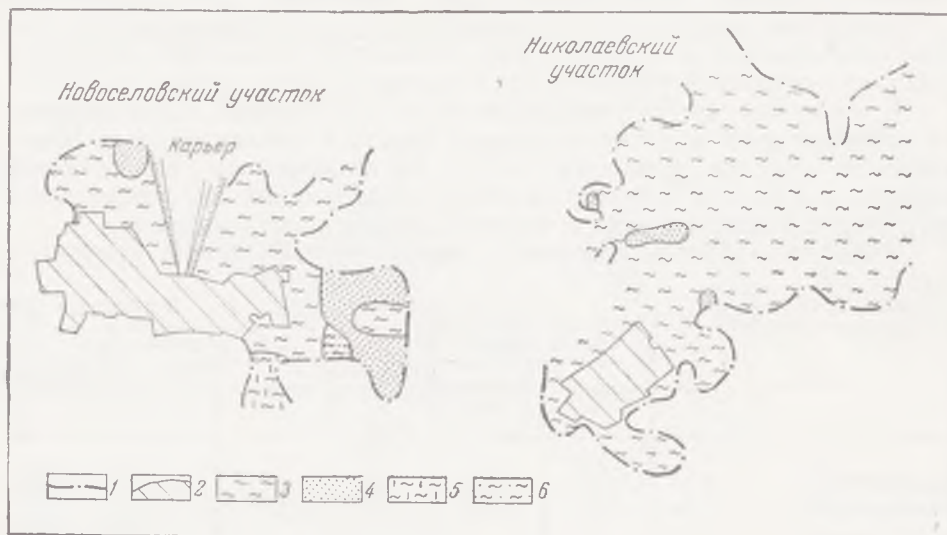


Рис. 170. Породы кровли рудного пласта на Новоселовском и Николаевском участках  
1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — глина миоценовая. Древнечетвертичные породы: 4 — песок; 5 — глина илестая; 6 — суглинок четвертичный

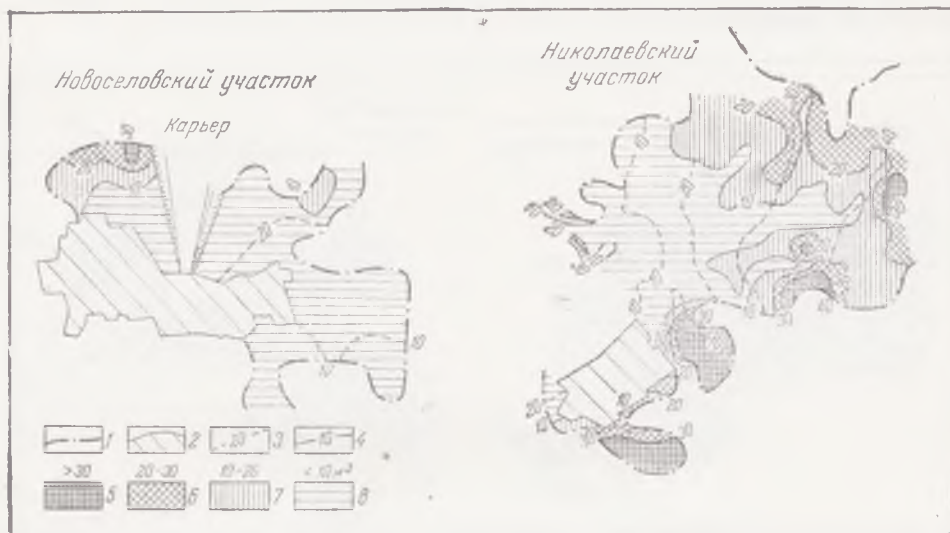


Рис. 171. Мощность вскрыши и соотношения вскрыши в  $m^3$  на 1 т руды на Новоселовском и Николаевском участках  
1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — изолинии мощности вскрыши (проведены через 10 м); 4 — изолинии соотношения вскрыши в  $m^3$  на 1 т руды; 5—8 — соотношения вскрыши в  $m^3$  на 1 т руды

Новоселовского участка и в виде изолированных пятен в западной части Николаевского участка (рис. 170).

Глубина залегания пласта на Новоселовском участке невелика — 2 — 27,6 м. Средняя мощность вскрышных пород — 21,5 м. Соотношение вскрыши в кубометрах на 1 т руды — 0,7—32,4, причем преобладают величины менее 10  $m^3$  на 1 т руды. Лишь в северо-западной части участка наблюдается увеличение соотношения до 30  $m^3$  на 1 т руды.

Мощность вскрышных пород на Николаевском участке 3,3—46,5 м, в среднем 25 м. Наибольшая мощность вскрыши в восточной части залежи. В западном направлении, к р. Томаковка, мощность покрываемой толщии пород уменьшается (рис. 171).

На Новоселовском участке распространена окисная марганцевая руда. Она представлена следующими текстурными разновидностями: кусковой, конкреционной, пизолитовой, землистой и цементационной. Размещение указанных текстурных разновидностей марганцевых руд не подчинено строгой закономерности.

Конкреционные и кусковые руды совместно с землястыми залегают преимущественно в верхней части пласта. Сложены они рудными конкрециями шарообразной формы, концентрически-скорлуповатого сложения, размером 2—8 см, и стяжениями неправильной формы, ячеистой текстуры. Вмещающей породой служат землястые гидроокислы марганца и глина.

Средняя часть рудного пласта представлена пизолитовой рудой. Размер пизолитов 2—8 мм. Изредка встречаются конкреции. Вмещающей породой служит глина, реже марганцевая «сажа». Нижняя часть пласта сложена земляистой рудой — смесью кварцевого песка с землястыми гидроокислами марганца.

На Северном участке Новоселовского карьера (рис. 172) в верхней части пласта местами встречена пизолитовая марганцевая руда в виде слоя мощностью 0,25 м. Вмещающей породой пизолитовой руды служит палевая глина, местами окрашенная гидроокислами железа в охристо-желтый цвет. Ниже залегает кусково-конкреционная руда слоем мощностью 0,55 м, в котором рудные стяжения залегают вместе с землястыми гидроокислами марганца и реже палевой глиной.

Нижнюю пачку рудного пласта мощностью 1,3 м слагает пизолитовая руда. Помимо пизолитов, изредка встречаются конкреции. Вмещающая порода — глина, включающая зерна и обломки кварца, а также землястые рудные частицы.

Кровлей руды служит зеленая глина с известковыми включениями, зернами кварца и дендритами марганцевых минералов. На контакте с марганцевой рудой глина окрашена гидроокислами железа в желтый цвет. Наблюдаются бобовины лимонита. В подошве рудного пласта лежат кварцевый мелкозернистый песок и кристаллические породы.

На севере Новоселовского участка, где руда залегает на высоких абсолютных отметках, в нижней части рудного пласта имеется слой цементационной руды, представленной кварцевым грубозернистым песчаником с марганцеворудным цементом. В двух скважинах, расположенных на северо-западе и северо-востоке участка, пласт полностью представлен цементационной рудой. На Николаевском участке распространены кусковые, конкреционные, пизолитовые (оолитовые), землястые и цементационные руды. Кусковые руды преимущественно ноздреватые, с кварцевым песком в пустотах.

Кусковые, конкреционные, пизолитовые (оолитовые) и землястые руды залегают обычно в верхней части пласта. Вмещающей породой здесь служит глина. Нижняя часть пласта сложена кварцевым песком с землястыми гидроокислами марганца, а также цементационной рудой.

Строение рудного пласта на Новоселовском и Николаевском участках в общем аналогичное, но в рудах Николаевского участка несколько больше кварцевых зерен и имеются обломки кристаллических пород.

Значительное распространение цементационных руд и наличие прослоев пустых песчаных пород в рудах Новоселовского, Николаевского и северной части Максимова-Тимошевского участков могут рас-

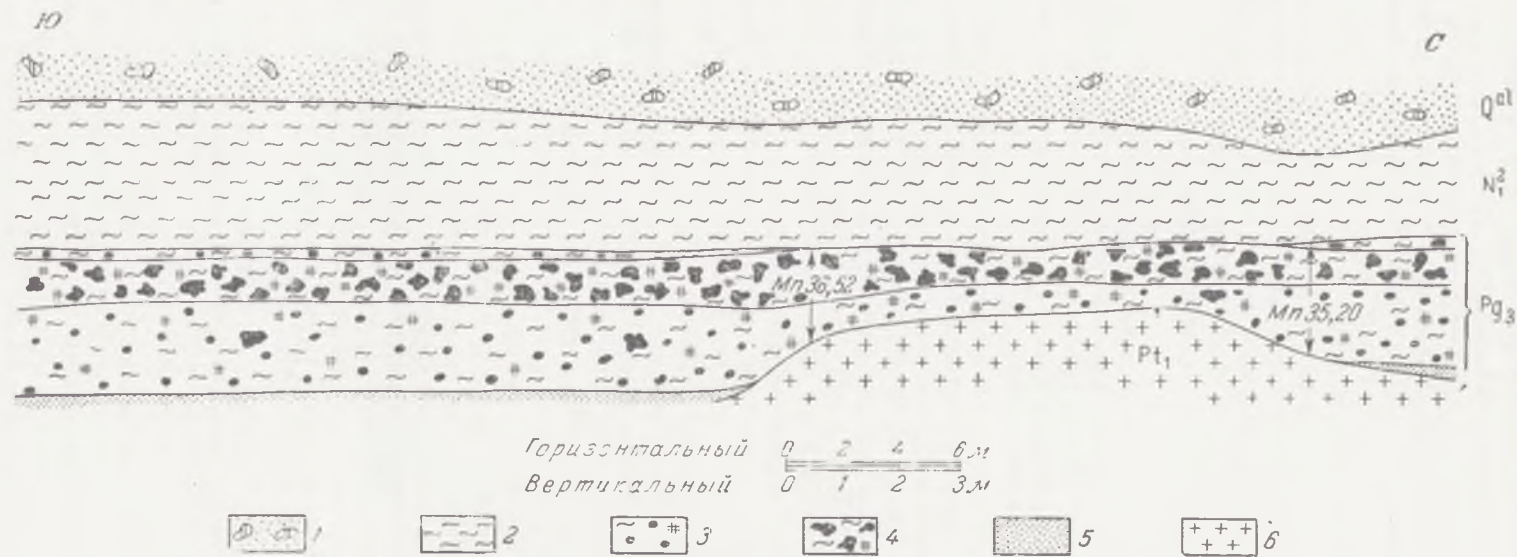


Рис. 172. Зарисовка западной стенки Северного участка Новоселовского карьера

1 — песок с обломками кварца; 2 — глина; 3 — марганцевая руда, окисная, пизолитовая; 4 — марганцевая руда окисная, кусково конкреционно-землистая; 5 — песок; 6 — кристаллическая порода

смагиваться как признаки близости береговой линии в период рудоотложения, а обломки кристаллических пород в руде свидетельствуют о том, что поблизости были скалистые берега или подводные скалы.

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ НОВОСЕЛОВСКОГО И НИКОЛАЕВСКОГО УЧАСТКОВ

Химический состав сырой руды Новоселовского участка, по данным анализа 4 композитных проб, отобранных в 1956 и 1959 гг. из Новоселовского карьера, следующий, %:  $\text{SiO}_2$ —34,06;  $\text{MnO}_2$ —43,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —4,87;  $\text{CaO}$ —2,38;  $\text{MgO}$ —1,24;  $\text{Fe}$ —2,18;  $\text{Mn}$ —28,6;  $\text{P}$ —0,186;  $\text{S}$ —0,056.

Судить о химическом составе обогащенной марганцевой руды можно по данным анализов кусковых, а также пизолитовых и конкреционных руд из Новоселовского карьера (см. табл. 44 и 45, пробы 7100 и 7091).

Мытые пизолитовые и конкреционные руды участка по сравнению с кусковыми содержат больше  $\text{Mn}$  и меньше  $\text{SiO}_2$ . Высокое содержание  $\text{MnO}_2$  указывает на то, что в рудах преобладает пиролюзит.

За пределами Новоселовского карьера качество руд несколько снижается главным образом вследствие увеличения количества землистых и цементационных разновидностей руд в пласте. Поэтому показатели качества руд, полученные при разведочных работах, для участка в целом (табл. 140) уступают показателям качества руд карьера.

Таблица 140

Содержание  $\text{Mn}$  и  $\text{P}$  в сырой и мытой руде Новоселовского участка  
(пробы из разведочных скважин)

Компоненты	Сырая руда			Мытая руда		
	Минимальное	Максимальное	Среднее	Минимальное	Максимальное	Среднее
$\text{Mn}$	12	31,89	23,62	24,7	42,08	34,31
$\text{P}$	0,08	0,34	0,16	0,1	0,2	0,17
$\text{P}$ на 1% $\text{Mn}$	—	—	—	0,0033	0,0078	0,0056

Таблица 141

Содержание  $\text{Mn}$  в продуктах грохочения мытой руды

Компоненты	Исходная сырая	Обогащенная бессортная	Фракции, мм			
			>25	25—8	8—3	3—1
$\text{Mn}$	28,57	35,72	30,16	34,06	41,05	33,08
$\text{P}$	0,2	0,2	—	—	—	—

В пределах Новоселовского участка преимущественно распространены руды с содержанием  $\text{Mn}$  21—29%. Залегают они в центре и на юго-востоке участка (рис. 173). К северу, востоку и югу распространены руды с содержанием  $\text{Mn}$  17—21%. Богатые руды, содержащие более 29%  $\text{Mn}$ , залегают в центральной и восточной частях залежи. Некондиционные руды тяготеют к северной границе участка.

По содержанию  $\text{Mn}$  в обогащенной бессортной руде на участке могут быть выделены руды II и III сортов (рис. 174). Руды II сорта имеются в центре участка на площади, примыкающей к карьере, и в юго-восточной части участка; на остальной площади встречены руды III сорта.



В результате лабораторной промывки содержание Mn повышается на 10,7%, P — на 0,01% (см. табл. 140). Среднее по участку содержание Mn в мытой руде соответствует кондициям для руд II сорта; выход концентрата 29%.

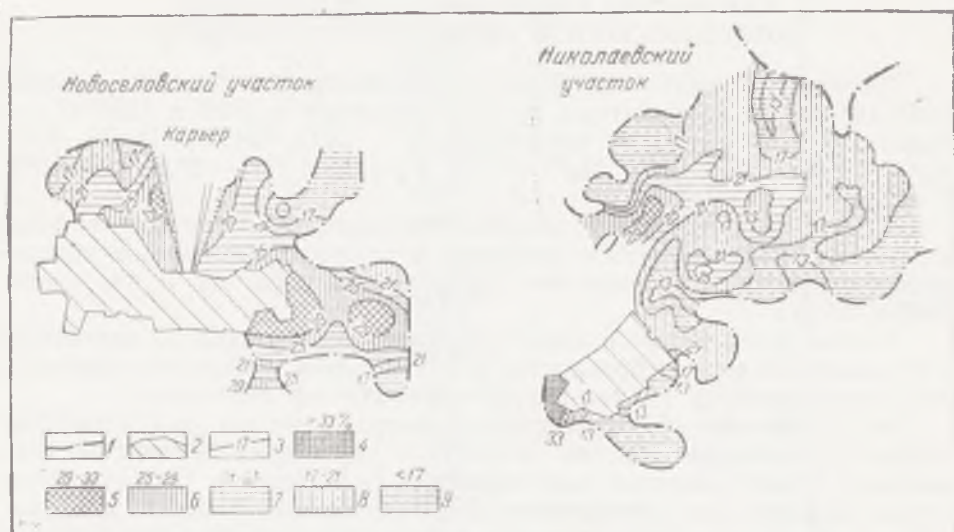


Рис. 173. Содержание Mn в рудном пласте на Новоселовском и Николаевском участках

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — изолинии содержания Mn в необогащенной руде (проведены через 4%); 4—9 — содержание Mn в необогащенной руде

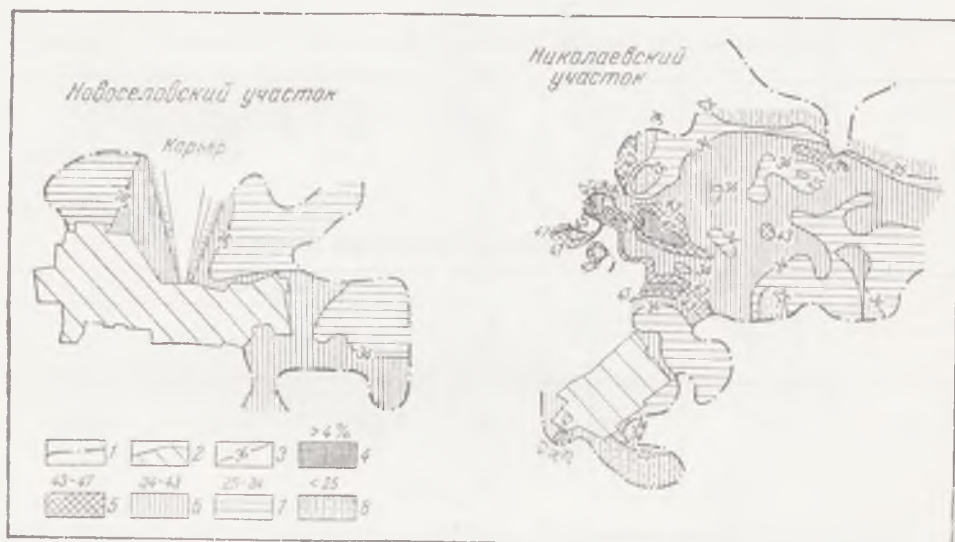


Рис. 174. Содержание Mn в обогащенной руде на Новоселовском и Николаевском участках

1 — контур рудной залежи; 2 — выработанные поля; 3 — изолинии содержания Mn в обогащенной руде; 4—8 — содержание Mn в обогащенной руде

Путем грохочения и гравитационной отсадки могут быть выделены продукты с более высоким содержанием Mn (табл. 141).

Наиболее богат марганцем класс 8—3 мм. Невысокое содержание марганца в классе >25 мм объясняется примесью зерен кварца. Выход сортов марганцевой руды, по данным лабораторного обогащения, сле-

дующий: «А» — 1,5%; I — 6,5%; II — 18,9%; III — 11,7%; некондиционная — 4,1%.

Приведенные сведения по обогатимости руд Новоселовского участка основываются на результатах технологического опробования рудного керна из 3 скважин. Сопоставить их с данными промышленного обогащения не представляется возможным, так как руда Новоселовского участка обогащается в смеси с рудами Коминтерн-Марьевского и Максимова-Тимошевского участков.

Среди конкреционных и пизолитовых руд встречены отдельные пробы, соответствующие кондициям для малофосфоритных руд и сырья для химической промышленности.

Сведения о химическом составе руд Николаевского участка ограничены. В сырой руде содержание Mn 10,48—36,02%, в среднем 19,74%. По А. И. Московченко, количество SiO<sub>2</sub> в руде 57,14%. Определено также содержание FeO — 1,03—4,26%. В обогащенной руде содержание Mn 6,26—51,85%, в среднем 37,4%.

Обогащенную руду с содержанием Mn 6,26% не следовало бы относить к рудам, однако она получена из пробы сырой руды, в которой было 10,89% Mn. Таким образом, при промывке содержание Mn в этой пробе понизилось. По-видимому, это была землистая песчаная руда. Содержание P в обогащенной руде, по данным трех анализов, 0,13%.

Для руд западной части Николаевского участка характерны резкие изменения содержания Mn по вертикали и горизонтали (см. рис. 173 и 174). Наиболее распространена на участке руда с содержанием Mn 17—21%. Руда с содержанием Mn 21—29% имеется в центральной, западной и юго-западной частях залежи. В небольшом количестве в виде отдельных пятен встречена руда, содержащая более 29% Mn.

Некондиционные руды наблюдаются в северной, восточной, южной и юго-западной частях залежи. Площадь распространения некондиционных руд составляет 35% от площади участка. Мытая руда в основном соответствует концентратам II и III сортов (см. рис. 174). Руда сортов «А» и I встречается в западной и юго-западной частях залежи.

Некондиционные обогащенные руды наблюдаются в западной, юго-западной и южной частях участка. Вследствие значительного распространения некондиционных руд эксплуатационные работы на участке были прекращены.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пределах Максимова-Тимошевского, Закаменского, Новоселовского и Николаевского участков имеют распространение исключительно окисные марганцевые руды. Разработка марганцевых руд производится на Максимова-Тимошевском и Новоселовском участках.

Большая часть рудной площади Максимова-Тимошевского участка отработана. Оставшиеся запасы марганцевых руд сосредоточены в полосе отчуждения Приднепровской ж. д., а также в западной и периферической частях участка, и характеризуются невысоким содержанием Mn в сырой и обогащенной руде. Руды Максимова-Тимошевского участка применяются в металлургической промышленности в качестве подшихтовки при выплавке перedefельных чугунов.

В 1960 г. обогатительная фабрика им. Максимова в результате совершенствования технологической схемы выпустила концентрат сорта «А», однако выход его незначительный.

Обогащение руд Новоселовского участка производится в смеси с рудами Коминтерн-Марьевского и Максимова-Тимошевского участков. Применяются они в основном в качестве подшихтовки при доменной плавке передельных чугунов. Отдельные пробы конкреционных и пизолитовых руд соответствуют кондициям для ферромарганцевых и химических руд.

Новоселовский участок не является перспективным ввиду незначительных запасов марганцевых руд. Закаменский и Николаевский участки не представляют промышленного интереса, так как площади распространения и запасы их незначительны. На Николаевском участке эксплуатационные работы начинались и были прекращены ввиду значительного распространения некондиционных руд, невыдержанности качества руд и засоренности руд песком.

---

**РУДОНОСНЫЕ ПЛОЩАДИ БАССЕЙНА РЕКИ ИНГУЛЕЦ  
И МЕЖДУРЕЧЬЯ ИНГУЛЕЦ — БАЗАВЛУК****ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Рудные залежи Ингулецкой группы расположены в основном на правом берегу р. Ингулец: к северу от Николо-Козельска, в районе рудника «Ингулец», сел Широкая Дача, Андреевка, Зеленый (рис. 175). На левом берегу р. Ингулец рудный пласт встречен лишь южнее с. Новоселовка. На междуречье Ингулец — Базавлук марганцевые руды распространены между селами Ново-Курское и Зеленый, а также в районе сел Воронцовка и Осокоревка (рис. 176).

В административном отношении описываемая территория входит в состав Криворожского и Широковского районов Днепропетровской области и Высокопольского района Херсонской области УССР.

Сведения об ингулецких марганцевых рудах имеются в работах Г. Феодосьева (1874), С. О. Конткевича (1887), П. П. Пятницкого (1898), Н. А. Соколова (1901), А. В. Фасса (1904), В. Д. Натарова и Малахова (1961).

Характеристика марганцевых руд приведена в отчетах о геологосъемочных работах В. Д. Натарова, Е. А. Безнер и др., М. А. Самарина и Л. Г. Самариной, [А. Г. Виногородского, В. Ф. Киктенко и др. Минеральный состав руд изучался Е. Ф. Шнюковым (1961) и Д. П. Хорошевой (1960).

В 1905—1912 гг. марганцевые руды разрабатывались предпринимателем Гринько-Каменьковичем. Николо-Козельская залежь была обнаружена в 1933 г. и предварительно разведана в 1940—1941 гг., но материалы разведочных работ не сохранились. В 1946—1959 гг. Ингулецким РУ и Ингулецкой геологоразведочной партией треста «Кривбассгеология» при проведении эксплуатационной разведки и геологоразведочных работ на железные руды параллельно разведывались и марганцевые руды. В этом районе на Южно-Скелеватском карьере попутно с бурыми железняками было добыто 22 тыс. т марганцевой руды.

В орографическом отношении описываемый район — холмистая равнина, расчлененная р. Ингулец и балками. Кроме того, на площади Ингулецкого РУ много карьеров, зон обрушения, связанных с подземной добычей железных руд, отвалов. Максимальные высотные отметки рельефа поверхности на водоразделах (до 90 м). Отметки зеркала воды р. Ингулец плюс 22—плюс 28 м.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

В районе развиты кристаллические породы архея и протерозоя и осадочные образования кайнозоя (рис. 177).

Среди докембрийских пород преимущественным распространением пользуются плагиоклазовые граниты и их мигматиты, амфиболиты,

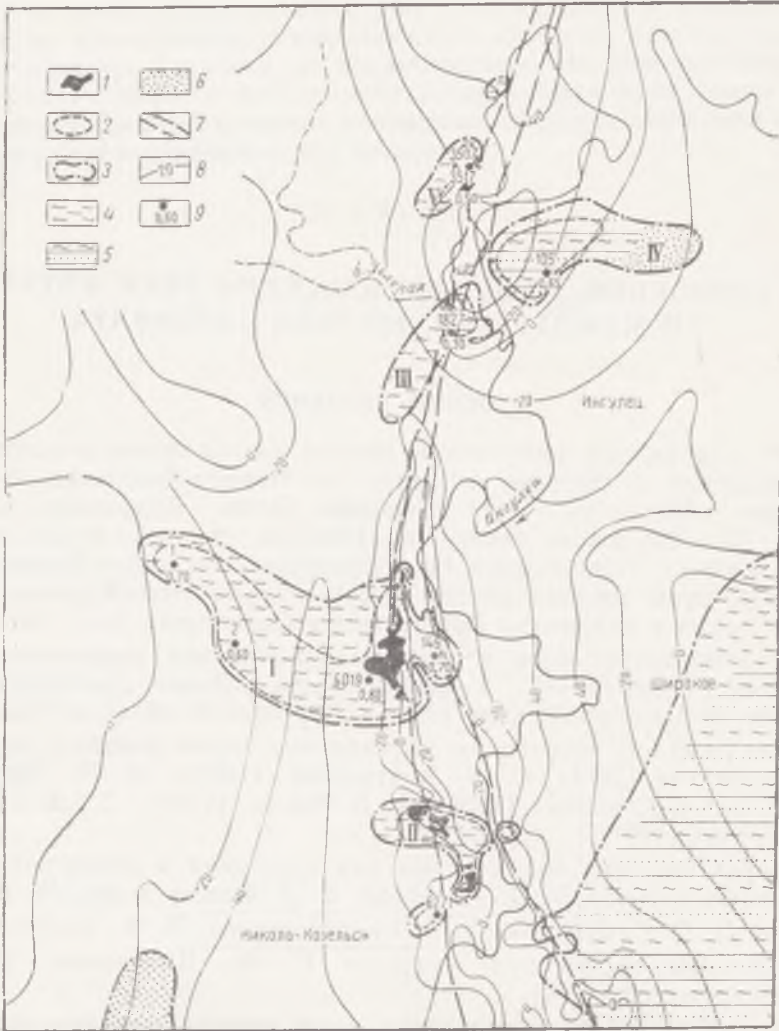


Рис. 175. Распространение марганцевых руд и олигоценых отложений в районе р. Ингулец

Составлен по материалам Е. С. Безнер и др. 1 — промышленные залежи окисных марганцевых руд; 2 — предполагаемые площади распространения марганцевых руд; 3 — граница распространения отложений олигоцена; 4 — глина серовато-зеленая с ржавыми пятнами; 5 — глина песчаная зеленовато-серая, подстилающаяся кварц-глауконитовым песком; 6 — пески кварц-глауконитовые, реже кварцевые; 7 — древний кряж, сложенный породами средней и нижней свит Криворожской метаморфической серии; 8 — изолинии поверхности кристаллических пород и их коры выветривания; 9 — скважины, встретившие окисную марганцевую руду

актинолит-тремолитовые сланцы, серпентиниты и породы криворожской серии: конгломераты, аркозовые песчаники, филлитовые, тальковые и актинолит-хлоритовые сланцы, магнетит-роговообманковые роговики, железнослюдковые джеспилиты, глинисто-охристые сланцы.

Абсолютные отметки поверхности кристаллических пород минус 40 — плюс 40 м. В южной части описываемой площади преобладают

отрицательные отметки кристаллического ложа, в северной — положительные.

Кристаллические породы повсеместно покрыты корой выветривания, сложенной каолинами, светлыми и пестроокрашенными, нонтронитами, бейделлит-монтмориллонитовыми породами и охрами.

В Широковском и Высокопольском районах с корой выветривания амфиболитов связаны бокситовидные породы. К коре выветривания



Рис. 176. Распространение олигоценовых отложений и марганцевых руд в между-  
речье Базавлук—Ингулец

1 — контур современного распространения олигоценовых отложений; 2 — контур распространения марганцевой руды; 3 — контур участка, имеющего промышленное значение (мощность рудного пласта более 0,5 м, содержание Mn в сырой руде более 13%); 4 — глина зеленая и зеленовато-серая с охристыми пятнами; 5 — песок мелкозернистый с глауконитом; 6 — детритус ракушечный, глинистый, песчаный; 7 — глина серая, слоистая; 8 — глина серая слоистая с прослоями светло-серой карбонатной глины (II остракодовый пласт); 9 — контакт пород; 10 — скважины, встретившие: а — окисную руду; б — карбонатную руду (цифра над скважиной означает номер скважины; под скважиной — мощность рудного пласта)

криворожской железорудной формации приурочены бурые железняки, залегающие в виде отдельных линз мощностью до 30 м. Бурые железняки — ноздреватая, легкоплавкая железная руда, содержащая 47,23—79,02%  $Fe_2O_3$ .

На размытой поверхности коры выветривания кристаллических пород, а местами непосредственно на кристаллических породах, залегают палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения.

**Палеоген.** Палеоцен-средний эоцен. Палеоцен-средне-эоценовая толща сложена переотложенными каолинами, углистыми песками, глинами и бурым углем. Углистые глины, пески и

бурые угли известны в районе балки Зеленая, у с. Широкое, г. Николо-Козельск. Углистые глины песчаные, реже пластичные. Пески углистые, кварцевые, мелко- и разнозернистые, слабосцементированные органическим веществом.

Верхний эоцен (*киевская свита*). Отложения киевской свиты сложены мергелями, глинами бескарбонатными и известковистыми, часто кремнистыми, алевритами, песками и переотложенным бурым железняком. Мощность последнего 1—6 м.

Вопрос о возрасте переотложенного бурого железняка не решен. Одни исследователи считают его нижнеэоценовым, другие — верхнеэоценовым.

Мергели обычно рыхлые, окрашены в серый или зеленовато-серый цвет. Такого же цвета и бескарбонатные глины. Обычно они слабо песчанистые и слюдястые. Мергели и глины в основании слоя нередко содержат включения глауконита, пирита, кластических минералов. Среди фауны моллюсков встречены *Cardium porulosum* Sol., *Solen plagiulax* Cossm., *Rimella labrosa* Sow., *Chama* sp., *Lithophoga* sp., найдены также нуммулиты. Мощность образований киевской свиты от нескольких до 40 м.

Естественные выходы киевских отложений известны на правом берегу р. Ингулец, около железнодорожной ст. Визирка, на руднике МЮД, а также у южной окраины с. Широкое. На остальной площади они погружаются ниже базиса эрозии и вскрываются только скважинами.

Олигоцен. На отложениях киевской свиты, а местами на более древних образованиях, залегают осадочные породы олигоцена, сложенные песками, глинами и марганцевой рудой.

Пески глауконитовые, кварцевые, глинистые. В них, кроме кварца и глауконита, встречаются минералы: пирит, циркон, в меньшем количестве рутил, ильменит, апатит, лейкоксен, силлиманит, дистен и др. Глинистая фракция песков представлена минералом группы монтмориллонита. Мощность песков до 5 м.

Глины двух литологических разновидностей. Нижняя толща олигоценовых глин окрашена в светлый зеленовато-серый цвет, содержит гальку кварцита и остатки фауны моллюсков: *Vulsella obligua*., *V. köln*., *V. reflexa*, *Ostrea callijera* L a m.

Глины верхней толщи окрашены в серовато-зеленый цвет с бурыми и охристыми пятнами. Они песчаные и в некоторых участках включают прослойки песчаника. К основанию описываемых глин приурочена окисная и карбонатная марганцевые руды.

Мощность пород олигоцена в северной части описываемой площади до 5 м, а в юго-восточной — 20 м. Олигоценовые отложения широко распространены на описываемой площади. Отсутствуют они в речных долинах и местах поднятия кристаллического фундамента. Покрываются олигоценовые отложения осадками миоценового, плиоценового или четвертичного возраста.

**Неоген.** Средний миоцен. Отложения среднего миоцена мощностью до 10 м имеют весьма ограниченное распространение; встречены лишь на междуречье Базавлук—Ингулец, где образуют сравнительно небольшие сохранившиеся от размыва линзы, приуроченные к депрессиям в палеогеновом ложе. Сложены они зеленовато-серыми глинами с прослойками песков, мергелей и углистых глин, принадлежащих чокрацкому и караганскому горизонтам.

Верхний миоцен. *Сарматский ярус*. Нижнесарматские отложения мощностью 1,5 м также ограниченно распространены. Естественные выходы их известны на левом берегу р. Ингулец, у с. Широкое,

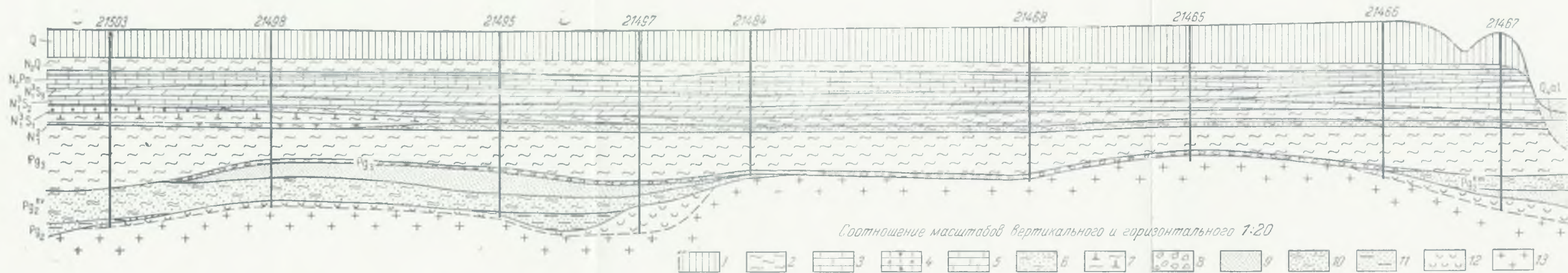


Рис. 177. Геологический разрез по линии I—I' на площади междуречья Ингулец—Базавлук (по В. Ф. Киктенко, 1960 г.)

1 — песчано-глинистые отложения четвертичного возраста; 2 — глина; 3 — известняк; 4 — известняк песчаный, детритусовый; 5 — мергель; 6 — глина песчаная; 7 — глина известковая с прослоями мергелей; 8 — марганцевая руда, карбонатная; 9 — песок; 10 — алсврит; 11 — песок углистый; 12 — каолин; 13 — кристаллические породы докембрийского возраста



где они залегают на мергелях киевской свиты и представлены неравномернозернистыми глинистыми песками светло-зеленого и ржаво-желтого цветов, с прослоями ракушечного детритуса, состоящего из обломков и реже целых раковин *Ervilia dissita* Eichw., *Maetra eichwaldi* Lask., *Donax dentiger* Eichw., *Cardium vindobonense* Lask. Встречены также пресноводные *Limnala*, *Helix*.

Среднесарматские отложения представлены глинами, песками и известняками.

Глины серовато-зеленого цвета, песчаные, иногда мергелистые, с отпечатками и ядрами *Cardium fittoni* d'Orb., с включениями мергеля и известняка; мощность глин 6—8 м. Нередко они замещаются разнозернистыми и крупнозернистыми серыми и зеленовато-серыми песками с фауной *Tapes gregarius* (Partisch) Goldf, мощность песков 6—12 м.

Известняки белого, серого цвета, ракушечные или оолитовые, с прослоями перекристаллизованных и мергелистых известняков. Мощность известняков в среднем 5—7 м, в районе шахты МЮД до 12 м. В известняках встречена фауна: *Cardium fittoni* d'Orb., *Cardium nefandum* Koles., реже *Maetra fabreana* d'Orb.

В основании среднесарматских отложений иногда встречаются марганцевородные минералы, что связано с размывом олигоценовых отложений.

Верхнесарматские отложения сложены в основном глинами с прослоями известняков и мергелей. В основании глин и мергелей залегают пески, не имеющие повсеместного распространения.

Известняки светло-серого цвета, оолит-ракушечные, иногда глинистые. Наблюдаются отпечатки и ядра мактр: *Maetra caspia* Eichw., *M. bulgarica* Toulal, *M. nalivkini* Koles., *M. crassicolis* Sinz. Среди известняков верхнего сармата в районе рудника «Ингулец», балок Березнеговатая, Зеленая, наблюдается прослой доломитового известняка белого цвета, содержащего 16,14—18,04% MgO и 31,06—32,5% CaO.

Мощность верхнесарматских отложений на севере описываемой площади 4—5 м, на юге — 15—18 м. Отложения среднего и верхнего сармата имеют широкое распространение на рассматриваемой площади. Отсутствуют они в долине р. Ингулец и крупных балках.

Плиоцен. На междуречье Ингулец — Базавлук выше сарматских образований залегают понтические отложения, сложенные известняками бурого, буровато-желтого цвета.

Нижний горизонт известняков представлен оолитовой разновидностью с *Dreissena simplex* Vargb., верхний — ракушечной разновидностью с преимущественным развитием кардиид. В районе Высокополья верхний горизонт известняков замещен зелеными слоистыми глинами.

Аллювиальные отложения. На отложениях сарматского яруса залегают толща песков, относящихся к нерасчлененному среднему и верхнему плиоцену. Развита они вдоль долины р. Ингулец. Пески мелкозернистые, глинистые, с косой и горизонтальной слоистостью. В нижней части толщи пески среднезернистые, сыпучие, с прослоями крупнозернистых песков и гравия; мощность их 5—7 м.

*Красно-бурые глины.* Выше песков залегают красно-бурые глины, мощность которых на водоразделах до 30 м. По направлению к долинам рек мощность глин уменьшается до полного выклинивания.

**Четвертичные отложения.** Четвертичные отложения представлены лёссами, лёссовидными суглинками, супесями и песками. Последние обычно встречаются в долинах рек.

## УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ, СТРОЕНИЕ РУДНОГО ПЛАСТА, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД

Марганцевые руды бассейна р. Ингулец и междуречья Ингулец — Базавлук, как и руды Никопольского месторождения, приурочены к олигоценным отложениям. Залегают они в виде пласта в пониженных местах кристаллического фундамента.

В районе рудника Ингулец (см. рис. 175) марганцевые руды расположены вдоль склонов Лихмановского кряжа в виде семи разоб- щенных залежей неправильной формы. Длина залежей по простира- нию 100—500 м; ширина вкрест простирания 40—160 м. Рудный пласт залегают почти горизонтально, с поднятиями и опусканиями неболь- шой амплитуды.

Абсолютные высотные отметки поверхности рудного пласта плюс 25,5 — плюс 36 м, мощность — от нескольких сантиметров до 4 м, на большей части площади — не превышает 1 м.

Залегают рудный пласт на глубинах 9—88 м, в зависимости от рельефа местности.

Кровлей рудного пласта служит зеленовато-серая пластичная глина, подошвой — глауконитовые глины олигоцена, киевские мергели или кристаллические породы. Обычно рудный пласт отделен от под- стилающих глауконитовых глин слоем грубозернистого рыхлого песка и мелкой гальки, окрашенным окислами железа и марганца в желтый и коричневый цвета.

В районе р. Ингулец встречены два типа руд: окисные и карбо- натные. Окисные преобладают; карбонатные встречены лишь в районе Николо-Козельска под окисными рудами.

По исследованиям Д. П. Хорошевой (1960), окисные марганце- вые руды состоят из пиролюзита, манганита и псиломелана. Преоб- ладают кусково-землистые руды. Они состоят из стяжений минералов марганца, черного, синевато-черного, стально-серого цвета, включен- ных в песчано-глинистую породу. Эта порода обычно окрашена гидро- окислами марганца в черный цвет.

Размер стяжений от нескольких миллиметров до 35 см. Количе- ство рудных включений 10—50%. Рудное вещество имеет скрытокри- сталлическое строение, ячеисто-кавернозную текстуру. Ячейки и ка- верны пустые или частично выполнены глинистым, песчано-глинистым или карбонатным веществом, иногда кальцитом натечной формы.

Карбонатные марганцевые руды относятся к желваковому типу; представлены желваками неправильной формы величиной до 15 см. Цвет желваков серый, буровато-серый, зеленовато-серый, строение скрытокристаллическое, текстура мелкопористая и ячеистая. Ко- личество рудных включений 10—15%. Вмещающая порода — глина.

Главные рудообразующие минералы карбонатных руд — кальцие- вый родохрозит и манганокальцит. В виде включений в них зерна кварца, глауконита, глинистое вещество, гидроокислы марганца, суль- фиды железа. Химический состав рудных стяжений из Ингулецкой группы залежей приведен в табл. 142.

Спектральным анализом в пиролюзите установлено присутствие 0,01% V, следы Ni, Cu.

Содержание Mn в небогатенной руде 10—33%, P — 0,21—0,41%, SiO<sub>2</sub> — 24,1—32,8%.

Технологические испытания марганцевой руды произведены лабо- раторией обогащения НИГРИ. С этой целью на Южно-Скелеватском карьере отобрана проба марганцевой руды весом 1000 кг (табл. 143).

В результате промывки и грохочения из исходной руды с содержа- нием 29% Mn получен концентрат I и III сортов.

Таблица 142

Результаты химического анализа пиролюзита, манганита и желваков  
в карбонатной марганцевой руде (вес. %)

Компоненты	Пиролюзит*	Манганит**	Манганокальцит и кальциевый родохрозит**
MnO <sub>2</sub>	88,3	47,37	Нет
SiO <sub>2</sub>	3,44	4,5	10,94
TiO <sub>2</sub>	Следы	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,83	8,95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,82	1,28	1,91
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,01	Нет
MnO	1	31,84	29,94
CaO	1,82	0,95	14,95
MgO	0,64	0,46	3,22
BaO	Нет	0,12	0,1
K <sub>2</sub> O	"	0,32	0,53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,68	—	—
П.п.п.	1,22	11,28	28,38
H <sub>2</sub> O гигроскопическая	0,88	0,18	1,04
Сумма	99,8	100,14	99,96
CO <sub>2</sub>			27,94

\* По данным Е. Ф. Шнюкова, 1961 г.

\*\* По данным Д. П. Хорошевой, 1960 г.

Таблица 143

Операции	Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение Mn
			Mn	P	
Промывка и грохочение	Сорт I	36,9	44,3	0,22	55,9
	Сорт III	33	25	0,207	28,1
	Шлам	30,1	15,6	0,189	16
	Исходная руда	100	29,3	0,207	100
Промывка, грохочение и классификация мытой руды	Сорт I	36,9	44,3	0,22	55,9
	Сорт III	14,8	34,1	0,263	17,2
	Шлам	48,3	16,3	0,179	26,9
	Исходная руда	100	29,3	0,207	100
То же с обогащением в суспензиях крупной руды и отсадкой мелкой руды	Сорт „А“	26,2	49,5	0,2	44,4
	Сорт II	18,7	35,4	0,226	22,6
	Сорт III	6,8	26,2	0,256	6,1
	Шлам	48,3	16,3	0,179	26,9
	Исходная руда	100	29,3	0,207	100
То же с классификацией и флотацией шлама	Сорт „А“	26,2	49,5	0,2	44,4
	Сорт II	18,7	35,4	0,226	22,6
	Сорт III	26,7	28,6	—	26,2
	Отходы исходной руды	28,4	7	—	6,6
		100	29,3	0,207	100

Обогащение в суспензиях крупной руды и отсадка мелкой руды, флотация шламов позволяют получать концентрат сорта «А», II и III сортов. Таким образом, руды Ингулецкой группы относятся к легкообогатимым.

Промышленные испытания марганцевых руд района р. Ингулец были произведены на металлургическом заводе им. Петровского в Днепропетровске. С этой целью на завод было доставлено 22 тыс. т необогащенной марганцевой руды. По заключению завода, марганцевые руды могут быть использованы в шихте доменных печей при производстве передельных чугунов. Однако рекомендуется обогащать руды с целью отделения глины и мелкой фракции.

На междуречье Ингулец — Базавлук (см. рис. 176) марганцевые руды встречены на двух площадях. Залегают они на глауконитовых песках, алевритах или кристаллических породах. Кровлей рудного пласта служит глина олигоценного возраста.

Первая площадь расположена между селами Ново-Курское и Зеленый Луг к северу от с. Высокополье и имеет вид полосы длиной 18 км, шириной 2 км (см. рис. 176). На этой площади распространены окисные и карбонатные марганцевые руды.

Окисные руды по текстурным признакам относятся к землистым и землисто-кусковым, карбонатные — к желваковым. Марганцевые руды на данной площади распространены не повсеместно: более 20 скважин встретили марганцевые руды и почти такое же количество буровых скважин марганцевые руды не встретили.

Рудный пласт залегают на глубине 55—75 м. Абсолютные высотные отметки поверхности рудного пласта плюс 7—плюс 14 м.

Мощность рудного пласта непостоянная: в зоне окисных руд 0,15—2,8 м, чаще 0,9—1,2 м; мощность карбонатных руд 1,1—2,8 м; преобладает 1,1—1,5 м.

Вторая площадь расположена к югу от с. Большая Костромка (район сел Воронцовка, Осокоревка). Здесь распространены исключительно карбонатные марганцевые руды на глубине 70,8—130,3 м.

Марганцевая руда представлена глиной с желваками манганокальцита, серого, зеленовато-серого цвета. Содержание рудных желваков в глине бывает различным, от единичных до 50—70%. Поверхность желваков манганокальцита ноздреватая, кавернозная. Мощность пласта карбонатных руд — до 3,4 м.

Выделена площадь 20×6,5 км, в пределах которой мощность руды превышает 0,5 м и содержание Mn в сыром виде больше 13%. Среднее содержание Mn по участку 15,32%, P — 0,191%. Обогащение руд легко осуществимо путем промывки.

Марганцеворудные проявления встречены также у с. Андреевка, северо-восточнее с. Высокополье. Практического значения они не имеют.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По условиям залегания, текстурным особенностям, минеральному составу марганцевые руды бассейна р. Ингулец и междуречья Ингулец — Базавлук аналогичны рудам Никопольского и Больше-Токмакского месторождений. Их следует рассматривать как отложения единого олигоценного бассейна.

Практический интерес представляет рудная площадь бассейна р. Ингулец, на которой распространена окисная марганцевая руда со средним содержанием Mn — 20%, P — 0,219%. Руды района р. Ингулец относятся к легкообогатимым, что подтверждено лабораторными и заводскими испытаниями.

Близость площадей распространения марганцевой руды района р. Ингулец к металлургическим заводам Днепропетровска и Кривого Рога, наличие действующего рудника с жилым фондом создают благоприятные условия для эксплуатации марганцевых руд. Для освоения месторождения не потребуются больших затрат, так как марганцевые руды залегают выше бурых железняков и могут быть попутно извлечены.

Однако для окончательного решения вопроса разработки марганцевой руды района р. Ингулец необходима постановка детальных геологоразведочных работ.

На междуречье Ингулец — Базавлук заслуживает внимания площадь распространения карбонатных марганцевых руд в районе сел Воронцовка, Осокоревка.

---

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленное еще в прошлом столетии Никопольское месторождение марганцевых руд в результате геологических исследований и разведок, произведенных в 1945—1958 гг., значительно расширено в своих естественных границах. За его пределами открыты и разведаны новые марганцеворудные площади, имеющие генетическую и структурную связи с собственно Никопольским месторождением, в целом слагающие Никопольский марганцеворудный бассейн. В его состав входят: 1) собственно Никопольское месторождение, состоящее из двух крупных рудоносных площадей (восточной и западной) и более мелких участков, расположенных северо-западнее и восточнее Никополя; 2) крупное Больше-Токмакское месторождение, расположенное южнее Запорожья; 3) ряд сравнительно небольших рудоносных участков в долине р. Ингулец южнее Кривого Рога; 4) новые рудоносные площади в междуречье Ингулец — Днепр.

Основные месторождения бассейна — Никопольское и Больше-Токмакское — разведаны в своих естественных границах. Впервые в послевоенный период разведаны и внесены на баланс запасов карбонатные марганцевые руды.

Заклученные в Никопольском бассейне запасы марганцевых руд и степень их разведанности полностью обеспечивают намеченный семилетним планом и на последующие годы рост марганцевой промышленности и строительство на их базе промышленных предприятий. С вводом в число действующих предприятий Никопольского ферромарганцевого завода интенсивно будут разрабатываться карбонатные марганцевые руды, огромные запасы которых, помимо собственно Никопольского, сосредоточены в Больше-Токмакском месторождении.

Задачи дальнейшего изучения бассейна определяются изученностью и разведанностью отдельных месторождений, входящих в состав Никопольского марганцевого бассейна, перспективами его промышленного использования и требованиями, предъявляемыми основными потребителями к марганцевым рудам.

В пределах Никопольского месторождения разведочные работы потребуются для уточнения запасов, условий залегания пласта и качества руд на площадях с запасами категории  $C_1$  при вводе их в эксплуатацию, так как пройденные скважины на них по сетке в 600 м в квадрате не дают достаточно достоверного материала для проектировщиков и эксплуатационников.

На Больше-Токмакском месторождении, в порядке подготовки его к освоению в ближайшие годы, должны быть произведены геологоразведочные работы с целью наращивания запасов высших категорий, и в первую очередь, на участках, доступных для открытых разработок.

Заслуживают внимания марганцеворудные проявления в междуречье Днепр — Ингулец. В случае обнаружения здесь достаточных запа-

сов этот участок может быть освоен в короткое время, так как близко расположен к крупнейшему марганцевому руднику бассейна — руднику им. Орджоникидзе.

В комплексе геологоразведочных работ, проектируемых на Никопольском и Больше-Токмакском месторождениях, необходимо предусмотреть выполнение гидрогеологических и инженерно-геологических работ, связанных с решением общих и специальных заданий (изучение гидрогеологических условий отдельных площадей, обоснование проектируемых эксплуатационных выработок, промышленное и питьевое водоснабжение, строительство различных сооружений и т. д.).

Следует заметить также, что существующая технология обогащения марганцевых руд не обеспечивает высокого извлечения металла в концентрат. Значительная часть готовой продукции выдается низкосортной, не удовлетворяющей в настоящее время потребностям производства ферромарганца. Необходимо всемерно повысить технологические показатели обогащения марганцевых руд путем усовершенствования существующих процессов обогащения и за счет разработки и внедрения более совершенных новых технологических процессов.

Одной из актуальных задач в области обогащения марганцевых руд является разработка эффективной схемы извлечения марганца из шламов, получаемых в большом количестве при грубом обогащении руд.

Отсутствие для промышленного внедрения экономически целесообразных схем извлечения марганца из тонких классов ведет к большим потерям марганца при обогащении и вызывает большие затраты на строительство шламонакопителей для хранения отходов в виде марганцевых шламов. Не менее важно положительное решение вопроса промышленного использования некондиционных — забалансовых руд, до сих пор не вовлеченных в эксплуатацию.

Повышение выхода из рядовых руд малофосфористого концентрата сорта «А» и извлечение пиролюзита выдвигает необходимость совершенствования схем обогащения с внедрением химических методов обогащения. Недостаточно изучены закономерности распределения фосфора в рудном пласте и продуктах обогащения.

В связи с предстоящим использованием карбонатных руд Никопольского месторождения для производства ферромарганца и намечаемой разработкой Больше-Токмакского месторождения необходимо продолжить всестороннее изучение этого нового сырья в лабораторных и заводских условиях с учетом опыта использования чиатурских и североуральских карбонатных руд.

## ЛИТЕРАТУРА

- Авалиани Г. А. Оценка месторождений при поисках и разведках. Марганец, вып. 14, 1953.
- Алексеев А. К. Гидрогеологические исследования долины р. Ингулец. Тр. Южной обл. мелиорат. организации, вып. 11, 1928, Одесса.
- Алексин А. А. и Мерклин Р. Л. О присутствии среднемиоценовых устричников в останцах Юго-Восточного Устюрта. ДАН СССР, т. 124, № 2, 1959.
- Андрусов Н. И. Конкский горизонт (фаладовые пласты). Тр. геол. и минерал. музея Росс. Академии Наук, т. II, вып. 6, 1916.
- Андрусов Н. И. Понтический ярус. Геология России. Изд. Геол. ком., т. IV, ч. II, вып. 2, 1917.
- Андрущенко П. Ф. Распределение фосфора в марганцевых рудах Полуночного месторождения. Горный журнал, № 3, 1946.
- Андрущенко П. Ф. О фации марганитовых руд в Полуночном месторождении на Северном Урале. Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1950.
- Андрущенко П. Ф. Минералогия марганцевых руд Полуночного месторождения. Тр. ИГН АН СССР, вып. 150 (16), серия геол., 1954.
- Аносов Ф. Я. и Гинзбург И. И. Очерки по геохимии марганца. Тр. Ломоносовского ин-та АН СССР, вып. IX, 1938.
- Антипов Н. П. Малофосфористые марганцевые концентраты из никопольских руд. Горный журнал, № 3—4, 1944.
- Атлас палеогеографічних карт Української і Молдавської РСР. Вид. АН УРСР, 1960.
- Баранова Н. М. Особенности петрографического состава конкских и нижне-сарматских отложений в бассейне р. Конка. Геол. журнал АН УССР, т. XI, вып. 4, 1951.
- Баранова Н. М., Геворкьян В. Х., Романова К. И., Плотникова Л. Ф. Мезо-кайнозойские отложения Белозерской магнитной аномалии. Геол. журнал АН УССР, т. XX, вып. 6, 1960.
- Баранова Н. М., Молявко Г. І., Борисенко С. Г. Третинні відклади південно-східної частини України. Вид. АН УРСР, Київ, 1960.
- Барбот-де-Марни Н. А. Геологический очерк Херсонской губернии. Спб, 1869.
- Басс Ю. Б. Про крейдові і палеогенові відклади басейну р. Молочної. Геол. журнал АН УРСР, т. VIII, вып. 1, 1941.
- Басс Ю. Б. О возрасте бурых углей Криворожья. Сб. «Нов. данные по геологии и полезным ископ. Украины», изд. Укр. геол. упр., 1946.
- Басс Ю. Б. и Ключишников Н. М. Палеогеновые отложения Украинского кристаллического массива. Геология СССР, т. V, Госгеолтехиздат, 1958.
- Басс Ю. Б., Дідковський В. Я., Молявко Г. І., Сорочан О. А. Нові дані про поширення чокраських відкладів у Причорноморський западині. Геол. журнал АН СССР, т. XIX, вып. 6, 1959.
- Басс Ю. Б. Новые данные о геологическом строении и условиях образования месторождения бокситов юга УССР. Докл. II Всесоюз. объедин. сессии по закономериям размещ. полез. ископ., ч. II, изд. АН УССР, 1960.
- Безбородько Н. И. Контактные взаимоотношения гранитов и гнейсов в связи с изучением этих пород вдоль побережья Днепра. Лубны, 1918.
- Бетехтин А. Г. и Багратуни Е. Г. Марганец, НКТП СССР, ЦНИИГРИ. Минерально-сырьевая база СССР, вып. 7, 1935.
- Бетехтин А. Г. Проблемы марганцевых руд в СССР. Тр. конф. по генезису руд железа, марганца и алюминия, изд. АН СССР, 1937.
- Бетехтин А. Г. Классификация структур и текстур руд. Изд. АН СССР, № 1, 2, 1937a.
- Бетехтин А. Г. О генезисе Чиатурского марганцевого месторождения. Тр. конф. по генезису руд железа, марганца и алюминия, изд. АН СССР, 1937b.



Бетехтин А. Г. О новых минеральных видах группы гидроокислов марганца. Зап. Всеросс. минерал. о-ва, № 4, 1937в.

Бетехтин А. Г. О генетических типах марганцевых месторождений. Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1944.

Бетехтин А. Г. Промышленные марганцевые руды СССР. Изд. АН СССР, 1946.

Боденштейн П., Гайне Ф. «Марьевка» в Никополе. Г. Макдебург, перевод инж. Русецкой, «Механобр», Ленинград, 1947.

Бондарчук В. Г. О стратификации и стратиграфии лессового покрова УССР. «Проблемы сов. геологии», № 1, 1938.

Бондарчук В. Г., Заморій П. К., Соколовський І. Л. Рухи земної кори на території УРСР та МРСР після Альпійського орогенезу. Геол. журнал, т. XIX, вып. 4, 1959.

Бондарчук В. Г., Веклич М. Ф., Ромоданова А. П., Соколовський І. Л. Основні типи і форми рельєфу Української та Молдавської РСР. Геол. журнал, т. XIX, вып. 6, 1959.

Буренин Г. С., Фрейвальд Ю. И. Предварительный отчет о трехверстной геологической съемке восточной части Криворожья. Изв. Укр. отд. Геол. ком., вып. X, 1928.

Веклич М. Ф. Четвертинні відклади правобережжя середнього Дніпра. Вид. АН УРСР, Київ, 1958.

Вернадский В. И. Геохимия марганца в связи с учением о полезных ископаемых. Тр. конф. по генезису руд железа, марганца и алюминия. Изд. АН СССР, 1937.

Виноградов А. П., Комлев Л. В. и др. Абсолютная геохронология Украинского докембрия. Докл. сов. геолог. к XXI сессии МГК, пробл. 3.

Виржиківський Р. Р. та Фремд М. В. До історії долини Дніпра в районі Нікополя, Всеукраїнська АН. Тр. Природнично-Технічного Відділу, Четвертинний період, № 14, вып. 3, 1932.

Вознесенский А. Н. Ритмичное сложение толщи лессовых пород, залегающих в северной части Причерноморской впадины. ДАН СССР, т. 95, № 3, 1954.

Воронова И. Н. Мэотическая флора юга Украины. Ботанич. журнал. АН СССР, 1951.

Гавашели А. В. Кобальт и никель в марганцевых рудах Чиатуро-Сачхерского бассейна. «Сов. геология», № 2, 1959.

Гапонов Е. А. Строение и возраст левобережной террасы сел Балки — Б. Знаменки. Тр. Півд. Краєвої меліор. орг. «ПКМО», вып. IX, 1928.

Геология СССР, т. V, ч. 1, Госгеолтехиздат, 1958.

Гинзбург И. И. Никеленосность и кобальтоносность марганцевых руд СССР. «Сов. геология», т. IX, № 4, 5, 1939.

Гинзбург И. И. Радиоактивность марганцевых руд как геохимический индикатор. Изд. АН СССР, 1957.

Гойжевський О. О. Нові дані про поширення Київських відкладів у басейнах річок Конки і Гайчура. Геол. журнал АН УССР, т. XIX, вып. 3, 1959.

Горецький В. О. Фауна онкофорових шарів Поділля. Прирозн. музей Львівського філ. АН УРСР, Наукові зап., т. V, 1956.

Громов В. И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. Тр. ИГН АН СССР, вып. 64, серия геол., 1948.

Грязнов В. И. О манганитовых рудах Никопольского марганцевого месторождения. Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1950.

Грязнов В. И. О признаках сублиторальной обстановки при образовании рудных фаций Никопольского марганцевого месторождения. ДАН СССР, т. 96, № 1, 1954.

Грязнов В. И. Никопольские манганокальциты — сложные системы изоморфных смесей (Mn, Ca)CO<sub>3</sub>. Минералог. сб. Львов. геол. о-ва, № 9, 1955.

Грязнов В. И. Минералогическая характеристика карбонатных марганцевых руд Никопольского бассейна. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. 53, 1956а.

Грязнов В. И. Минералогия Никопольских марганцевых руд в связи с ролью диагенеза в рудном минералообразовании. Вопросы минералогии осадочных образований. Изд. Львов. ун-та, кн. 3 и 4, 1956б.

Грязнов В. И. О природе ячеистой текстуры Никопольских манганокальцитов. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. 53, 1956в.

Грязнов В. И. О приуроченности находок краба *Coeloma Vigil* M.—E d w. к олигоценовым марганцеворудным фациям. ДАН СССР, т. 106, № 4, 1956г.

Грязнов В. И. Минералы группы алуанита-ярозита из глины харьковской свиты. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. 58, 1957.

Грязнов В. И., Хорошева Д. П. Третичные оолитовые железистые породы Приднпровья. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. 58, 1957.

Грязнов В. И. Скоростной метод минералогической диагностики марганцевых руд по электропроводности. ДАН СССР, т. 121, № 1, 1958.

Грязнов В. И. Закономерности размещения марганцевых руд на территории УССР. Докл. II Всесоюз. объединен. сессии по закономерн. размещ. полез. ископ., ч. II, изд. АН УССР, 1960а.

Грязнов В. И. Материалы к геохимии и промышленной оценке Больше-Токмацкого марганцевого месторождения. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. 59, 1960б.

Грязнов В. И. Состав и природа никопольских «псиломеланов-вадов». Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. 59, 1960в.

Грязнов В. И. Минералого-петрографическая классификация марганцевых руд Никопольского бассейна в связи с их обогащением. В кн. «Тезисы докл. Всесоюз. совещ. по обогащению и использованию бедных марганцевых руд для производства марганцевых сплавов», Читуры, 1960г.

Грязнов В. И. и Селин Ю. И. Основные черты геологии Больше-Токмацкого марганцевого месторождения (УССР). «Геология рудных месторождений», № 1, 1959.

Гряненко К. К. Сорбционные и отбеливающие свойства Никопольских катион-замещенных глин. В сб.: «Бентонитовые глины Украины», № 3, изд. АН УССР, 1959.

Гряненко К. К. Сорбционные и отбеливающие свойства третичных никопольских глин. В сб.: «Бентонитовые глины Украины», № 4, изд. АН УССР, 1960.

Гуров А. В. К геологии Екатеринославской и Херсонской губерний. Тр. Общества испытат. природы при Харьковском ун-те, т. XVI, 1882.

Гуров А. В. К геологии Екатеринославской и Харьковской губерний. Тр. Общества испытат. природы при Харьковском ун-те, т. XXVII, 1883.

Давиташвили Л. Ш. Понтийский ярус. Руководящие ископ. нефтеносных районов Крымско-Кавказск. обл. Тр. ГИНИ, т. VII, 1931.

Деркач В. Г. Магнитное обогащение слабомагнитных руд. Гос. научн.-техн. изд-во лит. по черной и цветной металлургии, Москва, 1954.

Дмитрієв М. І. Четвертинні відклади області Українського кристалічного масиву. Уч. зап. Харьковского держ. ун-ту, кн. 10, 1937.

Дмитриев Н. И. Геоморфология Украинского кристаллического массива. «Землеведение», т. XI, вып. 1, 1938.

Домгер В. А. Геологические исследования в западной части Криворожской ж. д. Южно-русский горный листок, т. III, 1881а.

Домгер В. А. О кристаллических породах Южной и Юго-Западной России. Горный журнал, № 3, 1881б.

Домгер В. А. Эоценовые образования в Екатеринославской губернии. Южно-Русский горный листок, т. IV, 1882.

Домгер В. А. Предварительный отчет о геологическом исследовании, произведенном летом 1883 г. Изв. Геол. ком., т. III, 1884.

Домгер В. А. Геологические исследования, произведенные на юге России. Тр. Геол. ком., т. XI, вып. 1, 1901.

Домгер В. А. Геологические исследования в Южной России в 1881—1884 гг. Тр. Геол. ком., т. XX, № 1, 1902.

Дуррер Р. и Фолькерт Г. Металлургия ферросплавов. Гос. научн.-техн. изд-во лит. по черной и цветной металлургии, 1956.

Ефанов Г. В. Влияние подпора Никопольской плотины на обводнения горных выработок Марьевского участка Никопольского марганцевого района. Сб. науч. работ Днепропетровского НИГРИ, 1936.

Жиженко Б. П. Заметки о фауне и стратиграфическом положении чокракского горизонта. Бюлл. МОИП, т. XII, вып. 3, 1934.

Жиженко Б. П. Чокракские моллюски. Палеонтология СССР, т. X, ч. 3, 1936.

Жиженко Б. П., Колесников Б. П. и Эберзин А. Г. Стратиграфия СССР, т. XII, Неоген, изд. АН СССР, 1940.

Жиженко Б. П. Основные вопросы стратиграфии и палеогеографии кайнозойских отложений юга СССР. Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXVI, вып. 4, 1951.

Жиженко Б. П. Материалы к разработке унифицированной схемы деления кайнозойских отложений юга Европейской части СССР и Северного Кавказа. Вопросы геологии и геохимии нефти и газа, Гостехиздат, 1953.

Жиженко Б. П. Принципы стратиграфии и унифицированная схема кайнозоя. Тр. ВНИИГАЗ, 1958.

Заморій П. К. Геоморфологічний нарис лівобережжя нижнього Дніпра. Геол. журнал АН УРСР, т. VII, вып. 4, 1940.

Заморій П. К. и Молявко Г. І. Геологічний опис долини р. Молочної і Молочного лиману. Зб. робіт комп. експед. АН УРСР до дослід. Молочного лиману, 1941.

Заморій П. К., Ромоданова А. П. Геоморфология межиріччя Дніпро-Південний Буг в межах Причорноморської Западни. Геол. журнал АН УРСР, т. X, вып. 3, 1950.

Заморій П. К. і Молявко Г. І. Четвертинні відклади лівобережної частини Причорноморської западини. Наукові зап. КГУ, т. XII, вып. 1, 1952.

Заморій П. К. Червоно-бурі глини півдня УРСР. Тр. геогр. фак. КГУ, № 2, 1953.

Заморій П. К. Четвертинні відклади УССР. Изд. АН УССР, Киев, 1954б.

Зверев Л. В. Марганец, требования промышленности к качеству минерального сырья. Госгеолиздат, вып. 24, 1947.

Зиновьев М. С. К вопросу о конкском горизонте миоцена юга СССР. Геол. журнал АН УССР, т. 15, вып. 4, 1955.

Зиновьев М. С. К вопросу о сопоставлении среднемиоценовых отложений Южной Украины и Крымско-Кавказской области. Тр. Харьковского горного ин-та, т. VII, 1960.

Зуев В. Ф. Путешественные записки от С.-Петербурга до Херсона в 1781 и 1782 гг. Спб, 1787.

Иекель О. Нижнетретичные селяхии (акулы и скаты) из Южной России. Тр. Геол. ком., т. IX, № 4, 1895.

Кабризон В. М. Горно-гидрогеологические условия карьерных полей Никопольского марганцеворудного бассейна. Сб. тр. ИГД АН УССР, № 5, 1958.

Кабризон В. М. и Малеванский Г. Г. К вопросу о гидрогеологической и инженерно-геологической классификации Никопольского марганцеворудного бассейна. Науч. тр. Харьковского горного ин-та, т. IV, 1959.

Казакова В. П. и Найдин Д. П. Основные черты стратиграфии миоценовых отложений юго-западной окраины Русской платформы. Тр. МГРИ, т. XXV, 1959.

Калинина П. Ф. О геоморфологическом районировании территории Днепропетровской области. Тезисы докл. Межвед. науч. конф., 1959.

Каманин Л. Г. К вопросу о террасах нижнего течения р. Днепра. Зап. Киевского о-ва естествоисп., т. XXVII, вып. 3, 1928.

Каманин Л. Г. и Слодкевич В. С. Находка спаниоднтовых слоев и отложений первого средиземноморского яруса в районе Никопольских марганцевых месторождений. ДАН СССР, т. 26, 1930.

Каниболоцкий П. М. Качественная характеристика и генезис никопольских марганцевых руд. Сб. науч. работ Днепропетровского научн.-исслед. горно-рудного ин-та, вып. 3, 1936б.

Каниболоцкий П. М. Генезис манганокальцитов Никопольского марганцеворудного месторождения. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. XVIII, вып. 1, 1940.

Каниболоцкий П. М. О распространении марганцевых руд на Украине. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. 27, вып. 2, 1941.

Каптаренко-Черноусова О. К. До питання про мікрофауну неогену Никопольського марганцево-рудного району. Геол. журнал АН УРСР, т. VI, вып. 1, 2, 1939.

Каптаренко-Черноусова О. К. До стратиграфії палеогену Никопольського марганцеворудного району. Геол. журнал АН УРСР, т. VIII, вып. 4, 1947а.

Каптаренко-Черноусова О. К. Новые данные по геологии палеогена УССР. Тр. Науч. геол. совещ. по нефти, озокериту и горючим газам УССР, изд-во АН УССР, 1946.

Каптаренко-Черноусова О. К. Киевский ярус и элементы его палеогеографии. Тр. ИГН АН СССР, серия стратигр. и палеонтол., вып. 3, 1951.

Каптаренко-Черноусова О. К. і Липник О. С. Про нижньолігоценний горизонт піщаних форамініфер Причорноморської западини. Геол. журнал АН УРСР, т. XIII, вып. 1, 1953а.

Каптаренко-Черноусова О. К. Стратиграфія палеогенових відкладів Причорноморської западини (за фауною форамініфер). Геол. журнал АН УРСР, т. XIII, вып. 3, 1953а.

Каракаш Н. И. Гидрогеологические исследования при постройке второй Екатеринбургской железной дороги. Горн. журнал, т. II, Спб, 1907.

Карлов Н. Н. Стратиграфия и фации осадочной серии Апостоловского района Днепропетровской области. Науч. зап. Днепропетровского ун-та, т. XVII (1), 1940.

Карлов Н. Н. Об условиях залегания, возрасте и генезисе красно-бурых глин Украины. Сб. работ Днепропетровского гос. ун-та, т. XXVII, вып. 2, 1941.

Карлов Н. Н. К вопросу о происхождении приднепровского лесса. ДАН СССР, т. 91, № 5, 1953.

Кармазин В. И. О связи фосфора с минералами марганца в марганцевых рудах. Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1950.

Квалишвили Г. А. Коцахурский (онкофоровый) горизонт Грузии. Автореф. диссерт., Баку, 1959.

Клемм М. Ф. Геологические исследования между реками Саксаганью и Кальнусом. Тр. Харьковского о-ва испытат. природы, т. 1, вып. 9, 1875.

Клюшников М. Н. Нижнетретичные отложения платформенной части УССР. Изд. АН УССР, 1953а.

Клюшников М. М. Деякі нові дані до стратиграфії нижньотретичних відкладів півдня УРСР. Геол. журнал АН УРСР, т. XIII, вып. 2, 1953б.

Конткевич С. О. Геологическое описание окрестностей Кривого Рога Херсонской губернии. Горн. журнал, ч. 1, № 3, Спб, 1880.

Конткевич С. О. Геологическое исследование в гранитной полосе Новороссии по восточную сторону Днепра. Горн. журнал, ч. 1, № 1 и 2, 1881.

- Конткевич С. О. Исследование осадочных образований в окрестности Кри-  
вого Рога. Зап. С-Петербург. минералог. о-ва, ч. XXIII, 1887.
- Коробков И. А. Новые данные о фаунистической характеристике бучакской  
и киевской свит Южной Украины. ДАН СССР, т. 124, № 3, 1959.
- Коровниченко Г. М. Ультразиты кристаллической плиты УССР. Науч.  
зап. Киевского гос. ун-та, т. VII, вып. V, 1948.
- Костылева Н. В. Цеолит из рудной залежи Никопольского марганцевого  
месторождения. Изв. Днепропетровск. горн. ин-та, т. 34, 1957.
- Костылева Н. В. Ярозит в надрудных отложениях Никопольского марган-  
цеворудного месторождения. Изв. МВО СССР, Геология и разведка, № 5, 1958.
- Костылева Н. В. Минералогия глин Никопольского марганцеворудного место-  
рождения. Изд. Днепропетровского ГИ, 1959.
- Коцовский Н. Д. Месторождения марганца Екатеринославской губернии и их  
разработка. «Горно-заводский листок», № 23, 1880.
- Коцовский Н. Д. Разведка марганцевых руд в Покровской даче Екатерино-  
славской губернии. Горн. журнал, т. II, сб. 1, 1886.
- Краева Е. Я. Фораминиферы верхнеоценовых и олигоценовых отложений  
Причерноморской впадины. ИГН АН УССР, 1954.
- Краева Е. Я. Нові дані про олигоценові форамінифери північної частини  
Причорноморської Западни. Доповіді АН УРСР, № 5, 1956.
- Крокос В. И. Горішньо-пліоценові поклади в районі Никополь-Запоріжжя.  
Журн. геол.-геогр. циклу ВУ АН, № 4/8, Київ, 1933.
- Кротов Б. П. К вопросу о генезисе морских месторождений марганца. ДАН  
СССР, т. 77, № 1, 1951.
- Кудрин Л. Н. О конкском горизонте миоцена. Наук. зап. Львівського держав-  
ного ун-ту, т. XXXI, серия геол., вып. 7, 1954а.
- Кудрин Л. Н. Гельвет юго-западной окраины Русской платформы. Геол. сб.  
Львов. геол. о-ва, № 1, 1954б.
- Левинский И. И. Предварительный отчет о геологических исследованиях  
в 1914 г. в восточной части Херсонского уезда. Ежегод. по геологии и минералогии  
России, т. 17, вып. 6, 7, 1917.
- Лепикаш И. А. Никопольский марганцевый район. Путеводитель экскурсий.  
XVII Междунар. геол. конгр., Юж. экскурсия, 1937а.
- Лепикаш И. А. К геологии Никопольского марганцевого района. Бюлл.  
МОИП, т. XV, вып. 1, 1937б.
- Лепикаш И. А. Горішньо-пліоценові поклади в районі Никополь-Запоріжжя.  
Журн. геол.-геогр. циклу, УАН, № 4 (8), 1938.
- Лессинг Н. И. Никопольский марганцевый район и Днепрострой. Горный  
журнал, № 9, 1925.
- Ливеровская Е. В. Фауна конкского горизонта горы Дубровой (Северный  
Кавказ). Тр. НИГРИ, серия А, вып. 44, 1935.
- Листова Л. П. Физико-химические исследования условий образования окисных  
и карбонатных руд марганца. Изд. АН СССР, 1961.
- Мерклин Р. Л. Этапы развития конкского бассейна в миоцене на юге СССР  
(автореф. докл.). Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXVIII, вып. 3, 1953.
- Мерклин Р. Л. О гидрологии и гидробиологии гелльветского моря на юге СССР  
(по данным экологии моллюсков). Бюлл. МОИП, отд. геол., № 2, 1958.
- Мерклин Р. Л. О новом третичном подроде корбулид. Палеонтол. журнал,  
№ 1, 1961.
- Михайловский Г. П. Средиземноморские отложения Томаковки. Тр. Геол.  
ком., т. 13, № 14, 1903.
- Михайлова Н. П. К вопросу о магнитности токовских гранитов. ДАН УССР,  
№ 6, 1955.
- Михеев В. И. и Дубинина В. Н. Рентгенометрический определитель мине-  
ралов. Зап. Ленингр. горного ин-та, ГОНТИ, 1939.
- Михеев В. И. Рентгенометрический определитель минералов. Госгеолтехиздат,  
1957.
- Молявко Г. І. Стратиграфічний нарис верхньотретинних відкладів півдня  
УРСР за даними фауни моллюсків. Геол. журнал АН УРСР, т. XIII, вып. 4, 1953.
- Молявко Г. І. і Підоплічко І. Г. До палеогеографії південних степів  
УРСР в неогені і антропогені. Геол. журнал АН УРСР, т. XIII, вып. 1, 1955.
- Молявко Г. И. Неоген півдня України. Вид-во АН УРСР, 1960.
- Мухин Л. К вопросу о перспективах развития марганцевой промышленности  
в Никопольском районе. «Инженерный работник», № 2, 1926.
- Мухин В. Г. Фосфор в марганцевых рудах Никопольского района (пути и цели  
обогащения марганцевых руд в отношении удаления примесей, особенно фосфора).  
«Уголь и железо», № 13, 1926.
- Натаров В. Д. и Малахов Н. Л. Марганцевые руды в Криворожском бас-  
сейне. «Разведка и охрана недр», № 3, 1961.
- Нестеренко П. Г., Широков А. З., Цырина Г. Т. Спорово-пыльцевой  
анализ бурых углей Днепровского бассейна. Бюлл. МОИП, отд. геол., № 6, 1951

Никопольский А. П., Ефимов А. Н. Геолого-металлогенический очерк восточной части Украинского щита. Тр. ВСЕГЕИ, т. 37, 1960.

Носовский М. Ф. Нижний и средний миоцен Никопольского района. Автореф. диссерт., Днепропетровск, 1952.

Носовский М. Ф. Новая находка онкофоровых слоев на юге Украины. ДАН СССР, т. 91, № 3, 1953а.

Носовский М. Ф. О конкском горизонте Приднепровья. ДАН СССР, т. 90, № 5, 1953б.

Носовський М. Ф. Нові дані про середньоміоценові відклади в північно-східній частині Причорноморської западини. Геол. журнал АН УРСР, т. 13, вып. 2, 1953в.

Носовский М. Ф. Некоторые особенности фауны и стратиграфии среднемиоценовых отложений на юге Украины. Тезисы докл. II науч. сессии сектора палеобиологии АН Груз. ССР, Тбилиси, 1955.

Носовский М. Ф. Средиземноморские отложения р. Желтенькой. Науч. зап. Днепропетровского гос. ун-та, т. 53, 1956а.

Носовский М. Ф. Об аналогах майкопских отложений северо-восточной части Причерноморской впадины. Науч. зап. Днепропетровского гос. ун-та, т. 53, 1956б.

Носовский М. Ф. Об условиях образования и возрасте онкофоровых и томаковских слоев Южной Украины. Науч. зап. Днепропетровского гос. ун-та, т. 58, 1957а.

Носовский М. Ф. К вопросу о наличии чокракских отложений в северо-восточной части Причерноморской впадины. Науч. зап. Днепропетровского гос. ун-та, т. 58, 1957б.

Носовский М. Ф. Средиземноморские отложения бассейна р. Базавлук (Южная Украина). Изв. МВО СССР, «Геология и разведка», № 10, 1958.

Носовский М. Ф. О влиянии размывов на распространение марганцевородных залежей Южной Украины. Изв. МВО СССР, «Геология и разведка», № 4, 1959.

Носовский М. Ф., Ярцева М. В. Палеогеновые отложения южного склона Украинского кристаллического массива. В сб.: «Палеогеновые отложения юга Европейской части СССР», изд. АН СССР, 1960.

Носовский М. Ф. Стратиграфия мезо-кайнозойских отложений Белозерского железорудного месторождения (УССР). Науч. зап. Днепропетровского гос. ун-та, т. 59, 1960а.

Носовский М. Ф. Караганские отложения Южной Украины. Науч. зап. Днепропетровского гос. ун-та, т. 59, 1960б.

Осауленко-Шульга П. Л. До характеристики меотичних відкладів півдня УРСР. Геол. журнал АН УРСР, т. 3, вып. 3, 4, 1936.

Осауленко-Шульга П. Л. Меотичні відклади пониззя Інгульця та Дніпра. Тр. ІГН АН УРСР, вып. 1, 1936.

Осетров В. И. Понтичские отложения и характер их распространения в Криворожском железорудном бассейне. Тр. Криворожского горного ин-та, вып. 1, 1954.

Осипов П. Д. Гидрогеологические условия шахт Марьевского участка восточной части Никопольского марганцевого района. Сб. науч. тр. Днепропетровского НИГРИ, вып. 3, 1936.

Передериев В. А. О первоисточнике марганца в осадочном комплексе Западно-Никопольского Приднепровья. Изв. Днепропетровского горного ин-та, т. XX, 1948.

Передериев В. А. Текстуальная классификация никопольских и чиатурских марганцевых руд. «Разведка недр», № 1, 1951.

Передериев В. А. Геологические условия образования Никопольских марганцевых месторождений. Автореф. докт. диссерт., изд. МГУ, 1954.

Передериев В. А. Изотопный состав кислорода никопольских пиролюзитов, манганитов и псиломеланов. Минералог. сб. Львов. геол. о-ва, № 9, 1955.

Передериев В. А. Изоколлоидный ряд пиролюзит — псиломелан — манганит в никопольском окиснорудном горизонте. Минералог. сб. Львов. геол. о-ва, № 10, 1956.

Передериев В. А. Различия и сходства марганцевородных месторождений Никопольского и Чиатурского типов. Изв. МВО СССР, геология и разведка, № 8, 1959.

Пидопличко И. Г. Очерк четвертичной палеогеографии Украины. Тр. ин-та геогр. АН СССР, вып. XXXVII. Проблемы палеогеографии четвертич. периода, 1946.

Покровский П. И. Рудные месторождения Покровского имения и условия их эксплуатации. Горн. журнал, 1903.

Покровский Д. И. Никопольское месторождение марганцевых руд. Минерал. сырьё, № 8, 1928.

Половинкина Ю. И. Основные черты геологии месторождений железистых кварцитов. Мат-лы ВСЕГЕИ, сб. 4, 1948.

Половинкина Ю. И. Эффузивно-осадочные и магматические комплексы Украинского кристаллического массива. Тр. ВСЕГЕИ, 1954.

Половинкина Ю. И. Возрастные взаимоотношения пород докембрия правобережья Приднепровья. Информ. сб. ВСЕГЕИ, № 1, 1955.

Половинкина Ю. И. История геологического развития Украинского кристаллического массива. В сб. «Стратиграфия и корреляция докембрия». Докл. сов. геологов к XXI сессии и МГК, пробл. 9. Изд. АН СССР, 1960.

Половинкина Ю. И. Нижнепротерозойская приднепровская серия Украины и ее стратиграфическое расчленение. ДАН СССР, т. 135, № 1, 1960.

Половинкина Ю. И. Новые данные по стратиграфии и истории формирования Украинского кристаллического массива. Информ. сб. ВСЕГЕИ, № 1, 1958.

Попов С. П. Минералы рудных пластов Керченского и Таманского полуостровов. Тр. Геол. музея им. Петра Великого, т. 4, 1910.

Прендель Р. А. Исследование кристаллических пород, развитых в бассейне Базавлука и в верховьях Саксагани. Одесса, 1882.

Прокофьев А. П. Практические методы подсчета запасов рудных месторождений. Госгеолгиздат, 1953.

Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород. Гос. науч.-техн. изд. нефт. и горно-топливной лит., 1940.

Пясковский Б. В. Губки из нижнеолигоценых слоев близ г. Запорожья. Изв. Геол. ком., т. 48, 1929.

Пясковский Б. В. Геологическое строение коренного ложа и состав аллювиальных отложений Нижнего Днепра. «Землеведение», т. XXXV, вып. 2, 1933.

Пятницкий П. П. Исследование кристаллических сланцев степной полосы юга России. Тр. о-ва испытателей природы при Харьковском ун-те, т. XXXII, 1898.

Радионов С. П. Никопольско-Чертомлицька смуга залізистих пород. Геол. журнал АН УРСР, т. VIII, вып. 1, 1941.

Роде Е. Я. Кислородные соединения марганца. Изд. АН СССР, 1952.

Ромоданов А. П. і Шевченко А. І. Нові знахідки решток викопних ссаців середньоолигоценого віку на Україні. Геол. журнал АН УРСР, т. XIX, вып. 4, 1959.

Ротман Р. Н. До питання про спорово-пилковий склад вуглистных порід Никопольського району. Геол. журнал АН УРСР, т. X, вып. 4, 1950.

Рынская Е. С. Адсорбционные и электрокинетические свойства глин Никополь-Марганцевого района. «Бентониты Украины», № 3, 1958.

Рынская Е. С. Структурно-сорбционные свойства глин Никополь-Марганцевого района. Бентонитовые глины Украины. Сб. 3, изд. АН УССР, 1959.

Саваренский Ф. П. Геологическое строение восточной части Никопольского марганцевого бассейна. Материалы по общ. и прикладн. геологии, вып. 133, 1929а.

Саваренский Ф. П. Четвертичные отложения в районе Днепростроя. II конф. АИЧ ОЕ, Путеводитель экскурсий, 1932.

Салли А. Марганец. Гос. науч.-техн. изд-во лит. по черной и цветной металлургии, 1959.

Селин Ю. И. Про вік та генезис марганцевих руд Велико-Токмацького рудного району. ДАН УРСР, № 9, 1959.

Селин Ю. И. Про верхньоеоценові відклади Велико-Токмацького родовища марганцевих руд. Геол. журнал АН УРСР, т. XX, вып. 3, 1960а.

Селин Ю. И. Деякі зауваження з приводу статті М. В. Ярцевої «До стратиграфії олігоценових відкладів південно-східного схилу Українського кристалічного щита». Геол. журнал АН УРСР, т. XX, вып. 4, 1960б.

Селин Ю. И. Новые данные о фаунистической характеристике олигоценовых отложений Приднепровского марганцевого бассейна. ДАН СССР, т. 130, № 2, 1960б.

Семененко Н. П. О взаимоотношении гранитов с криворожской свитой. Сб. научных работ Днепропетровского гос. ун-та, изд. XVII, в. 1, 1940.

Семененко Н. П. Структура кристаллического массива Среднего Приднепровья. Изд. АН УССР, 1949.

Семененко Н. П. Докембрий Украинской ССР. Тр. лабор. геологии докембрия АН СССР, № 2 (сб. ст. по геологии докембрия Балтийского и Украинского щитов), 1953.

Семененко Н. П. Стратиграфия Украинского кристаллического массива. Геология СССР, т. V, Госгеолтехиздат, 1958.

Семененко М. П., Усенко І. С. і Інші. Тектоніка території Української РСР та Молдавської РСР, АН УРСР, 1959.

Семененко Н. П. Металлогения докембрийского щита и складчатых зон Украины. В кн.: «Металлогения докембрийских щитов и древних подвижных зон». Изд. АН УССР, Киев, 1960.

Серк А. Ю. Обзор минеральных ресурсов СССР, Марганец. Изд. Геол. ком., вып. 24, 1927.

Скарре О. К., Терешкевич М. О. Изотопный состав марганцевых руд. Науч. зап. Днепропетровского гос. ун-та, т. 49, 1954.

Славик Ф. К. Геохимии марганца и фосфора. В кн.: «Академику В. И. Вернадскому к 50-летию научной и педагогической деятельности», т. 1, изд-во АН СССР, 1936.

Слензак І. Е. Нижньотретинні вугленакопичення на правобережжі середнього Дніпра. Вид. АН УРСР, 1946.

Смирнов В. И. Подсчет запасов минерального сырья. Госгеолгиздат, 1950.

- Соколов Н. А. Геологические исследования в бассейнах рек Конки. *Малочной и по берегу Азовского моря*. Изв. Геол. ком., т. VII, 1888.
- Соколов Н. А. Геологическое исследование в южной части Екатеринославской губернии. Изв. Геол. ком., т. VIII, 1889а.
- Соколов Н. А. Общая геологическая карта Европейской России. *Лист 42*. Тр. Геол. ком., т. IX, № 1, 1889б.
- Соколов Н. А. Нижнетретичные отложения Южной России. Тр. Геол. ком., т. IX, № 2, 1893.
- Соколов Н. А. О месторождениях марганцевых руд в Покровской экономике. Изв. Геол. ком., т. XIX, 1900.
- Соколов Н. А. Марганцевые руды третичных отложений Екатеринославской губернии и Кривого Рога. Тр. Укр. Геол. ком., т. XVIII, № 2, 1901.
- Соколов Н. А. Фауна моллюсков Мандриковки. Тр. Геол. ком., новая серия, вып. 18, 1905.
- Соколов Д. В. Геологическое строение Александровского уезда Екатеринославской губернии по буровым скважинам. Тр. Геол. ком., нов. серия, вып. 187, 1929.
- Соловьев С. П. Распределение магматических горных пород в СССР. *Госгеолоиздат*, 1952.
- Станкевич Л. О. К минералогии осадочных рудных месторождений юга Украины и Крыма. Автореф. докт. диссерт., изд. МГУ, 1954.
- Станкевич Л. О. О минеральном составе и происхождении никопольских марганцевых руд. Изв. Днепропетровского горного ин-та, т. XXXIV, 1957.
- Станкевич Л. О., Костылева Н. В. Химико-минералогическое исследование глин Никопольского марганцевого месторождения. Сб. совещ. по исслед. и использованию глин. Изд. Львов. гос. ун-та, 1957.
- Станкевич Л. О., Костылева Н. В. Химико-минералогические исследования глинистых минералов Никопольского марганцевого месторождения. Сб. совещ. по исслед. и использованию глин. Изд. Львов. гос. ун-та, 1958.
- Страхов Н. М. Железорудные фации и их аналоги в истории Земли. Тр. ИГиН АН СССР, вып. 73 (№ 22), серия геол., 1947.
- Страхов Н. М. Диагенез осадков и его значение для осадочного рудообразования. Изв. АН СССР, серия геол., № 5, 1953.
- Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. Изд. АН СССР, 1960.
- Таватар И. И. Геологический сборник месторождений марганцевых руд Никопольского и Криворожского бассейнов. Научн.-техн. сб. «Руда», ч. 1, 1922.
- Трубятчинский Н. Н. Магнитометрическое обследование марганцеворудных месторождений. Тр. Всесоюз. геол.-разв. объединения, вып. 166, 1932.
- Усенко І. С. Амфіболіти та граніти б. Чортомлик. Геол. журнал АН УРСР, т. VIII, вып. 2, 1946а.
- Усенко І. С. Діабази р. Базавлук. Геол. журнал АН УРСР, т. VIII, вып. 2, 1946б.
- Усенко І. С. Метабазиты Приднепровья (петрографическая характеристика). Изд. Киевского гос. ун-та, 1948.
- Усенко І. С. Про жильные породы Украинского кристаллического массива. Геол. журнал АН УССР, т. XII, вып. 4, 1952, (на укр. языке).
- Усенко І. С. Архейские метабазиты и ультрабазиты Украинского кристаллического массива. Изд. АН УССР, Киев, 1953а.
- Усенко І. С. О возрастных соотношениях дайково-эффузивных пород Украинского кристаллического массива. ДАН СССР, т. 38, № 3, 1953б.
- Усенко І. С. О ранних этапах формирования Украинского кристаллического массива. ДАН СССР, т. 95, № 5, 1954.
- Усенко І. С. О генезисе древних гранитоидов Украинского кристаллического щита. ДАН СССР, т. 104, № 6, 1955а.
- Усенко І. С. Про стратиграфію Українського кристалічного щита. Геол. журнал АН УРСР, т. IX, вып. 4, 1955б.
- Фаас А. В. О присутствии мезотических отложений в пределах Криворожского района. Зап. минералог. о-ва, т. 40, 1902.
- Фаас А. В. Материалы по геологии третичных отложений Криворожского района. Тр. Геол. ком., нов. серия, вып. X, 1904.
- Фаас А. В. Общая геологическая карта Европейской части России. Лист 47 — Днепропетровск—Кременчуг—Кривой Рог, Александровск. Изд. Геол. ком., 1928.
- Фаас А. В. Одноверстове геологічне здіймання в Нікопольському районі. Геол.-разв. упр., № 3—4, 1929.
- Феодосьев Г. О замечательных месторождениях железных руд и других минеральных богатств, залегающих на границе Херсонской и Екатеринославской губерний. Марганцевые руды и значение их для металлургических операций. Зап. Импер. Русского техн. о-ва, т. II, 1874.
- Фрейвальд Ю. П. Кремнисто-железистые породы низовьев р. Каменки (приток р. Базавлук). Вісті Укр. Район. Геол. разв., пр., вып. 16, 1931.
- Хорошева Д. П. К минералогии третичных марганцевых руд Криворожья. Науч. зап. Днепропетровского гос. ун-та, т. 59, 1960.

- Чельцов М. И. Влияние гидрогеологических условий залегания полезного ископаемого на устойчивость рудничного крепления. Горн. журнал, № 8 и 9, 1938.
- Чухров Ф. В. О составе и генезисе митридатита. Тр. Ломоносовского ин-та АН СССР, 10, 1937.
- Шатский Н. С. О марганценовых формациях и металлогении марганца. Вулканогенно-осадочные марганценовые формации. Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1954.
- Шнюков Е. Ф. Об Ингулецком марганцевом месторождении. Геология рудных месторождений. Изд. АН СССР, № 2, 1961.
- Эберзин А. Г., Мерклин Р. Л., Карлов Н. Н. и Носовский М. Ф. О находке морской чокракской фауны в надрудной толще Никопольского района (реп.) Бюлл. МОИП, отд. геол., т. XXIX (1), 1954.
- Эрганов А. А. Некоторые данные по гидрогеологии левого берега Днепра на протяжении до балки Карачакрак. Изв. Геол. ком., т. 46, 1928.
- Юнеев М. В. Возможности разведочной геофизики при поисках Южно-Уральских месторождений марганца. Мат-лы ВНИГИ, Геофизика, сб. 12, 1948.
- Якжин А. А. Опробование и подсчет запасов твердых полезных ископаемых. Госгеолиздат, 1953.
- Ярцева М. В. О некоторых новых фораминиферах из палеогеновых отложений Никопольского района. Материалы по геологии и гидрогеологии, сб. 4, изд. Укр. геол. упр., Киев, 1946.
- Ярцева М. В. О некоторых новых фораминиферах из палеогеновых отложений УССР. Материалы по геологии и гидрогеологии, сб. 4, изд. Укр. геол. упр., Киев, 1947.
- Ярцева М. В. До стратиграфії середньоміоценових відкладів Нікопольського району. Геол. журнал АН УРСР, т. X, вып. 3, 1950.
- Ярцева М. В. О верхнеэоценовых миллиолидах Никопольского района и среде их обитания. Тр. ИГН АН УССР, серия стратигр. и палеонт., 1951.
- Ярцева М. В. К стратиграфии олигоценовых отложений юго-восточного склона Украинского кристаллического щита (по фауне фораминифер). Геол. журнал АН УССР, т. XIX, вып. 3, 1959.
- Cechovic V. Podmienky vzniku a stratigraficke postavenie oncoforovych vrstiev. Geol. sborn., R. V., С. 1—4, Bratislava, 1954.
- Csepreghy-Meznerica L. Stratigraphische Gliberrung des ungarischen Miozäns im Lichte der neuen Faunenuntersuchungen. Acta Geol., 4, Budapest, 1956.
- Fleischer M. and Richmond W. E. The manganese oxide minerals (a preliminary report). Economic geology, vol. 38, N 4, 1943.
- Garrels R. M. Mineral species as a funktion of pH and oxidationveduktion potentials. Geoch. et cosmoch. acta, 5, 4, 1954.
- Huber K., Garrels R. M. Relation of pH and oxidation potential to sedimentari iron Mineral Formation. Economic Geologx, 48, N 5, 1953.
- Krauskopf K. B. Separation of manganese from iron in sedimentari processes. Geoch. et cosmoch. acta, 12, 1—2, 1957.
- Krieger P. Amer. Miner., XV, 23, 1930.
- Krutsch W. und Lotsch D. Lur stratigraphischen stellung der Latdorfotule im Paläogen geologie. Heft. S. Akademie—Verlag, Berlin, 1957.
- Leo Strippelman. Süd-Russland's Magneteisenstein und Eisenglanz lagerctätten etc. Leipzig, 1873.
- Senes J. Nove nazory na stratigrafiu a paleogeografiu spodneho miocenu juzneho slovenska na zaklade novych vyskumov v.
- Senes J., Svagrovsky J. Neogen vychodneho slovenska. Geol. prace, Zosit 46, Bratislava, 1957.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение . . . . .	3
<i>Часть первая</i>	
<b>ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ</b>	
<b>Глава I. Общие сведения.</b> <i>В. В. Богданович</i> . . . . .	9
Географическое и геологическое положение . . . . .	9
Рельеф и гидрография . . . . .	11
Экономические сведения . . . . .	12
Краткие исторические сведения об открытии, изучении и эксплуатации марганцевых руд . . . . .	14
<b>Глава II. Стратиграфия</b> . . . . .	23
Докембрийский кристаллический фундамент <i>И. С. Усенко</i> . . . . .	23
Общие данные . . . . .	23
Стратиграфия пород, слагающих фундамент . . . . .	28
Заключение . . . . .	35
Кора выветривания кристаллического фундамента <i>Ю. Б. Басс</i> . . . . .	37
Мезозойские и кайнозойские отложения . . . . .	48
Меловые отложения. <i>Н. М. Баранова</i> . . . . .	48
Нижнемеловые отложения . . . . .	49
Верхнемеловые отложения . . . . .	49
Палеогеновые отложения . . . . .	52
Палеоцен-средний эоцен (палеоцен, каневская, бучакская свиты) . . . . .	53
Континентальные отложения . . . . .	53
Средний эоцен (бучакская свита). Морские отложения . . . . .	55
Верхний эоцен (киевская свита) . . . . .	57
Континентальные отложения верхнего эоцена . . . . .	61
Олигоцен. <i>М. Ф. Носовский</i> . . . . .	62
Неогеновые отложения . . . . .	76
Средний миоцен. <i>М. Ф. Носовский</i> . . . . .	76
Верхний миоцен. <i>Г. И. Молявко</i> . . . . .	82
Плиоцен. <i>Г. И. Молявко</i> . . . . .	87
Четвертичные отложения. <i>А. П. Ромоданова</i> . . . . .	92
Нижний отдел . . . . .	94
Средний отдел . . . . .	96
Верхний отдел . . . . .	97
<b>Глава III. Геоморфология.</b> <i>А. П. Ромоданова</i> . . . . .	99
<b>Глава IV. Гидрогеология и инженерно-геологическая характеристика.</b> <i>В. М. Кабризон</i> . . . . .	104
Гидрогеологические условия . . . . .	104
Инженерно-геологические условия . . . . .	109
<b>Глава V. Палеогеографический очерк.</b> <i>Н. М. Баранова, Г. И. Молявко, А. П. Ромоданова</i> . . . . .	127
<b>Глава VI. Краткие сведения о других полезных ископаемых района Никопольского месторождения.</b> <i>Е. С. Шевченко</i> . . . . .	134

### *Часть вторая*

## МАРГАНЦЕВЫЕ РУДЫ

<b>Глава VII. Условия залегания и строение марганцеворудного пласта.</b> <i>В. И. Грязнов</i> . . . . .	143
--	-----

Условия залегания марганцевых руд и определяющие их факторы . . . . .	143
Строение рудного пласта и фациальные особенности марганцевых осадков . . . . .	152
<b>Глава VIII. Типы и разновидности марганцевых руд. В. И. Грязнов . . . . .</b>	<b>170</b>
Минералогическая и текстурная классификации руд . . . . .	170
Минералого-петрографическая характеристика типов и разновидностей марганцевых руд . . . . .	176
Окисные руды . . . . .	176
Карбонатные руды . . . . .	188
Окисно-карбонатные руды . . . . .	194
<b>Глава IX. Описания минералов рудного пласта. В. И. Грязнов . . . . .</b>	<b>198</b>
<b>Глава X. Генезис марганцевых руд. В. И. Грязнов. . . . .</b>	<b>271</b>
Обстановка образования руд . . . . .	271
Источники марганца . . . . .	273
О форме переноса и причинах осаждения марганца . . . . .	276
Стадии образования руд . . . . .	279
<b>Глава XI. Промышленная характеристика никопольских марганцевых руд . . . . .</b>	<b>285</b>
Химический состав необогащенной руды и закономерности распределения главных компонентов в рудном пласте. В. И. Грязнов . . . . .	285
Химический состав товарных руд и их промышленное использование. М. С. Мороховская . . . . .	293
Обогащение марганцевых руд. И. И. Гражданцев . . . . .	295
К вопросу о промышленном использовании карбонатных марганцевых руд и низкосортных окисных концентратов. М. С. Мороховская . . . . .	314
Фосфор в марганцевых рудах Никопольского бассейна и проблема получения малофосфористых руд. В. И. Грязнов . . . . .	316
К оценке никопольских марганцевых руд как сырья для химической промышленности. В. И. Грязнов . . . . .	325
<b>Глава XII. Геологоразведочные работы. В. В. Богданович, Е. Ф. Вильгос . . . . .</b>	<b>330</b>
Топогеодезические работы . . . . .	330
Геологосъемочные работы . . . . .	330
Геофизические работы . . . . .	331
Методика поисково-разведочных работ . . . . .	332
Методика опробования и обработки проб . . . . .	335
Химические анализы и другие виды исследований . . . . .	338
Методика подсчета запасов . . . . .	340
Степень разведанности и перспективы промышленного освоения . . . . .	343
Сравнение геологических данных по разведочным и эксплуатационным работам . . . . .	346
<b>Глава XIII. Рудничная геологическая служба. Е. Ф. Вильгос . . . . .</b>	<b>348</b>
<b>Глава XIV. Горнотехнические условия эксплуатации месторождения. А. А. Соснов . . . . .</b>	<b>352</b>

## Часть третья

## ОПИСАНИЕ РУДНЫХ ПЛОЩАДЕЙ И УЧАСТКОВ

<b>Глава XV. Западная рудоносная площадь . . . . .</b>	<b>363</b>
Общие сведения. М. С. Мороховская . . . . .	363
Геологическое строение. М. С. Мороховская . . . . .	364
Гидрогеологические условия. В. М. Кабризон . . . . .	376
Условия залегания и строение рудного пласта. Е. Д. Гуторова . . . . .	384
Химический состав руд и концентратов М. С. Мороховская . . . . .	394
Заключение. М. С. Мороховская . . . . .	408
<b>Глава XVI. Грушевско-Басанский участок . . . . .</b>	<b>411</b>
Общие сведения. Е. Д. Гуторова . . . . .	411
Геологическое строение. Е. Д. Гуторова . . . . .	412
Гидрогеологические условия. В. М. Кабризон . . . . .	424
Условия залегания и строение рудного пласта. Е. Д. Гуторова . . . . .	428
Химический состав руд и концентратов. Е. Д. Гуторова . . . . .	439
Заключение. Е. Д. Гуторова . . . . .	448
<b>Глава XVII. Коминтерн-Марьевский участок . . . . .</b>	<b>450</b>
Общие сведения. Е. С. Шевченко . . . . .	450
Геологическое строение. Е. С. Шевченко . . . . .	451

Краткая характеристика гидрогеологических условий. <i>В. М. Кабризон</i> . . .	458
Условия залегания и строение рудного пласта. <i>Е. С. Шевченко</i> . . .	462
Химический состав руд и концентратов. <i>Е. С. Шевченко</i> . . .	471
Заклучение. <i>Е. С. Шевченко</i> . . .	483
<b>Глава XVIII. Максимо-Тимошевский, Закаменский, Новоселовский и Николаевский участки. <i>Е. С. Шевченко</i></b> . . .	<b>485</b>
Общие сведения . . .	485
Геологическое строение . . .	486
Условия залегания и строение рудного пласта на Максимо-Тимошевском участке . . .	491
Химический состав руд и концентратов Максимо-Тимошевского участка . . .	497
Условия залегания и строение рудного пласта на Закаменском, Новоселовском и Николаевском участках . . .	503
Химический состав руд и концентратов Новоселовского и Николаевского участков . . .	509
Заклучение . . .	511
<b>Глава XIX. Рудоносные площади бассейна реки Ингулец и междуречья Ингулец — Бзавлук. <i>Е. С. Шевченко</i></b> . . .	<b>513</b>
Общие сведения . . .	513
Геологическое строение . . .	514
Условия залегания, строение рудного пласта, химический состав руд . . .	518
Заклучение . . .	520
Заклучение <i>В. В. Богданович</i> . . .	522
Литература . . .	524

НИКОПОЛЬСКИЙ МАРГАНЦЕВОРУДНЫЙ БАССЕЙН

Редактор издательства *И. С. Власов*

Переплет художника *Т. Е. Валовик*

Технический редактор *Т. М. Шмакова*

Корректор *Т. М. Кушнер*

---

Сдано в набор 20/XI-63 г.  
Подписано к печати 15/V-64 г.  
Формат бумаги  $70 \times 108 \frac{1}{16}$  Бум. л. 17,1+1 карта  
Печ. л. 34,3+1 карта Усл. п. л. 48 (2 вкл.) +1 карта  
Уч.-изд. л. 46,78 Т-06544 Тираж 1000  
Зак. 1163 Цена 3 р. 60 к.  
Объявлено в тем. плане б. Госгеолтехиздата на 1963 г. № 156

---

Издательство «Недра», Москва, Центр, ул. Кирова, 24  
Типография фабрики № 9 ГУГК

100-10