

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО ВГУ)

На правах рукописи

КРАЙНОВ АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ КАОЛИНИТОНАКОПЛЕНИЯ В ФАНЕРОЗОЕ
ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ**

Специальность: 1.6.5 – Литология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

доктора геолого-минералогических наук

Научный консультант:

д. г.-м. н, проф. А.Д. Савко

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЦЧР	13
1.1. Палеозойская эратема	13
1.2. Мезозойская эратема.....	15
1.3. Кайнозойская эратема.....	23
Глава 2. МЕТОДИКА РАБОТ	27
2.1. Методы полевых работ	27
2.2. Камеральные исследования.....	28
2.3. Аналитические исследования.....	28
2.4. Минерагенические построения.....	31
Глава 3. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕННОСТИ	33
Глава 4. ЭТАПЫ КАОЛИТОНАКОПЛЕНИЯ В ФАНОРОЗОЕ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ	43
4.1. Доверхнерифейский этап.....	46
4.2. Раннепалеозойский этап	47
4.3. Позднейфельский-раннефранский этап.....	49
4.4. Позднефранско-фаменский этап	50
4.5. Раннекаменноугольный этап	50
4.6. Раннемезозойский этап	53
4.7. Раннемеловой (аптский) этап	56
4.8. Палеоген-неогеновый этап	58
4.9. Каолинитовые глины и их месторождения в других регионах Мира.....	60
Глава 5. КАОЛИНЫ МАМОНСКОЙ ТОЛЩИ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА	79
5.1. Стратиграфическое положение мамонской толщи	80
5.2. Палеогеоморфологическое положение мамонской толщи.....	84
5.3. Литология и фации мамонской толщи	91
5.4. Вещественный состав каолинов.....	97
5.5. Характеристика месторождения вторичных каолинов Козынка.....	103
Глава 6. КЕРАМИЧЕСКИЕ ГЛИНЫ АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ	113
6.1. Геология и фации аптских отложений	113
6.2. Минеральный состав глин	129
6.3. Химический состав глин.....	140
6.4. Влияние вещественного состава глин на их керамические свойства.....	144
6.5. Характеристика общих особенностей генезиса аптских глин	156
Глава 7. КЕРАМИЧЕСКИЕ ГЛИНЫ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ	162
7.1. Керамические глины киевских отложений.....	163
7.2. Керамические глины полтавских отложений	168
7.3. Керамические глины шапкинских отложений	177
7.4. Керамические глины усманской свиты	182
Глава 8. МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ГЛИН ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ	188
8.1. Керамические глины мамонской толщи	189
8.2. Керамические глины аптского яруса.....	193
8.3. Керамические глины кайнозоя.....	198
8.4. Вмещающие и перекрывающие керамические глины породы как попутно добываемое сырьё.....	200
8.4.1. Песчаные отложения мамонской толщи	200
8.4.2. Вскрышные породы аптских глин	212
8.4.3. Песчаники аптского яруса	227
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	233
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	239

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Каолинит является основным минералом глин, широко используемых в народном хозяйстве в качестве сырья для керамических изделий, огнеупорных материалов, наполнителей в производстве пластмасс, резины, бумаги, в строительной, лакокрасочной и других отраслях промышленности. Этот минерал слагает каолины (синоним каолиновые глины), среди которых выделяются первичные (коры выветривания) и вторичные (делювиально-пролювиальные и озерно-болотные). При размыве и дальнем переносе вещества кор выветривания (КВ) формируются тугоплавкие и огнеупорные глины, содержащие примесь других глинистых и неглинистых минералов. В меньшей мере, каолиновые глины образуются в процессе химического осадконакопления (сухарные типа флинт-клей). Месторождения гидротермальных каолинов являются экзотическими, поскольку российским ученым В. П. Петровым [Петров, 1967] показано, что большинство из них, ранее относимых к эндогенным, на самом деле являются трещинными КВ.

Рассматриваемые глины, динамика объемов добычи которых неуклонно возрастает, являются дефицитным сырьём не только для Центрально-Черноземного района, но и всей Европейской части России. Воронежская антеклиза, расположенная на территории Орловской, Липецкой, Тамбовской, Курской, Воронежской и Белгородской областей, является наиболее благоприятной структурой для наращивания запасов каолиновых глин. Это связано с тем, что в фанерозое в её пределах неоднократно формировались КВ, при размыве и переотложении их вещества на разных стратиграфических уровнях образовались залежи рассматриваемых глин. Их немногочисленные месторождения, открытые ранее, в значительной мере отработаны. Другие объекты на сегодняшний день нерентабельны из-за низкого качества сырья или его глубокого залегания.

Керамические глины рассматриваемого региона наиболее развиты на северо-западе Воронежской области, где расположено хорошо изученное Латненское месторождение огнеупорных глин аптского возраста. В его разрезах имеются слои тугоплавких глин, к которым отнесены разности, обогащенные песчано-алевритовым материалом и имеющие пониженные суммарные содержания оксидов алюминия и титана (менее 28%). На середине расстояния от Воронежа до Борисоглебска, в Аннинском районе разведано Криушанское месторождение огнеупорных глин, залегающих обычно на глубинах более 100 м. Из-за глубокого залегания полезной толщи, это месторождение нерентабельно на настоящее время для отработки.

На остальной территории имеются разрабатываемые месторождения керамических глин, в том числе Большекарповское в Курской, Малоархангельское в Орловской, Лукошкинское и Чибисовское в Липецкой областях. Они, за исключением Большекарповского, эксплуатируются давно и их запасы в значительной мере исчерпаны. Поэтому проблема поисков весьма востребованных керамических глин чрезвычайно актуальна.

Помимо аптских, месторождения и проявления керамических глин известны в отложениях берекской (верхний олигоцен), шапкинской (нижний миоцен), усманской (нижний плиоцен) свит. С берекскими образованиями связано крупное, но некондиционное, Россошанское месторождение, с шапкинскими – мелкие Краснопольское, Колотиловское, Краснояружское, Новенькое, с усманскими – среднее по запасам Байгоровское.

Большой интерес представляет мамонская песчано-каолиновая (ПКТ) толща верхнего девона, развитая на юге Воронежской антеклизы. С ней многие авторы связывали возможности нахождения месторождений каолинов, проводились поисково-разведочные работы на прогнозируемых участках, но только в 2017 году было разведано первое месторождение вторичных каолинов Козынка, которые относятся к керамическому сырью. Это подтвердило перспективность мамонской толщи на подобные

месторождения и определило необходимость в более обоснованном прогнозе на них.

Формирование керамических глин происходило в различных условиях: континентальных (пролювиально-делювиальные, пойменные, старичные озерно-болотные фации), лагунно-морских и мелководно-морских. Но вопросы генезиса глин остаются спорными. С учетом крайней изменчивости по разрезу и латерали отложений, содержащих керамические глины, крайне необходим был фациальный анализ как основы для составления прогнозных карт. Полученные с помощью этого метода данные позволяют уточнить поля распространения керамических глин, что необходимо для расширения их минеральной базы. Очень важным представляется установление связи вещественного состава с технологическими свойствами глин, а также прогноз их поисков. Решению всех этих проблем и посвящена настоящая работа.

Степень разработанности темы исследования. При проведении исследований автор опирался на труды таких ученых, как Г.И. Бушинский, А.Г. Коссовская, Д.Д. Котельников, А.И. Мизин. Коллективом авторов во главе с А.Д. Савко был опубликован ряд работ, посвященный исследованию керамических глин Воронежской антеклизы. Состав глинистых отложений фанерозоя рассмотрен в монографических трудах А.Д. Савко, и в работе А.В. Жабина.

Однако, несмотря на длительную историю изучения керамических глин, вопросы образования месторождений остаются спорными. Одни авторы считают, что состав глин определяется дифференциацией вещества из источников сноса в бассейнах осадконакопления; другие отводят значительную роль диагенетическим процессам в преобразовании терригенного глинистого осадка. Тем не менее, знания о механизме формирования месторождений качественных керамических глин необходимы для прогноза поисков этих месторождений.

Цель и задачи исследования: Основная цель работы – выявление распространения, вещественного состава и условий формирования каолинитовых глин рассматриваемого региона для прогноза поисков и технологических свойств глинистого сырья в зависимости от его вещественного состава.

В соответствии с этой целью были определены следующие **задачи**:

1. Сбор и изучение фондовых источников по каолинитовым глинам;
2. Проведение полевых работ;
3. Литолого-фациальный анализ отложений на основе известных и вновь полученных автором данных;
4. Сравнительный анализ геологии известных месторождений региона и вновь открытых проявлений керамических (каолинитовых) глин;
5. Изучение прецизионными методами вещественного состава керамических (каолинитовых) глин;
6. Установление их генезиса и возможных технологических свойств глинистого сырья;
7. Выявление зависимости технологических свойств от вещественного состава глин;
8. Анализ возможностей использования вмещающих и перекрывающих керамические глины пород;
9. Выявление этапности эволюции накопления каолинита в истории ВА;
10. Обоснование поисков и разведки керамического сырья в рассматриваемом регионе.

Научная новизна: Определена преимущественная приуроченность керамических глин к эпохам образования и размыва каолиновых кор выветривания или связанных с ними осадочных отложений. Впервые для мамонской толщи выделены три группы фаций, описано первое открытое месторождение каолинов и показана перспективность нахождения подобных объектов в центральной части поля распространения толщи. Показано, что на

аллювиальных равнинах не только в аптское время процессы «проточного диагенеза», описанные нами ранее, приводили к каолинизации глинистого вещества, но и широко проявились в кайнозое и, в гораздо меньшей степени в позднем девоне.

На Латненском месторождении выделено 8 типов глин с отличиями в минеральных составах, обусловленных соотношениями терригенного и аутигенного каолинитов, кварца, монтмориллонита, иллита, органического вещества, соединений железа, гиббсита. Впервые установлено четыре уровня развития кайнозойских тугоплавких керамических глин, по два в палеогене и неогене. Керамические глины палеогена формировались в морских, тогда как такие глины неогена – в континентальных условиях. Показано, что, как правило, месторождения керамических глин комплексные и содержат кварцевые пески вмещающих и перекрывающих толщ. Впервые составлена минерагеническая карта развития керамических глин для рассматриваемого региона.

Фактический материал. Объектом исследований явились отложения верхнего девона, апта, палеогена и неогена. Материалы были собраны автором в 2007–2022 годах при участии в следующих работах:

1. «Выделение перспективных площадей для постановки поисково-разведочных работ на тугоплавкие глины в южной части ЦФО (Липецкая, Воронежская, Курская, Орловская, Белгородская и Тамбовская области)» в рамках объекта: «Поисково-оценочные работы на тугоплавкие глины и геолого-экономическая оценка нераспределенного фонда недр для обеспечения развития строительной индустрии Центрального федерального округа России»;
2. ГДП-200 листа N-37-XXXI (Малоархангельск);
3. ГДП-200 листа M-37-II (Кшенский);
4. ГДП-200 листа M-37-III (Касторное);
5. ГДП-200 листа N-37-XXXIII (Елец);
6. ГДП-200 листа M-37-XI (Бобров).

В процессе проведения работ задокументирован и опробован керн более 70 скважин, описаны и опробованы породы свыше 60 точек наблюдений (обнажения и карьеры) в пределах Воронежской, Курской, Липецкой, Белгородской, Орловской областей. С помощью прецизионных методов (дифрактометрический, зондовый, электронно-микроскопический и др.) исследованы минеральный и химический составы глин свыше 300 образцов. Изучены довольно обширные фондовые материалы, включающие 21 производственный отчет общим объёмом в несколько тысяч страниц. Данные из них использовались при составлении фациальных и прогнозных карт.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы.

Впервые разработана и обоснована этапность и эволюция каолинитонакопления в фанерозое Воронежской антеклизы. Составленная автором минерагеническая карта является основой для прогноза и поисков вторичных каолинов, тугоплавких и огнеупорных глин. Так проведенное на основе этого прогноза заверочное бурение позволило в аптских и мамонских отложениях выявить перспективные участки, которые рекомендованы для разведочных работ на месторождения керамического сырья.

Результаты работы вошли в главы производственных отчетов по объекту: «Поисково-оценочные работы на тугоплавкие глины и геолого-экономическая оценка нераспределенного фонда недр для обеспечения развития строительной индустрии Центрального федерального округа России»; ГДП-200 листа N-37-XXXI (Малоархангельск); ГДП-200 листа М-37-II (Кшенский); ГДП-200 листа М-37-III (Касторное); ГДП-200 листа N-37-XXXIII (Елец); ГДП-200 листа М-37-XI (Бобров) [Черешинский и др., 2011 ф; Черешинский и др., 2014 ф; Черешинский и др., 2016 ф; Черешинский и др., 2019 ф]. По результатам работ выделены перспективные участки на тугоплавкое и огнеупорное сырье.

Методология и методы исследования. Решение задач по изучению распространения, вещественного состава, этапности формирования

каолинитовых глин, а также минерагеническому районированию определило использование комплекса методик. Были проведены полевые исследования, камеральные построения фациальных карт и разрезов, лабораторные и технологические испытания. На основании комплексного анализа полученных данных выделены таксоны для регионального минерагенического районирования в рангах: минерагенические (рудные) зоны, районы и узлы.

На защиту выносятся следующие положения:

1. В фанерозое Воронежской антеклизы образование каолинитовых глин связано с континентальными перерывами, во время которых происходило формирование кор выветривания, их последующем размывом и накоплением в различных фациальных условиях залежей. Впервые выделены восемь этапов каолинитообразования, которые коррелируются с процессами каолинитообразования в истории Земли. Перспективными для нахождения месторождений каолинитовых глин являются отложения позднего девона, апта и кайнозоя.

2. Каолины в отложениях верхнего девона связаны с размывом мощных каолиновых кор выветривания на кристаллических породах докембрия и формированием пролювиально-делювиальных, аллювиальных (старичных) и озерно-болотных образований мамонской толщи. Каолины тесно ассоциируют с кварцевыми песками, образуя в них пласты и линзы, а также входят в состав обломочных пород в виде основной примеси.

3. Глины аптского возраста образовались преимущественно за счет размыва и переотложения пород мамонской песчано-каолиновой толщи. Впервые доказано, что существенно каолинитовые (огнеупорные) разновидности формировались в пределах аллювиальной равнины, где широко проявились процессы проточного диагенеза, приводившие к дозреванию осадков. Иллит-каолинитовые (тугоплавкие) разновидности отложились в лагунно-морской зоне и унаследовали состав пород источника сноса.

4. Впервые установлено, что керамические глины кайнозоя приурочены к отложениям четырех стратиграфических уровней: I – киевскому (эоцен), II – полтавскому (верхний олигоцен), III – шапкинскому (нижний миоцен), IV – усманскому (нижний плиоцен). Киевские и полтавские глины имеют монтмориллонит-иллит-каолинитовый состав, шапкинские и усманские – монтмориллонит-каолинитовый с незначительной примесью иллита. Породы первых двух уровней формировались в мелководно-морских фациях, третьего и четвертого – в старично-озерных.

5. В пределах Центрально-Чернозёмного района наибольшие перспективы наращивания минерально-сырьевой базы каолинитового сырья связаны с образованиями апта и мамонской толщи. Вмещающими для глин являются высоко дифференцированные кварцевые пески, представляющие стекольное, формовочное и строительное сырьё. Для каолинов девона установлена Мамонская минерагеническая зона, включающая Павловск-Калачский минерагенический район. Выделенная для керамических глин аптского яруса Малоархангельск-Воронежская минерагеническая зона включает Воронежский и Курско-Елецкий минерагенические районы. Эти минерагенические таксоны охватывают прогнозируемые месторождения с промышленными запасами и прогнозными ресурсами и позволят обеспечить каолинами и керамическим сырьём Европейскую часть России.

Апробация результатов исследования: Материалы диссертации были представлены на следующих научных конференциях: I Российское рабочее совещание «Глины-2011» (Москва, 2011); Минеральные индикаторы литогенеза (Российское совещание с международным участием (конференция с международным участием, Сыктывкар, 2011); Концептуальные проблемы литологических исследований в России (Казань, 2011); Всероссийское совещание, посвященное 100-летию основателя Ленинградской литологической школы Льва Борисовича Рухина (Санкт-Петербург, 2012); Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых (международная научно-практическая

конференция, Симферополь–Судак, 2012); II Российское рабочего совещание "Глины и глинистые минералы" (Пушино, 2012); XV Международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания (Пермь, 2015); VIII Всероссийское литологическое совещание (Москва, 2015); Третье Российское совещания по глинам и глинистым минералам «ГЛИНЫ-2015» (Москва, 2015); Экзолит – 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 (научные чтения, посвященные проблемам литологии, Москва); 12 Уральское литологическое совещание (Екатеринбург, 2018); IX Всероссийское литологическое совещание с международным участием (Казань, 2019); XVII Геологический съезд (Республики Коми, 2019); Международная стратиграфическая конференция Головкинского (Казань, 2019), XVI Международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания (РКВ–2020) «Россыпи и месторождения кор выветривания XXI века: задачи, проблемы, решения» (Воронеж, 2021).

Защищаемые положения опубликованы в 65 научных статьях, из них 27 в изданиях, рекомендованных ВАК (в «Вестнике Воронежского государственного университета. Серия: Геология» – 21; в «Докладах Академии наук» – 3, в «Литологии и полезные ископаемые» – 2, в «Геология рудных месторождений» – 1). В 2015 г была опубликована монография «Керамические глины Центрально-Черноземного района».

Объем и структура работы: Диссертация, общим объемом 265 страниц состоит из введения, 8 глав и заключения. Включает 27 таблиц, 67 рисунков и список литературы из 225 наименований.

В первой главе приводится геологическое строение изучаемого района, во второй – описание методики исследований; в третьей освещается история изученности керамических глин Центрально-Черноземного района. В четвертой главе описаны вторичные каолины мамонской толщи верхнего девона, в пятой – керамические глины аптского яруса. В шестой главе приводятся данные о керамических глинах кайнозоя, в седьмой описаны кварцевые пески вмещающих и вскрышных пород, а также другие попутные

полезные ископаемые. Восьмая глава посвящена минерагеническому районированию керамических глин региона, а также перспективам их поисков и разведки.

Благодарности: Неоценимую помощь в подготовке и написании работы внесли доценты кафедры исторической геологии и палеонтологии Черешинский А.В., Дмитриев Д.А., Милаш А.В., к. г-м. н. Овчинникова М.Ю.; доцент кафедры общей геологии и геодинамики Жабин А.В.; старший научный сотрудник НИИ геологии ВГУ Мануковский С.В.; директор ООО «Акма-Универсал» Корабельников Н.А.; доцент кафедры полезных ископаемых и недропользования Базиков Н.С.; ученые ИГЕМ РАН Новиков В.М., Боева Н.М., которых автор искренне благодарит. Особую признательность автор выражает научному консультанту своей работы профессору Савко А.Д., во многом способствующему тому, что она состоялась.

Глава 1. КРАТКИЙ ОЧЕРК ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЦЧР

В строении Воронежской антеклизы участвуют два структурных этажа – нижний, сложенный кристаллическими породами архея и раннего протерозоя, и верхний фанерозойский, состоящий из осадочных образований девонской, каменноугольной, юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем [Савко, 2002].

1.1. Палеозойская эратема

Представлена девонской и каменноугольной системами.

Девонская система. Сложена морскими, прибрежно-морскими и лагунными породами нижнего, среднего и верхнего отделов общей мощностью до 600 м, залегающими на породах кристаллического фундамента и КВ по ним. Для отложений девона выделяются общие региональные и местные стратиграфические подразделения (табл. 1.1). Образования нижнего отдела развиты на севере антеклизы и сложены нижней гравийно-песчаной и верхней песчано-глинисто-алевритовой толщами. Мощность отложений достигает 60 м.

Средний отдел включает отложения эйфельского и живетского ярусов. Эйфельский ярус, терригенные породы нижней части которого формировались в различных фациальных условиях, отличаются пестротой состава. Выше залегают органогенно-детритовые известняками с прослоями глин, на них – глины с прослоями песков и мергелей. Общая мощность эйфельского яруса до 130 м. Живетский ярус сложен преимущественно терригенными породами – песками и глинами, мощность которых до 100 м.

Верхний отдел представлен франским и фаменским ярусами (до 250 м). Франский ярус подразделяется на три подъяруса.

Нижний сложен песками, глинами и алевритами, средний – известняками и переслаиванием глин с известняком, верхний – внизу

Стратиграфическая схема девонских отложений ВА

Общая стратиграфическая шкала				Региональные стратиграфические подразделения		Субрегиональные стратиграфические подразделения		Местные (литостратиграфические) подразделения														
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Надгоризонт	Горизонт	Подгоризонт	Надгоризонт	Горизонт	Подгоризонт, слой	Структурно-фациальные зоны												
										Западная часть Воронежской антеклизы I	Северо-восточная часть Воронежской антеклизы II	Юго-восточная часть Воронежской антеклизы III										
ДЕВОНСКО-КАРЯХНИИ										Фаменский												
										верхний	Зиганский											
											Хованский		Хованский				D_3hv	Хованская свита				
											Озерский		Озерский				D_3oz	Озерская свита				
										средний	Плавский	верхний		Плавский	Кудяровские Тургеневские		D_3pl	Плавская свита	D_3kd	Кудяровские сл.		D_3lb-pl
												нижний										
										Оптуховский	верхний		Оптуховский	Киселевоникольские Мценские			D_3op	Оптуховская свита	D_3kn	Киселевоникольские слои		D_3mm
											нижний								D_3mc	Мценские слои		
										Лебедянский			Лебедянский				D_3lb	Лебедянская свита				
										нижний	Елецкий		Елецкий				D_3el	Елецкая свита			D_3zd-el	
													Задонский		Задонский			D_3zd	Задонская свита			
										Волгоградский												
										верхний	Донской	Ливенский		Ливенский			D_3lv	Ливенская свита			D_3ev-lv	
												Евлановский		Евлановский			D_3ev	Евлановская свита				
										Воронежский	верхний		Воронежский	верхний			D_3vr	Воронежская свита	D_3vr_2	Верхняя подсв.		D_3pt-vr
												Речицкий		Петинский	нижний			D_3pt	Петинская свита			
										средний	Российский	Семилукский	верхний	Семилукский	верхний		D_3sm	Семилукская свита	D_3sm_2	Верхняя подсв.		D_3sm
												Саргаевский	нижний	Саргаевский	нижний				D_3sm_1	Нижняя подсв. (рудкинские слои)		
										нижний	Коми	Тиманский	верхний	Тиманский			$D_3\check{c}p$	Чаплыгинская свита	$D_3\check{c}p_2$	Верхняя подсвита (усманские слои)		D_3pt-vr
											Пашийский	нижний	Пашийский				D_3js	Ястребовская свита				
										Живетский	Старооскольский	Муллинский		Муллинский			D_2ml	Мулинская свита			D_3sm	
												Ардатовский		Ардатовский			D_2ar	Ардатовская свита				
										Воробьевский		Воробьевский		Воробьевский			D_2vr	Воробьевская свита				
										Эйфельский	Черноярский	верхний		Черноярский			$D_3\check{c}r$	Черноярская свита			$D_1-2r\check{z}-dr$	
												нижний										
										верхний	Мосоловский		Мосоловский				D_2ms	Мосоловская свита			Ряжско-дорогобужская терригенная толща	
												Клинцовский		Клинцовский			D_2kl	Клинцовская свита				
										нижний	Бийский		Дорогобужский				D_2dr	Дорогобужская свита				
верхний	Койвенский		Ряжский				$D_1r\check{z}$	Ряжская свита														
		Вязовский																				
нижний	Тагатинский																					
нижний	Кемерский																					

Автор: Г.Д.Родионова

песками, глинами, мергелями, известняками с прослоями глин, вверху – органично-обломочными известняками. Фаменский ярус также делится на

три подъяруса. Они представлены в основании терригенными породами, которые выше сменяются карбонатными – органогенно-обломочными известняками, доломитами, мергелями с прослоями глин.

Каменноугольная система. Каменноугольные отложения развиты на юго-западном склоне антеклизы. В составе системы выделяются нижний и средний отделы (табл. 1.2). Нижний представлен отложениями турнейского, визейского, серпуховского, а средний – башкирского и московского ярусов.

Турнейский ярус сложен пелитоморфными известняками с небольшими прослоями глин. В основании яруса отмечаются песчано-глинистые породы, особенно заметную роль они играют на КМА. В верхней части яруса залегают песчаные глины с прослоями глинистых углей, породы яруса имеют мощность до 60 м. Визейский ярус подразделяется на нижний и верхний подъярусы. В нижневизейском подъярусе преобладают пески и глины с пластами бурых углей. Выше они сменяются глинами и песками, залегающими среди известняков, общая мощность отложений до 100 м.

Серпуховский ярус представлен преимущественно известняками и доломитами общей мощностью до 40 м. В карбонатных породах содержатся желваки кремней и линзы глин.

Башкирский ярус развит на крайнем юго-западе КМА, в его основании залегают глины, а выше них – пелитоморфные и органогенно-детритовые известняки. Мощность отложений до 40 м. Московский ярус так же, как и башкирский, имеет ограниченное распространение, представлен ритмами переслаивающихся глин, мергелей, известняков, алевроитов, песчаников, пропластков бурого угля, имеет мощность до 100 м.

1.2. Мезозойская эратема

Представлена юрской и меловой системами.

Юрская система. Система представлена средним и верхним отделами. Средний отдел включает байосский, батский и келловейский ярусы.

Стратиграфическая схема каменноугольных отложений ВА

Общая стратиграфическая шкала				Региональные стратиграфические подразделения		Региональные и местные (литостратиграфические) подразделения									
						Структурно-фациальные зоны									
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Надгоризонт	Горизонт	Южный склон Воронежской антеклизы		Северный склон Воронежской антеклизы							
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	СРЕДНЯЯ	Московский	нижний		Каширский	C_2ks_2	Верхнекаширский подгоризонт								
						C_2ks_2	Нижнекаширский (цинский) подгоризонт								
			Башкирский		верхний			Мелекесский		C_2db	Дубовецкая свита		C_2az	Азовская свита	
										Черемшанский	C_2bv	Беловодская свита			
											C_2dn	Донцовская свита			
					нижний			Прикамский		C_2bn	Бондаревская свита				
		Северо-кельтменский		C_2vl					Великоцкая свита						
				Краснополянский					C_2str	Стрельцовская свита					
		Серпуховской	верхний		Старобешевский	Запалтютинский	C_1lz	Лознинская свита							
							Протвинский	C_1pr	Протвинская свита						
			нижний		Заборьевский			Стешевский	C_1st			Стешевская свита			
									Тарусский			C_1tr	Тарусская свита		
	Окский				Веневский				Беленихинская серия			C_1vn	Веневская свита		
												Михайловский	C_1mh	Михайловская свита	
	Визейский	верхний				C_1bl	C_1al	Алексинская свита							
							Алексинский	C_1tl	Тульская свита						
	нижний	Кожимский			Бобриковский	C_1bb	Бобриковская свита		C_1bb	Бобриковская свита					
						Радаевский	C_1dm	Дмитриевская свита		C_1gl	Глубоковская свита	C_1lp	Липкинская толща		
	Турнейский	верхний		Шуриновский		Кизеловский	C_1il	Ильичевская свита							
							Черепетский	$C_1\check{c}rp$	Черепетская свита			$C_1\check{c}rp$	Черепетская свита		
		нижний		Ханинский			Упинский	C_1up	Упинская свита			C_1up	Упинская свита		
								Малевский	C_1ml			Малевская свита		C_1ml	Малевская свита
				Гумеровский		C_1kp	Купавнинская свита		C_1kp			Купавнинская свита			

Верхний сложен породами оксфордского, кимериджского и титонского (волжского) ярусов (табл. 1.3).

Байосский ярус имеет ограниченное распространение, вскрывается отдельными скважинами в южной части КМА, представлен голубовато- и коричнево-серыми глинами мощностью до 90 м.

Батский ярус образован континентальными отложениями, залегающими несогласно на разновозрастных подстилающих образованиях. Батские отложения, выполняющие эрозионные углубления в рельефе докембрийских образований, имеют песчано-глинистый состав и циклическое строение. В основании залегают серые мелкозернистые пески русловой фации, выше они сменяются коричневатосерыми тонкослоистыми алевритистыми глинами с обуглившимися обломками древесной растительности. Мощность отложений до 100 м.

Келловейский ярус залегает несогласно на поверхности батских отложений, а также со стратиграфическим несогласием перекрывает различные стратонами каменноугольной и девонской систем. Келловей сложен глинами и только в Белгородской области значительную роль начинают играть пески, мощность отложений до 30 м.

Оксфордский ярус представлен зеленоватосерыми глинами, опоковидными, песчанистыми, алевритистыми, которые распространены на гораздо меньшей площади, чем келловейские, мощность пород до 30 м. Кимериджский ярус развит в Белгородском районе КМА, сложен зеленоватосерыми песчанистыми глинами с прослоями мергелей и глинистых известняков. В глинах часто присутствует фосфоритовая галька, мощность отложений до 40 м.

Породы титонского яруса (мощностью до 40 м) с размывом перекрывают отложения кимериджского, келловейского и батского ярусов. Они представлены шопинской толщей, половской и прохоровской свитами. Шопинская толща сложена тёмно-серыми тонкодисперсными глинами, половская – серыми неравномерно алевритистыми глинами, прохоровская –

кварцевыми песчаниками и известковистыми глинами.

Меловая система. Представлена отложениями нижнего и верхнего отделов, которые на территории антеклизы пользуются большим распространением. Нижний отдел (табл. 1.4.) включает образования валанжинского, готеривского и барремского ярусов, повсеместно развиты отложения аптского и альбского ярусов. Верхний отдел представлен сеноманским, туронским, коньякским, сантонским, кампанским и маастрихтским ярусами.

Валанжинский ярус. Его породы несогласно залегают на отложениях юрской, каменноугольной и девонской систем. Отложения представлены мелкозернистыми глауконитово-кварцевыми песками, в основании с гравием, мелкой галькой кремня, кварца и песчаных фосфоритов, зеленовато-черными глинами, переходящими вверху в глауконитовые пески. В основании яруса отмечаются прослойки сидеритового песчаника. На крайнем северо-востоке разрез валанжина характеризуется наибольшей мощностью (до 25 м).

Готеривский и барремский ярусы по литологическим признакам расчленить довольно проблематично и поэтому они будут рассматриваться вместе, наиболее распространены в северо-западной и северной части антеклизы. В основании их развиты глины темно-серого и черного цветов, песчаные, иногда переходящие в глинистые пески, горизонтально-слоистые с галькой песчаных фосфоритов. Местами глины тонко переслаиваются с сильно слюдистыми песками и алевритами («рябец»).

Мощность нижней толщи достигает 7 м. Она перекрывается светло-серыми кварцево- глауконитовыми, слюдистыми песками и алевритистыми глинами. Общая мощность отложений достигает 30 м.

Аптский ярус (мощностью до 38 м) распространён на большей части антеклизы. Его отложения представлены различными по генезису континентальными и морскими отложениями, которые с несогласием залегают на образованиях баррема, готерива, валанжина, юры и девона.

Континентальные – сложены глинисто-песчаными породами. Наиболее полные разрезы представлены в пределах Латненского месторождения огнеупорных глин. Морские отложения сформировались в прибрежно- и мелководно-морской зоне, они сложены светло-серыми кварцевыми песками с небольшими линзами глин, в прибрежно-морских условиях отмечаются линзы, обогащённые титан-циркониевыми минералами.

Отложения альбского яруса также широко распространены по территории антеклизы, как и аптского. Альбские отложения представлены глауконито-кварцевыми разнозернистыми песками, которые широко изменяются по гранулометрии по площади и по разрезу. На отдельных участках в верхней части разреза отмечаются прослой глини и конкреции песчаных фосфоритов, мощность отложений до 60 м.

Отложения сеноманского яруса (табл. 1.5) имеют широкое распространение, они подстилаются породами альба, а на юго-востоке залегают на образованиях палеозоя. Образования сеноманского яруса представлены песчано-алевритовыми породами глауконито-кварцевого состава, содержащими фосфориты, мощность отложений до 40 м.

Отложения туронского яруса (до 50 м) залегают на сеноманских и представлены меловыми породами, песчанистыми в основании, чистыми и слабо глинистыми вверху. Коньякские (до 70 м) отложения согласно залегают на туронских. Для них характерно изменение литологического состава с юга на север, от фаций чистого мела и мелоподобных мергелей, до известковистых алевритов, глинистых трепелов и опок.

Образования сантонского яруса (до 140 м) пользуются широким распространением, для него характерен широкий спектр пород от мела и мелоподобных мергелей до известковистых глин, опок, трепелов, песков и алевритов.

Отложения кампанского яруса (до 30 м) согласно залегают на сантонских и распространены в пределах южной и западной части антеклизы. Отмечается фациальная изменчивость от мела и мелоподобных

Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений ВА

Общая стратиграфическая шкала				Региональные стратиграфические подразделения							
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Структурно-фациальные зоны							
М Е Л О В А Я В Е Р Х Н И Й	Сенонан-ски	Верхний	Верхний	Брянская серия $K_{1,2}br$	Верхняя подсерия $K_{2}br_2$	Тускарская свита $K_{2}ts$		Тускарская свита $K_{2}ts$			
						Средний	Нижний		Тускарская свита $K_{2}ts$		
									Тускарская свита $K_{2}ts$		
		Копьянский	Верхний	Средний	Нижний	Клинцовская свита $K_{2}kl$	Тускарская свита $K_{2}ts$	Жиздринская свита $K_{2}zz$	Черная свита $K_{2}db$	Чуфичевская серия $K_{2}cf$	
								Чернетовская свита $K_{2}ct$	Чернянская свита $K_{2}cn$		Толучевская свита $K_{2}tl$
			Средний	Нижний	Нижний	Севская свита $K_{2}sv$	Севская свита $K_{2}sv$	Терепшанская свита $K_{2}tr$	Золотухинская свита $K_{2}zl$	Истобненская свита $K_{2}is$	Чуфичевская серия $K_{2}cf$
									Чернянская свита $K_{2}cn$	Чернянская свита $K_{2}cn$	
	Сантонский	Верхний	Нижний	Нижний	Роговская свита $K_{2}rg$	Роговская свита $K_{2}rg$	Новооскольская свита $K_{2}nos$		Подгорненская толща $K_{2}pd$		
							Сапрыкинская свита $K_{2}sp$				
							Дубенковская свита $K_{2}db$				
	Капанский	Нижний	Нижний	Нижний	Унечская свита $K_{2}un$	Унечская свита $K_{2}un$	Пущкаревская свита $K_{2}ps$		Алексеевская свита $K_{2}al$		
							Дубенковская свита $K_{2}db$				
		Верхний	Средний	Нижний	Новгородская серия $K_{2}nv$	Новгородская серия $K_{2}nv$	Новгородская серия $K_{2}nv$	Новгородская серия $K_{2}nv$		Алексеевская свита $K_{2}al$	
								Суджанская свита $K_{2}sdz$			
		Ярус Мастрихт-	Верхний	Средний	Нижний	Новгородская серия $K_{2}nv$	Новгородская серия $K_{2}nv$	Новгородская серия $K_{2}nv$		Алексеевская свита $K_{2}al$	
								Масловская свита $K_{2}ms$			
	Верхний			Нижний	Нижний	Новгородская серия $K_{2}nv$	Новгородская серия $K_{2}nv$	Новгородская серия $K_{2}nv$	Новгородская серия $K_{2}nv$		Алексеевская свита $K_{2}al$
									Суджанская свита $K_{2}sdz$		
	Ярус Подъярус	Горизонт	Нижний	Нижний	Белорусская моноклиналь (Рославльский прогиб и Восточно-Белорусская моноклиналь)	Белорусская моноклиналь (Рославльский прогиб и Восточно-Белорусская моноклиналь)	Белорусская моноклиналь (Рославльский прогиб и Восточно-Белорусская моноклиналь)		Алексеевская свита $K_{2}al$		
							Басейн рек Снов, Десны и Ипути (Щигровский свод и западная часть Белгородской моноклинали)				
	Басейн реки Вороны (Тамбовская моноклиналь)	Горизонт	Нижний	Нижний	Басейн среднего течения Дона, восток Воркслы, Северского Донца и Оскола (Павловский свод и восточная часть Белгородской моноклинали)	Басейн среднего течения Дона, восток Воркслы, Северского Донца и Оскола (Павловский свод и восточная часть Белгородской моноклинали)	Басейн среднего течения Дона, восток Воркслы, Северского Донца и Оскола (Павловский свод и восточная часть Белгородской моноклинали)		Алексеевская свита $K_{2}al$		
							Басейн реки Вороны (Тамбовская моноклиналь)				

Автор: А.Г.Олферьев

пород на юге, до фосфатоносных песков и алевритов на северо-западе, опоковидных пород с прослоями песков на северо-востоке.

Образования маастрихтского яруса (до 180 м) известны только на юго-западе антеклизы, где они представлены мергельно-меловыми породами.

1.3. Кайнозойская эратема

Представлена палеогеновой, неогеновой и четвертичной системами.

Палеогеновая система. Палеогеновые отложения трансгрессивно залегают на породах различных ярусов верхнего мела и полого наклонены в сторону Днепровско-Донецкой впадины. Выделяются все три отдела: палеоцен, эоцен и олигоцен (табл. 1.6).

Палеоцен представлен отложениями сумской серии, она распространена на юго-востоке антеклизы. Отложения серии заполняют неровности предпалеогенового рельефа, представлены песками, алевритами и глинами, причём пески чаще встречаются в нижней части разреза. Мощность отложений изменяется от 2 до 20 м.

Эоцен включает отложения каневской, бучакской, киевской и нижней части харьковской свит. Каневская свита также как и сумская распространена на юго-востоке антеклизы. Сложена кварцевыми песками и алевритами с небольшими по мощности прослоями глин.

Бучакская свита развита на юго-западном склоне ВА и имеет мощность до 25 м. Представлена кварцевыми и глауконито-кварцевыми песками и алевритами. Киевская свита имеет более широкое распространение по сравнению с другими палеогеновыми образованиями, её мощность достигает 35 м. Обуховская свита представлена опоками, опоковидными глинами и мергелями, общей мощностью до 10 м.

Олигоцен представлен отложениями кантемировской и берекской свит. Кантемировская сложена песками, алевритами и глинами мощностью до 15 м. Берекская свита представлена песками, содержащими на отдельных

Стратиграфические схемы палеогеновых и нижнеэоценовых отложений ВА

Общая стратиграфическая шкала		Региональные стратиграфические подразделения Северной Украины		Картуемые региональные и местные стратиграфические подразделения			
Система	Отдел	Подотдел	Ярус	С т р у к т у р н о - ф а ц и а л ь н ы е з о н ы			
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	ПАЛОЦЕН	ВЕРХНИЙ НИЖНИЙ	ЛЮТЕЦКИЙ БАТОНСКИЙ ПРИАБОНСКИЙ ПОНЕЛЬСКИЙ	Сумской		Сумской	
				Пельтинский	Сумская серия	Сумская серия	Сумская серия
ЭОЦЕН	СРЕДНИЙ	БАТОНСКИЙ ПРИАБОНСКИЙ ПОНЕЛЬСКИЙ	Киевский	Каневская свита		Каневская свита	
				Каневская свита	Каратамышевская свита	Каратамышевская свита	Каневская серия
ЭОЦЕН	ВЕРХНИЙ	БАТОНСКИЙ ПРИАБОНСКИЙ ПОНЕЛЬСКИЙ	Обуховский	Обуховская свита		Обуховская свита	
				Обуховская свита	Обуховская свита	Обуховская свита	Обуховская свита
ЭОЦЕН	НИЖНИЙ	ХАТОНСКИЙ ПОНЕЛЬСКИЙ	Межгорский	Пасековская свита		Пасековская свита	
				Пасековская свита	Пасековская свита	Пасековская свита	Пасековская свита
НЕОГЕНОВАЯ	МИОЦЕН	НИЖНИЙ	Новопетровский	Новопетровская свита		Новопетровская свита	
				Новопетровская свита	Новопетровская свита	Новопетровская свита	Новопетровская свита
НЕОГЕНОВАЯ	МИОЦЕН	ВЕРХНИЙ	Полтавский	Берекская свита		Берекская свита	
				Берекская свита	Берекская свита	Берекская свита	Берекская свита
НЕОГЕНОВАЯ	МИОЦЕН	НИЖНИЙ	Новопетровский	Новопетровская свита		Новопетровская свита	
				Новопетровская свита	Новопетровская свита	Новопетровская свита	Новопетровская свита
НЕОГЕНОВАЯ	МИОЦЕН	ПОДТОДЕЛ	ЯРУС	Восточная (Донско-Хоперская) зона		Западная (Деснинско-Днепровская) зона	
				Бассейны верховьев Дона, Хопра, Айдара	Правобережье Дона, верховья Сейма, Оскола	Верховья Десны, бассейны Сев.Донца, Псела, Илуты	
НЕОГЕНОВАЯ	МИОЦЕН	ПОДТОДЕЛ	ЯРУС	Бассейны верховьев Дона, Хопра, Айдара		Западная (Деснинско-Днепровская) зона	
				Бассейны верховьев Дона, Хопра, Айдара	Правобережье Дона, верховья Сейма, Оскола	Верховья Десны, бассейны Сев.Донца, Псела, Илуты	
НЕОГЕНОВАЯ	МИОЦЕН	ПОДТОДЕЛ	ЯРУС	Бассейны верховьев Дона, Хопра, Айдара		Западная (Деснинско-Днепровская) зона	
				Бассейны верховьев Дона, Хопра, Айдара	Правобережье Дона, верховья Сейма, Оскола	Верховья Десны, бассейны Сев.Донца, Псела, Илуты	
НЕОГЕНОВАЯ	МИОЦЕН	ПОДТОДЕЛ	ЯРУС	Бассейны верховьев Дона, Хопра, Айдара		Западная (Деснинско-Днепровская) зона	
				Бассейны верховьев Дона, Хопра, Айдара	Правобережье Дона, верховья Сейма, Оскола	Верховья Десны, бассейны Сев.Донца, Псела, Илуты	

Авторы: Т.Е. Горбаткина, Ю.А. Иосифова

участках песчаники с растительными остатками. В песках встречаются тонкие прослой серых каолиновых глин, мощность отложений до 35 м.

Неогеновая система. В неогеновой системе выделяют два отдела – миоцен и плиоцен (табл. 1.7). Миоцен представлен шапкинской (новопетровской) свитой на юге, а также древним террасовым аллювиальным комплексом, сложенным песчано-глинистыми породами. На востоке антеклизы миоцен представлен песчано-глинистыми отложениями байчуровской, уваровской, тамбовской, сосновской и горелкинской свит.

Плиоцен сложен аллювиальными образованиями древних террас (усманская, коротоякская, урывская, белогорская, тихососновская), их мощность составляет до 40 м. Представлен песками, в меньшей степени глинами.

Четвертичная система. Четвертичная система представлена комплексом континентальных образований эоплейстоцена, трёх разделов неоплейстоцена и голоцена, среди которых преобладают ледниковый, флювиогляциальный и аллювиальный генетические типы. На описываемой территории четвертичные отложения распространены практически повсеместно, они детально охарактеризованы в работах Г.В. Холмового и Б.В. Глушкова [Глушков, 1989; Глушков, 2001; Глушков, Холмовой, 2015; Глушков, Холмовой, 2016; Холмовой, 1993].

Стратиграфическая схема неогеновых отложений ВА

Общая стратиграфическая шкала	Межрегиональная схема Восточного Паратетиса		Бассейн палео-Дона					Бассейны Сев. Донца и Оскола ниже г.Чернявка										
			Региональные стратиграфические подразделения		Местные стратиграфические подразделения			Местные стратиграфические подразделения										
Система	Отдел	Подотдел	Региолюрус	Региоподъярус	Надгоризонт	Горизонт	Окско-Донская равнина и прилегающая часть Среднерусской возвышенности	Калачская и Среднерусская возвышенности (юго-восточная часть)	Среднерусская возвышенность (южная часть)									
М И О Ц Е Н Н О Г О Р Я Л И Ц Е Н Н О В П А Я	Н	Н	Апшерон	НИЖНИЙ														
										Актагильский	ВЕРХНИЙ	Хопровский		N_2ts Тихососновская свита	N_2ts Тихососновская свита	N_2-Ebr Бурлукская серия		
												Белогорский	Замартыньевский		N_2bg Белогорская свита	N_2bg Белогорская свита	N_2gn Гнездиловская свита	
													Трубетчинский					
												СРЕДНИЙ	Селявновский		N_2sl Селявновская толща	N_2sl Селявновская толща	Новохарьковская серия	
													Дашинский	Уривская свита	N_2ur_2 Верхнеуривская подсвита	N_2ur_2 Верхнеуривская подсвита		
													Еланский		N_2ur_1 Нижнеуривская подсвита	N_2ur_1 Нижнеуривская подсвита		
											Оськинский		Хворостанский	N_2ur				
												Давыдовский						
											НИЖНИЙ	Коротоякский		N_2kr Коротоякская свита	N_2kr Коротоякская свита	N_2nh ?		
											Киммерийский	ВЕРХНИЙ	Герасимовский		N_2grs Герасимовская свита	N_2grs Герасимовская свита	Иваньковская серия	
													НИЖНИЙ	Антиповский	Усманская серия	N_2us_2 Верхнеусманская подсерия		N_2an Антиповская свита
														Березкинский		N_2br Березкинская свита		
										не выделен			N_2us	N_2us_1 Нижнеусманская подсерия	N_2pr Перешибинская свита			
										СРЕДНИЙ			Горелкинский	Горелкинская серия	N_1krs Карайская свита	N_1nb Новобогородицкая свита		
															N_1mk Макашевская свита	N_1fm Фоменковская свита		
												Гуровский	Ламинская серия	N_1ss Сосновская свита	N_1kjc Краснояружская свита			
												Тамбовский		N_1tm Тамбовская свита				
												Уваровский	Бурнакский	N_1uv Уваровская свита				
												Каменнобродский		N_1kb Каменнобродская свита				
										Байчуровский			N_1bc Байчуровская свита					

Глава 2. МЕТОДИКА РАБОТ

Решение поставленных задач определило использование комплекса методик. Их можно разделить на пять групп. Первая включает методы проведения полевых исследований с отбором фактического материала, вторая – обработку полученных материалов в камеральный период, в том числе построение фациальных карт и разрезов. Третья группа методов использовались для исследования вещественного состава глин, четвертая для изучения технологических свойств глин. Пятая группа применялась для минерагенических построений.

2.1. Методы полевых работ

Сбор фактического материала производился путем выполнения поисковых маршрутов, бурения скважин с последующим опробованием. При этом производилась тщательная документация горных выработок. Поисковые маршруты выполнялись по долинам рек и бортам оврагов для аптских образований и с описанием и документацией обнажений. Для привязки использовалась топографическая основа масштаба 1:100 000 и материалы космоснимков. Привязка точек наблюдений и скважин проводилась с точностью до 10 м.

Стенки карьеров документировались, опробование проводилось вертикальными бороздками сечением 3x10 см. Длина борозды составляла от 1–2 м. При бурении велось керновое опробование, керн тщательно зачищался от шлама, после чего вес пробы составлял около 5 кг. Отбор проводился послойно. В случае, когда мощность прослоя в полезной толще составляла менее 0,5 м, материал смешивался в одну пробу. Интервал опробования велся через 1–2 м.

Макроскопическое изучение включало определение окраски глин, структурно-текстурных признаков, минерального состава. Изученные чистые

глины чаще всего белые или светло-серые. Они окрашиваются в результате сорбции гидроокислов железа, наличия примеси органики и других красящих соединений и элементов, в частности двухвалентного железа. Структурно-текстурные признаки во многом определяются условиями образования и последующим наложением эпигенетических процессов. Определяются пелитовая, алевропсаммо- и фитопелитовые структуры, слоистая и неслоистая текстуры. Минеральный состав глин макроскопически устанавливался предположительно.

2.2. Камеральные исследования

При камеральных исследованиях проводилось составление разрезов и фациальных карт. Составление фациальных карт состоит из нескольких этапов. На первом этапе строились сопоставительные колонки, на которые выносились фациальные признаки пород: структурно-текстурные, минералогические остатки флоры и фауны и т.д. Следующий этап заключается в построении фациальных разрезов. На них выносятся границы фациальных обстановок и литологические типы пород данных обстановок. Индекс литологического типа характеризует условия формирования осадков: I – глубоководноморские (на изученной территории не выделяются), II – мелководноморские, III – прибрежно-морские, IV – переходные (лагунно морские), V – континентальные. Огромное влияние на формирование тех или иных фаций оказывает гидродинамический режим, обозначаемый буквами. Литологический состав пород на сопоставительных колонках, разрезах и картах показан соответствующим знаком.

2.3. Аналитические исследования

Исследование глин в лабораторных условиях потребовало комплекса методов, особенно прецизионных. Малые размеры глинистых частиц, их полиминеральность, наличие тонкодисперсных включений других минералов

делают пелитолиты одним из наиболее сложных для исследования литологических объектов и определяют применение ряда методов, в том числе рентгеноструктурного, электронномикроскопического, в меньшей степени, микронзондового.

Гранулометрический анализ является важным методом изучения структурных особенностей отложений и выявления генетических признаков глинистого осадка. Данные этого метода позволили установить засоренность глин, их дисперсность, получить информацию о генезисе пород. При этом проводилась расситовка пород с последующим их отмучиванием и отделением фракции менее 0,005 мм для ведения прецизионных анализов.

Электронномикроскопический анализ использовался нами для определения морфологии глинистых частиц, их размеров, минерального состава. Микронзондовый метод использовался для определения фазового химического состава частиц. Эти методы позволяют одновременно изучать микрообъекты, выделять основные глинистые минералы, неглинистые их примеси, определять особенности химического состава частиц. Недостатками этих методов зачастую являются неточности в диагностике минеральных смесей из-за микронных размеров частиц, наложенных друг на друга. Каолиниты изучались с помощью сканирующих электронных микроскопов CamScan 4 (Cambridge) и TESCAN VEGA IХMU (Tescan) с микроанализаторами INCA ENERGY (Oxford Instruments Analytical), а так же на растровом электронном микроскопе JEOL 6380 LV (ВГУ).

Основным методом определения глинистых минералов был *дифрактометрический*. Он даёт параметры кристаллических решеток, которые не повторяются в разных минералах, а обработка препарата глицерином и прокаливание детализирует картину строения и состава глинистых минералов и их примесей. Для изучения минерального состава глин использовали фракцию менее 0,005 мм, которая является наиболее представительной для характеристики минералов глин. Препараты в виде суспензии наносились на покровные стекла.

Рентгеновская съемка осуществлялась при помощи дифрактометра Empyrean B.V. PANalytical в центре коллективного пользования научным оборудованием ВГУ (аналитик к.ф.-м.н. Канныкин С.В.), а также на приборе ДРОН-2 (ВГУ, аналитик к.г.-м.н. Жабин А.В.) как в ориентированных препаратах для качественного анализа, так и в неориентированных для количественного. При этом исследовали воздушно-сухой препарат, насыщенный глицерином и прокаленный до 600°C. Количественное определение минеральных фаз проводилось методом интегральных интенсивностей. по высоте рефлексов.

Химический анализ использовался для определения сортов глин и соответствия их состава техническим условиям. По количеству $Al_2O_3 + TiO_2$ выделяются основные (более 28% Al_2O_3), полукислые (более 17%) и кислые сорта. По повышенному содержанию глинозема (более 40%) можно судить о присутствии в породе гиббсита, а кремнезема – о наличии большого количества кварца. Большие потери при прокаливании – явный признак наличия органического вещества и сопутствующего ему пирита [Савко, 2004]. Количественный химический анализ проводился методом ICP спектрометрия спектрометром Optima 2000 DV в ЦНИИГеолнеруд.

Силикатный анализ проведен с использованием рентгенофлуоресцентного спектрометра PW – 2400 (лаборатория ИГЕМ РАН, г. Москва).

Технологические испытания проводились Казанским институтом ЦНИИГеолнеруд в соответствии с ГОСТ 21286–82 «Каолин обогащенный для керамических изделий. Технические условия»; ГОСТ 2138–91 «Пески формовочные. Общие технические условия»; ГОСТ 22551–77 «Песок кварцевый, молотые песчаник, кварцит и жильный кварц для стекольной промышленности. Технические условия»; ГОСТ 3226–93 «Глины формовочные огнеупорные. Общие технические условия»; ГОСТ 8736–2014 «Песок для строительных работ. Технические условия»; ГОСТ 9169–75. «Сырье глинистое для керамической промышленности». Основное внимание

при исследовании глин уделялось показателям огнеупорности и интервалу спекаемости. Дополнительно изучались пластичность, степень белизны, цвет черепка после обжига, водопоглощение, связанность, прочностные характеристики.

2.4. Минерагенические построения

Минерагеническое районирование основывается на анализе рудоконтролирующих факторов и поисковых признаков полезных ископаемых. Среди основных факторов, определяющих становление месторождений в осадочном чехле Воронежской антеклизы выделяются общие, создающие предпосылки для их формирования и частные, определяющие вид гипергенных полезных ископаемых. В первую группу входят тектонический, климатический, стратиграфический и эволюционный факторы. Ко второй группе отнесены палеогеоморфологический, литологический, гидродинамический, органический, диагенетический, эпигенетический, вулканогенный и гидротермальный [Савко, 2006]. По нашим представлениям, применительно к месторождениям керамических глин, в первую группу входят климатический, структурно-тектонический, стратиграфический и палеогеоморфологический факторы. Вторая группа включает фациальный и диагенетический факторы. В региональном плане климатический, структурно-тектонический, стратиграфический и геоморфологический факторы определяют условия локализации в регионе месторождений глинистого сырья в целом. Локальные факторы (фациальный и диагенетический) ответственны за размещение, генезис и вещественный состав огнеупорных и керамических глин рассматриваемой территории.

1. При минерагенических построениях лишь месторождения выделяются на основании прямых геолого-геофизических и геолого-геохимических признаков, все остальные таксоны – на основе концепций, опирающихся на представления о тектоническом положении объектов, их

формационном составе и генезисе. Базовыми таксонами для регионального минерагенического районирования являются: минерагенические (рудные) зоны, районы и узлы. Первые отвечают структурно-формационным зонам и выделяются на основании: анализа ряда геологических и ассоциирующих с ними рудных формаций; геотектонического положения этих рядов; фациальной принадлежности геологических образований. Внутри минерагенической зоны определяются районы – продуктивная часть зоны. Они рассматриваются на уровне рудной формации. Главные геологические признаки для выделения рудных районов – рудоносные формации и внутриформационные факторы, характеризующие предполагаемый источник рудного вещества, пути его миграции и участки локализации. Минерагенические узлы входят в состав районов, имеют площадь более 100 км² и представляют собой относительно изометричные площади на фоне слабоминерализованных или безрудных площадей [Металлогенический кодекс..., 2012].

Для минерагенических узлов были подсчитаны прогнозные ресурсы по категории Р₃. Они учитывают потенциальную возможность открытия месторождения определенного промышленного типа на основании благоприятных геологических палеогеографических предпосылок [Металлогенический кодекс..., 2012]. Подсчет осуществлялся методом «близкой» аналогии на основе удельной продуктивности эталонного объекта, по формуле: $G_n = P_n * S_n * k - (A + B + C_1)$,

где: G_n – прогнозные ресурсы, т; P_n – удельная продуктивность эталонной площади, т/км²; S_n – площадь прогнозируемого узла, м²; k – коэффициент подобия; $(A + B + C_1)$ – суммарные запасы попадающих в площадь рудного узла месторождений [Коробейников, Кузубый, 1998].

Глава 3. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕННОСТИ

Вопросу изучения керамических глин Воронежской антеклизы посвящено немало научных работ. В настоящей главе автор разделяет историю изученности по уровням развития керамических глин, от наиболее древнего – песчано-каолиновая мамонская толща, к наиболее молодому – кайнозойскому.

Геология мамонской ПКТ рассмотрена в ряде опубликованных и фондовых работ. Впервые она выделена как самостоятельное геологическое тело А.А. Дубянским [Дубянский, 1940] под названием “мамонские слои”. Термин “мамонская толща” ввел Д.Н. Утехин [Утехин, 1962], датируя её возраст от раннефранского до озерского. Палинологические исследования девонских отложений Воронежской антеклизы позволили Л.Г. Раскатовой установить возрастные границы формирования ПКТ и расчленить ее на восточном склоне антеклизы до горизонтов. Нижняя граница толщи вначале была определена ею как воронежский горизонт [Раскатова, 1966], а затем «опущена» до петинского [Раскатова, 1973]. На современном этапе возрастные границы мамонской толщи принимаются по этому автору как начало формирования – петинское, окончание – кудеяровское время ($D_3f_3-fm_3$).

А.Д. Савко, С.В. Мануковский, Л.Т. Шевырев [Савко и др., 2009] в обобщающей монографии рассмотрели распространение, геологическое строение и вещественный состав мамонской толщи. Показано, что она образовалась за счет размыва и переотложения вещества КВ кварц-каолинового состава на различных по составу породах кристаллического фундамента и, в меньшей степени, осадочных отложений живетского и франского ярусов. Площадь распространения авторы разделили на два участка – Западный и Восточный. На основе анализа комплекса данных выделены перспективные площади и показаны участки для поисков

каолинистых глин и песчано-гравийных смесей с подсчитанными прогнозными ресурсами минерального сырья.

В 2017 г. ОАО «Акмауниверсал» под руководством Н.А. Корабельникова и С.В. Мануковского было разведано месторождение Козынка, что дало новый фактический материал для изучения мамонской песчано-каолиновой толщи.

Наиболее изученными являются аптские глины Воронежской антеклизы, поскольку с ними связаны основные месторождения огнеупорных и керамических глин, часть которых давно эксплуатируется. Условно историю изучения аптских глин Воронежской антеклизы можно разделить на 3 этапа: 1 – открытие месторождений и накопление знаний по аптским глинам (конец XIX в – 40-е гг. XX века); 2 – выяснение возраста и вещественного состава глин, определение фациальных обстановок формирования аптских глин (50-е – 80-е гг. XX века); 3 – уточнение генезиса аптских глин, выявление связей между условиями формирования, вещественным составом и качеством сырья.

Район Латненского месторождения огнеупорных глин исследовался начиная с середины XIX века Г.П. Гельмерсеном, Р. Пахтом, Н.И. Борисяком, Барботом-де Марни. При этом обследовались выходы девонских отложений и почти не изучались отложения мезозоя. В конце XIX века район месторождения исследовали П.М. Венюков, Ф.Н. Чернышов, Н.А. Кудрявцев и А.А. Штукенберг. Несмотря на то, что многие геологи изучали район месторождения, никто из них не отметил наличия огнеупорных и керамических глин в составе мезозойских отложений. В 1891 году товариществом Горн открыто Латненское месторождение огнеупорных глин [Горн, 1902].

В 1901 году горный инженер С.К. Квитка обследовал многочисленные проявления глин по рекам Дон, Девица, Ведуга, составил геологическую карту и оценил запасы глин в 115 млрд пудов (1,9 млрд т.), исходя из их сплошного распространения [Квитка, 1901]. Он впервые установил

приуроченность глин к определенному стратиграфическому горизонту и то, что от девона они отделяются толщей кварцевых песков [Квитка, 1901].

Изучением геологии и технологических характеристик глин занимались К.Д. Глинка [Глинка, 1919], П.А. Земятченский [Земятченский, 1927], К.И. Келер [Келер, 1932]. На данном этапе оставались спорными вопросы генезиса и возраста глин. Одни исследователи считали их лагунными, другие – континентальными. М.М. Пригоровский в 1922 году отнес песчано-глинистую толщу, в которой залегают пласты огнеупорных глин к нижнему отделу меловой системы [Пригоровский, 1922]. П.А. Земятченский и Ф.К. Рындин высказывали точку зрения о юрском возрасте этих глин [Земятченский, 1927; Рындин, 1922]. Н.Н. Боголюбов определял огнеупорные глины как келловейские [Боголюбов, 1925]. Такая картина объясняется тем, что кроме углефицированных растительных остатков, в глиноносной толще и контактирующих с ней слоях руководящие остатки организмов не встречаются. Окончательно вопрос о возрасте огнеупорных глин Латненского района был решен с развитием микрофаунистических и палинологических методов стратиграфии. Аптский возраст отложений доказала в 1951 г. Н.А. Болховитина, путем сопоставления спорово-пыльцевых комплексов этих отложений с хорошо датированными разрезами Крыма и Закавказья [Болховитин, 1951].

В 1930 г. работниками научно-исследовательского кабинета Липецкой геолого-разведочной базы под руководством П.С. Виноградовой проведены специальные исследования литологии и условий залегания вельд-аптской толщи. Изучение аптских отложений в этот период вызвано, главным образом, тем, что объектом поисков и разведочных работ становится связанное с ними нерудное сырье. Эти работы проводились специализированными геологическими партиями.

После окончания Великой Отечественной войны наступил новый этап в изучении огнеупорных глин. С одной стороны это обуславливалось

дефицитом данного сырья и его важностью для промышленности и народного хозяйства, с другой – прогрессом в геологии.

Большую роль в изучении огнеупорных глин Латненского месторождения сыграл профессор Н.П. Хожайнов. Используя находки спор и пыльцы наземных растений, а также фораминифер из морских прослоев он установил, что осадконакопление шло только в раннем апте. По материалам [Болховитина, 1951; Принада, 1939] им выделено три толщи: нижняя (подрудная), представленная разномерными русловыми песками; средняя – глинами, алевроитами мелкозернистыми и тонкозернистыми песками, имеющими озерно-болотный и надводно-дельтовый генезис; верхняя – мелкозернистыми песками прибрежно-морскими и мелководно-морскими. Разделил глины по минеральному составу на: каолинитовые, каолинит-монотермитовые и монотермитовые [Хожайнов, 1957].

Н.П. Хожайнову принадлежат исследования фациальных обстановок аптских отложений Воронежской антеклизы. Он отнес огнеупорные латненские глины к надводно-дельтовым фациям, а залегание их определил в виде непрерывного пласта на аллювиальных песках [Хожайнов, 1955; 1957; 1979]. Н.П. Хожайнов совместно с А.К. Титовым изучили глины Криушанского месторождения. Основной упор делался на сравнение химического состава криушанских и латненских глин. Авторы отметили что месторождения возникли в зарастающих озерах надводной дельты аптской палеореки [Хожайнов, 1975; 1982].

В.Ф. Семенов, изучавший глины Липецкой области, выделил 3 типа глин: каолинит-гидрослюдистые, гидрослюдисто-каолинитовые и монотермит-каолинитовые. Он указал, что на термограммах и дифрактограммах монотермит-каолинитовые глины практически неотличимы от смеси каолинита и гидрослюды [Семенов, 1963].

В конце 70-х Придонской ГРЭ были проведены работы по изучению огнеупорных глин Воронежской антеклизы. Выделены перспективные участки на правом берегу Дона и повторно озвучена точка зрения Хожайнова

на природу глин. В 1981 г была составлена литолого-фациальная карта аптских отложений масштаба 1:200 000. Выделено несколько уровней формирования аптских глин. Но данная карта имеет недостаток, заключающийся в том, что в основу ее построения положена спорная гипотеза о существовании у аптской палеореки восьми террас (судя по характеру отложений она была равнинной).

Заметный вклад в изучение аптских глин внес А.Д. Савко. При изучении палеогеографии юрского и начала мелового периода он уточнил происхождение латненских огнеупорных глин. А.Д. Савко показал, что разрез Латненского месторождения – это типичный разрез аллювиальной толщи равнинной реки [Савко, 1987]. Минеральный состав аптских глин и закономерности их распространения в различных фациальных обстановках рассмотрены в ряде работ [Савко, 1988; 1977; 1977; 1990]. По результатам исследований доказано, что перспективными на огнеупорное сырье могут быть только озерно-болотные глины аптского возраста. В статье [Савко, Михин, 2000] и монографии «Литология и полезные ископаемые междуречья Дон-Ведуга-Девица» [Савко и др., 2004] рассмотрено определяющее влияние минерального состава глин Латненской группы месторождений на их свойства. Положительными факторами является наличие каолинита, гиббсита и монтмориллонита; негативными – наличие свободного кремнезема в виде кварца, а также сульфидов, окислов железа, карбонатов и органики.

В 1995 году А.И. Мизин впервые составил фациальную карту аптского яруса масштаба 1:500000 на всю территорию ЦЧЭР и выявил закономерности распространения глин на этой площади, а также изучил их минеральный состав. Автор считает, что генезис аптских отложений меняется с юга на север последовательно следующим образом: аллювиальный – озерно-болотный-морской, при этом автор относит глины Большекарповского, Лукошкинского и Чибисовского месторождений к прибрежно-морским. Этот автор показал, что при постоянном составе глинистого вещества,

поступающего из источников сноса, минеральный состав глин определяется фациальной обстановкой их формирования: морские глины каолинит-иллитовые, в континентальных уменьшается роль иллита и увеличивается примесь гиббсита и монтмориллонита при доминировании каолинита. Глины различного генезиса отличаются по содержанию в них глинозема, что определяется условиями их образования [Мизин, 1995].

А.В. Жабин, изучая не только глины, но и глинистую фракцию песков выявил, что для морских отложений характерны иллит-каолинит-сметитовые ассоциации. Он отмечает увеличение смектита с глубиной акватории и связывает генезис смектитов с преобразованием каолинита в морской щелочной среде. В континентальных отложениях преобладает каолинит, вместе с которыми имеются иллит, гиббсит, смектит. Генезис последнего в континентальных отложениях обусловлен особенностями древнего рельефа и периодическими кратковременными подтоплениями морем прибрежных областей приморской равнины [Жабин, Сиротин, 2008; Жабин и др., 2010].

Гораздо менее изучены керамические глины. Литология, состав и технологические свойства месторождений тугоплавких глин Липецкой области рассмотрены В.В. Андреенковым [Андреенков, 2000; Андреенков, Савко, 2003]. Им выделено 4 литолого-генетических типа керамических глин. Их глинистая часть имеет иллит-каолинитовый состав с очень небольшой примесью монтмориллонита. Установлена зависимость некоторых технологических свойств данного сырья (водопоглощение обожженного черепка, интервал спекания и формовочная влажность) от химического, гранулометрического и минерального составов.

Несмотря на заметное количество работ, посвященных изучению керамических глин аптского яруса Воронежской антеклизы, в настоящее время остались нерешенные вопросы:

– имеются две точки зрения на палеогеографию аптского века: 1 – обширная дельта от Воронежа до Липецка [Хожайнов, 1979]. 2 –

аллювиальная равнина [Савко, 1988]. Нерешенный вопрос о палеогеографических обстановках аптского века отрицательно влияет на точность геолого-съёмочных работ в регионе;

– не ясен генезис глинистых минералов в аптском бассейне седиментации. До сих пор существуют мнения о терригенной [Жабин и др., 2010; Хожайнов, 1978; 1979] и аутигенно-терригенной природе каолинита [Савко, 1988].

Для решения этих вопросов автором проводилось исследование керамических глин. В рамках работ по объекту: «Поисково-оценочные работы на тугоплавкие глины и геолого-экономическая оценка нераспределенного фонда недр для обеспечения развития строительной индустрии Центрального федерального округа России» автором был собран обширный фактический материал. Удалось охарактеризовать вещественный состав глин вновь выделенных перспективных участков и сравнить его с таковым уже известных месторождений [Крайнов, Татьянченко, 2012; Крайнов, Дмитриев, 2010; Крайнов, 2009; 2012; 2014; 2014; 2015; 2015; 2015; Крайнов и др., 2011]. По результатам этих работ сделан вывод о приуроченности тугоплавких разновидностей керамических глин к лагунно-морским фациям, а огнеупорных – к континентальным. Это позволило в последующем при работе по ГДП-200 листов М-37-II (Кшенский) и М-37-III (Касторное) выделять прогнозные площади на данные виды сырья.

Совместной группой ученых ВГУ и ИГЕМ, в которую входил автор, был выполнен ряд прецизионных аналитических исследований, по материалам которых в ведущих научных журналах опубликован ряд работ, посвященных генезису каолинита в различных фациальных обстановках [Бортников и др., 2010; 2011; 2012; 2013; 2016; Савко и др., 2011; Bortnikov et. al, 2009; 2010; 2013]. Прецизионными методами изучены структурно-морфологические особенности каолинита глинистых пород, претерпевших различные стадии литогенеза: первичные каолины коры выветривания – пролювиально-делювиальные и озерные вторичные каолины – озерно-

болотные огнеупорные – дельтово-лагунные тугоплавкие глины из ряда объектов Воронежской антеклизы (данный ряд месторождений является уникальным по своим пространственно-временным и фациальным характеристикам). Формирование месторождений каолинов, огнеупорных и тугоплавких глин Воронежской антеклизы связано с девонским (первичные и вторичные каолины) и раннемеловым (огнеупорные и тугоплавкие глины) этапами геологического развития региона.

Проведенные исследования показали, что в результате денудации и последовательного переотложения основная масса каолинита претерпела механическое разрушение и истирание. Эти процессы сопровождалась изменениями гранулометрического спектра, морфологии кристаллов и прогрессирующим разупорядочением их структуры. В озерно-болотных обстановках химическое воздействие среды при участии органики проявлялось в частичном растворении терригенного каолинита. Установлено, что органическое вещество не только способствовало созданию активной реакционной среды, но и являлось матрицей для замещения его алюмосиликатными растворами с последующим формированием аутигенного каолинита.

Пространственно-временная эволюция глинистого вещества сопровождалась изменением основного порообразующего минерала — каолинита, что подтверждается методом ЭПР [Muller, Calas, 1993; Бортников и др., 2010; Савко и др., 2011]. Наиболее совершенный каолинит наблюдается в девонских корах выветривания, за счет которых сформировалась песчано-каолиновая мамонская толща ($D_3\text{mm}$), ставшая основным источником сноса для аптских отложений. На аллювиальных равнинах аптского времени в результате переноса глинистого материала происходило измельчение основного порообразующего минерала – каолинита. Наряду с этим в процессах диагенеза при участии органического вещества происходило образование аутигенного каолинита, который вместе с аллотигенным слагает почти мономинеральные огнеупорные каолиновые глины Латненского

месторождения. Терригенный материал, который в отлагался в условиях опресненной лагуны, практически не подвергался химическим изменениям, и там глины имеют полиминеральный состав с содержаниями каолинита не более 50%.

Генезису глинистых минералов посвящена работа «Глинистые покрывки нефтяных и газовых месторождений» [Осипов и др., 2001]. В работе даны теоретические основы формирования свойств глинистых пород, рассматриваются процессы структурообразования глинистых осадков, описываются закономерности формирования их физических, фильтрационных и механических свойств, приводятся модели структур глин и их изменения с глубиной.

При изотопном анализе кислорода проведена оценка изменений $\delta^{18}\text{O}$ в продуктах коры выветривания и в керамических глинах Воронежской антеклизы. В процессе эволюции минерального вещества [Fallick et. al., 1993; Lawrence, Taylor, 1971; Savin, Epstein, 1970] рассматриваемого генетического ряда месторождений каолинитовых глин происходило последовательное возрастание значений $\delta^{18}\text{O}$ и их дисперсии [Feng, Yapp, 2009]. Установленные особенности поведения каолинита [Sheppard, Gilg, 1996.] и связанные с ними изотопно-кислородные параметры разновозрастных продуктов денудации и переотложения девонской коры выветривания могут играть индикаторную роль при изучении различных стадий литогенеза глинистых пород [Бортников и др., 2011; Gilg, 1999; Yeh, 1980].

Первые сведения о составе керамических глин кайнозоя приведены в работе [Бартенев, 2001], где выделены залегающие в виде линз среди полтавских песков гидрослюдисто-каолинитовые разности олигоценового возраста, и каолинитовые внизу, гидрослюдисто-монтмориллонитовые вверху, раннемиоценового возраста (шапкинская свита). Более подробно олигоценовые глины рассмотрены в работе [Холмовой и др., 2014], где приводятся материалы по Россошанскому месторождению керамических

глин с его участками. Ими установлены полиминеральный состав пелитов и их формирование в мелководном морском бассейне в его прибрежной части.

Нижнемиоценовые глины шапкинской свиты, развитые в на западе региона в Курской и Белгородской областях, исследованы в работе [Савко, 1988; Савко, 2014; Савко и др., 2005]. Показано, что эти глины в нижней части имеют каолинитовый состав, тогда как в верхней каолинит-монтмориллонит-иллитовый. Формирование их происходило в озерных условиях.

Верхнеплиоценовые глины усманской свиты, распространенные в бассейне Верхнего Дона, изучались Г.В. Холмовым [Холмовой, 1985; 1993]. Глины Байгоровского месторождения этим автором они отнесены к бентонитовым. В них по данным дифрактометрического анализа преобладает диоктаэдрический монтмориллонит с примесью каолинита (10–30%) и иллита (1–3%). Такое содержание, определяемое по площади отражений 001, представляется неточным, поскольку не учитывались коэффициенты Широцу, согласно которым при равных содержаниях монтмориллонита, иллита и каолинита площадь отражения первого в 4 раза больше второго и в 2 раза третьего. Следовательно, в рассматриваемых глинах содержание каолинита 20–60%, иллита – 2–6%, и по составу они относятся к каолинит-монтмориллонитовым и монтмориллонит-каолинитовым с примесью иллита, а по технологическим свойствам – к керамическим.

Несмотря на значительное количество работ по каолинитовым глинам осадочного чехла ВА, вопросы эволюции каолинитонакопления во времени, их специфика для определенных этапов остались неосвещенными. Их изучение во многом будет способствовать решению проблемы обеспечения керамическим сырьём не только ЦЧЭР, но и прилегающие регионы, а также позволит понизить зависимость от импорта каолина с Украины.

Глава 4. ЭТАПЫ КАОЛИНИТОНАКОПЛЕНИЯ В ФАНЕРОЗОЕ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

В фанерозое на территории ВА неоднократно отмечаются континентальные перерывы, когда формировались каолиновые КВ, при размыве которых в различных фациальных условиях образовались каолинитсодержащие глины и их месторождения. Исследованием КВ на породах кристаллического фундамента и осадочного чехла ВА занимались многие специалисты. Это К.Г. Глинка, А.А. Дубянский, С.Г. Вишняков, А.П. Никитина, Н.П. Хожайнов, А.Д. Савко, В.И. Сиротин, С.И. Чайкин, В.Н. Клекль, а также В.П. Семёнов, А.Б. Аскоченский, И.И. Никулин, Г.В. Войцеховский и другие. В геологических разрезах фундамента антеклизы и в ее осадочном чехле такие перерывы в осадконакоплении зафиксированы продуктами физического и химического разрушения пород различной мощности, состава и распространения [Савко, 1979].

Процессы выветривания, приводящие к масштабной гипергенной дифференциации вещества, происходили в течении всей геологической истории Земли. В неогее (рифей и фанерозой) на территории ВА неоднократно доминировали процессы планации и корообразования [Савко, 1984]. В рифее они проявились в допозднерифейское и предвендское время [Савко, Додатко, 1991; Никулин, Савко, 2015]. В коррелятных КВ отложениях широко представлены «зрелые» породы, к которым относятся и каолинитовые глины (рис. 4.1, 4.2).

Таким образом, в истории Воронежской антеклизы выделено восемь этапов каолиниотообразования (рис. 4.3), имеющих разную перспективность для нахождения месторождений каолинитовых глин: 1. Доверхнерифейский; 2. Раннепалеозойский; 3. Позднеэйфельско-раннефранский; 4. Позднефранско-фаменский; 5. Раннекаменноугольный; 6. Раннемезозойский; 7. Раннемеловой (аптский); 8. Палеоген-неогеновый.

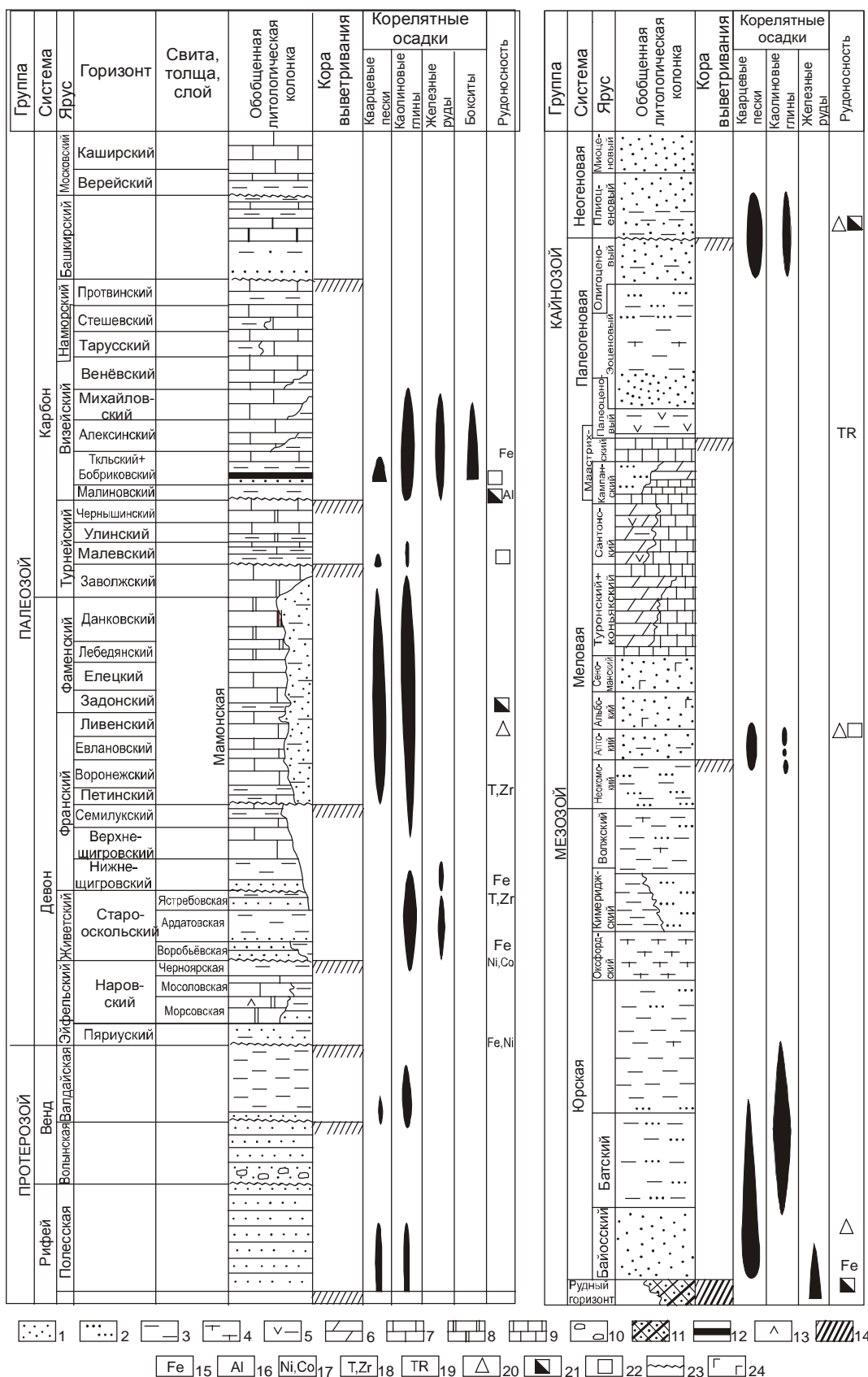


Рисунок 4.1 – Эпохи корообразования в фанерозое Воронежской антеклизы [по А.Д. Савко, А.Д. Додатко, 1991]. 1 – пески; 2 – алевриты; 3 – глины; 4 – карбонатные глины; 5 – опоковидные глины; 6 – мергели; 7 –

известняки; 8 – доломиты; 9 – мел пясчий; 10 – глауконит; 11 – железные руды; 12 – угли; 13 – гипс; 14 – эпохи корообразования. 15–24 – полезные ископаемые, в т.ч.: 15 – железные руды; 16 – бокситы; 17 – кобальт-никелевые руды; 18 – титан-циркониевые россыпи; 19 – редкие и рассеянные элементы; 20 – строительные пески; 21 – каолины; 22 – огнеупорные глины; 23 – перерывы; 24 – глауконит

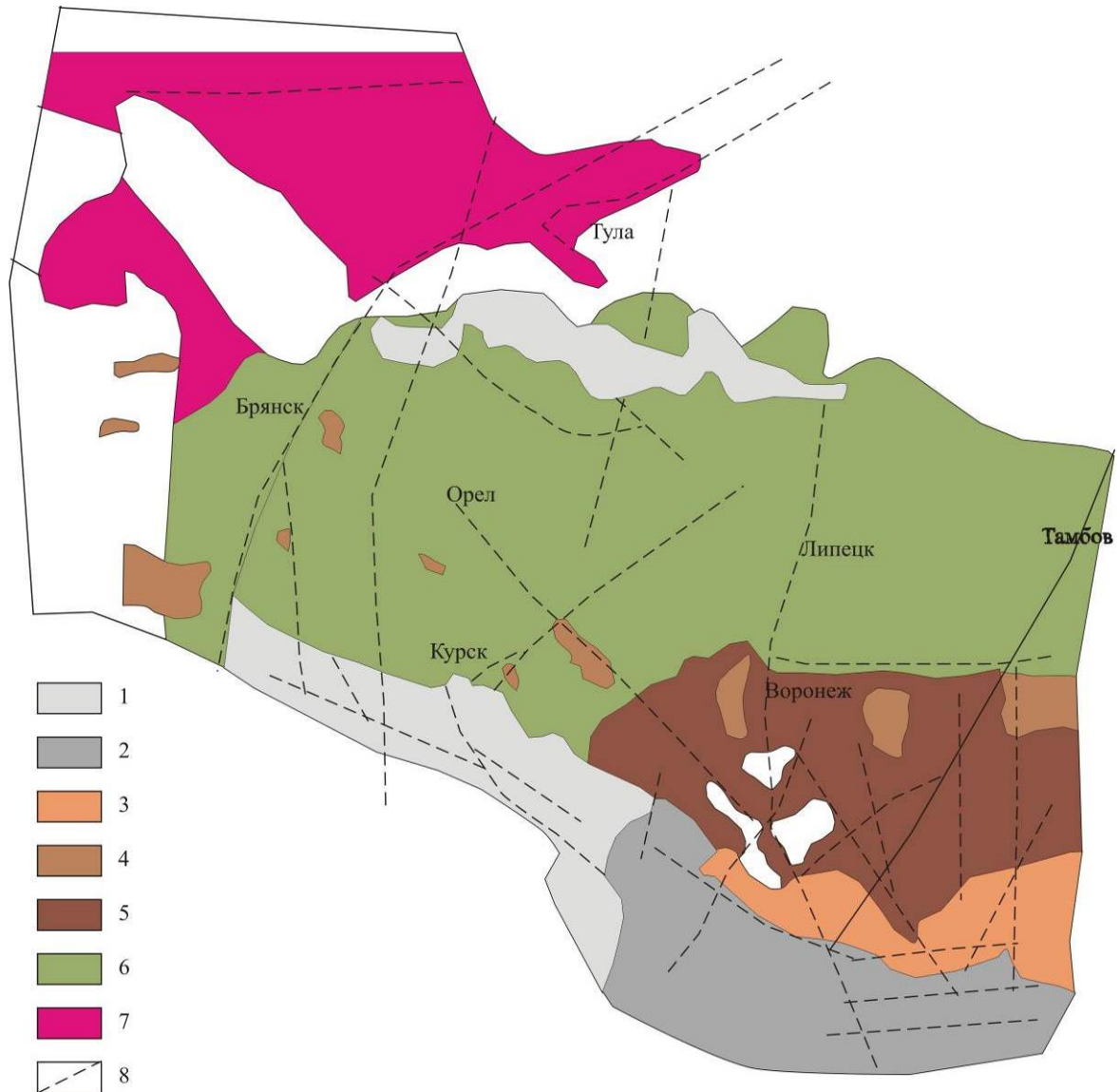


Рисунок 4.2 – Схема распространения домезозойских КВ Воронежской антеклизы [по А.Д. Савко, Н.П. Хожяинов, 1975]. Условные обозначения: 1–7 коры выветривания: 1 – визейская; 2 – турнейская; 3 – позднефранская; 4 – раннефранская; 5 – позднеэйфельская-раннеживетская; 6 – раннепалеозойская; 7 – доверхнерифейская; 8 – разломы

Этап каолинитообразования	Источники сноса			Источники сноса	Мощность каолинитовых пород	Перспектива выявления ПИ	
	Довернерифейский	Раннепалеозойский	Позднеэфельский-раннефранский				Позднефранско-фаменский
Главенствующий процесс каолинитообразования	Коры выветривания по породам кристаллического фундамента	Коры выветривания по породам кристаллического фундамента + размыты в раннеобразованных КВ	Коры выветривания по породам кристаллического фундамента + размыты в раннеобразованных КВ	Коры выветривания по породам кристаллического фундамента + размыты в раннеобразованных КВ	Коры выветривания по осадочным породам	Осадконакопление в озерно-болотных, старичьих и лагунно-морских фациях	Осадконакопление в морских фациях в палеогене и континентальных - в неогене
Распространение	Северо-запад Воронежской антеклизы	Север и северо-восток Воронежской антеклизы	Юго-восток и восток ВА	Юго-восток и восток ВА	Юго-запад ВА	Центральная и северо-западная часть ВА	Центральная и юго-западная часть ВА
Особенности	КВ были размыты, сохранились только их корни в линейных зонах	Происходила смена климата от гумидного до аридного. КВ были размыты на значительной части	2 этап - каолинитовая КВ по гранитоидам и сланцам	Формирование мамонской ПКТ за счет размыва и перетолжения вещества раннепалеозойской и девонских КВ на юге ВА	1. На положительных формах развития латеритная КВ 2. В отрицательных - в озерно-болотных условиях формировались сухарные глины типа флинт-клей	В основном отложившийся батского яруса развиты каолиновые глины, тяготеющие к эрозийным долинам. Они алевроитистые и запесоченные. Каолинитовые глины сменяются полиминеральными	Палеогеновые глины формировались в морских водоемах, неогеновые - в пределах аллювиальных равнин. Нижнемиоценовые тяготеют к приморской, нижнеплиоценовые - внутриконтинентальной равнине.
Мощность каолинитовых пород	20 м, возрастает до 100 м в зоне трещиноватости	10 м	Первые м - 200 м	15 м	Первые метры	До 15 м	Первые метры
Перспектива выявления ПИ	Отсутствует	Отсутствует	Вторичные каолины, кварцевые пески песчано-каолиновые смеси	Могут представлять интерес при гидро-скважинной добыче	Отсутствует	Тугоплавкие глины Огнеупорные глины	Легкоплавкие глины Тугоплавкие глины

Рисунок 4.3 – Этапность каолинитонакопления Воронежской антеклизы

4.1. Доверхнерифейский этап

Его КВ установлены на кристаллических породах фундамента на северо-западе и северо-востоке ВА, где она граничит с Оршанским и Пачелмским прогибами [Савко, Щеголев, 1979].

Блоки, в которых установлена эта неметаморфизованная КВ, ограничены глубинными разломами. Тектонический контроль отмечен и для всей площади развития отложений рифея, в прошлом занимавших большие территории. Эти КВ были размыты в последующее время, сохранились, вероятно, только их корни в линейных зонах. Косвенно о срезании элювия этого возраста свидетельствует преимущественно аркозовый состав верхнерифейских песчаников в граничащих с ВА отрицательных структурах.

4.2. Раннепалеозойский этап

Он длился в течение 120–150 млн лет [Савко, 1979]. Образование элювия в его начале происходило в гумидном климате, господствовавшем в регионе в кембрийское, ранне- и среднеордовикское время. Начиная с позднего ордовика до конца раннего девона и, частично, в эйфельское время, стал преобладать аридный климат, о чем свидетельствуют толщи эвапоритов – доломитов с включениями гипса, ангидрита, а также залежи галита в южной части Московской синеклизы, граничащей с ВА. На территории антеклизы сформировался расчлененный рельеф, унаследованный от позднеерифейской горной страны. За пределами региона морское осадконакопление в каледонский этап происходило на западе платформы и в центральной части Московской синеклизы, где образования нижнего палеозоя представлены глинисто-песчаными, терригенно-карбонатными, сульфатными и фосфатными породами мощностью до 2 км. Морские трансгрессии, связанные с прогибанием в Северо-Атлантическом подвижном поясе, шли с запада; максимум их был в среднем ордовике [Савко, 2006].

Раннепалеозойские коры имеют линейно-площадной характер и повсеместно перекрыты ряжско-морсовскими отложениями эйфельского яруса среднего девона, которые являются наиболее древними для региона. Мощность их составляет около 20 м (рис. 4.4), но по зонам трещиноватости она возрастает до ста метров.

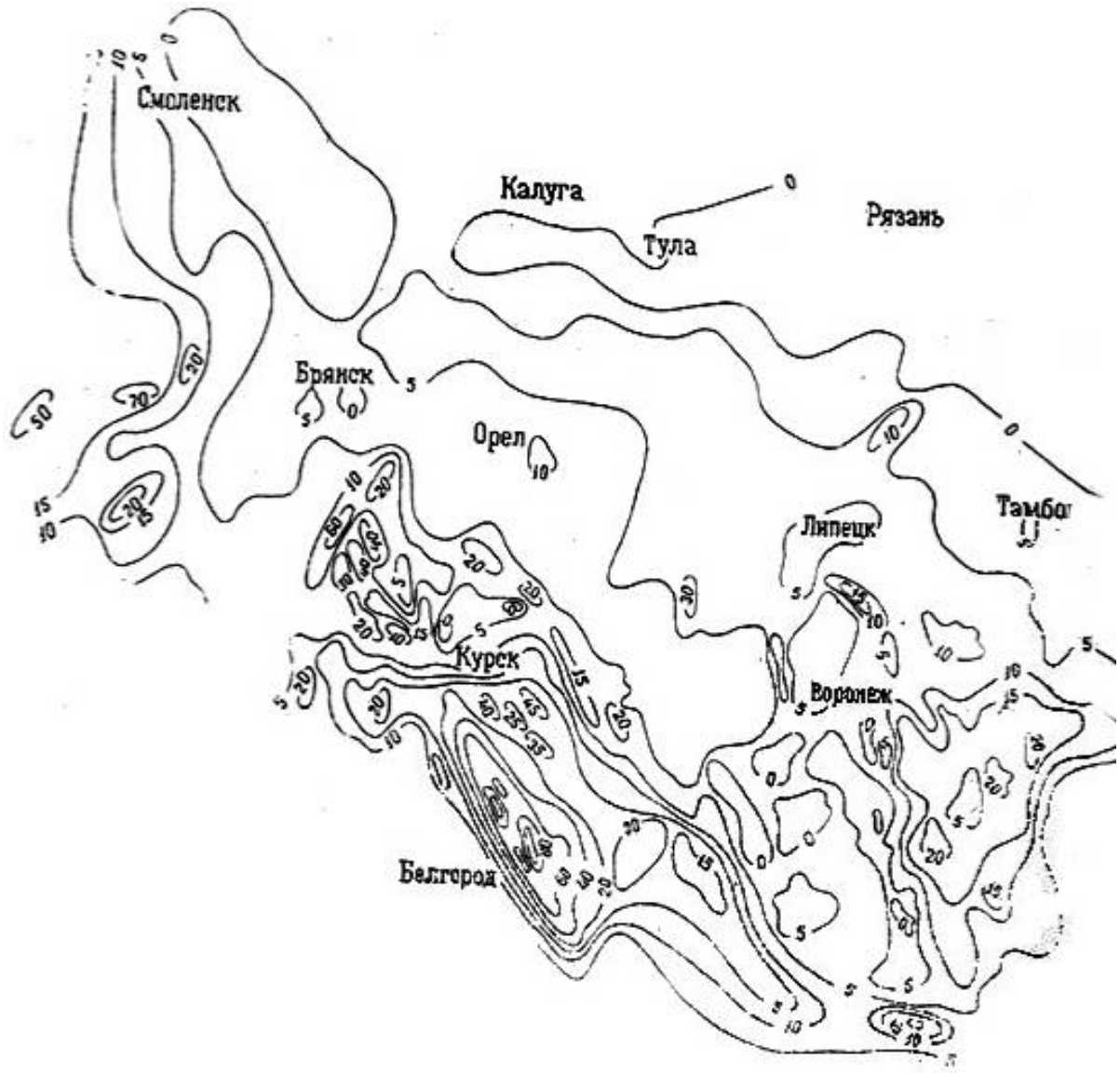


Рисунок 4.4 – Схема изопактов кор выветривания докембрийских пород Воронежской антеклизы [Савко, 1984]

Наиболее сохранившаяся кора отмечена в районе Курско-Бесединских аномалий. Здесь хорошо выраженные разрезы кор наблюдаются в зонах разломов и на пологих сводах. В эрозионных ложбинах и на крутых склонах коры выветривания нет вовсе. Нижнепалеозойские коры были уничтожены на значительной части антеклизы. За 120–130 млн лет, в течение которых

здесь преобладали условия выветривания, климат менялся от гумидного субтропического до аридного и семиаридного [Савко, 1979].

Это хорошо видно по облику коры выветривания, различного на разных изученных участках. Так, белые каолины скважины, пробуренной на железнодорожной станции Ржакса Тамбовской области (линия Тамбов-Уваров), возникли в гумидных условиях, существовавших в регионе с кембрия по силур включительно. КВ под эйфельскими отложениями на западе Липецкой области иллитовые и образовались в условиях близкого к ариднему климата и неперспективны на поиски каолинитовых глин.

4.3. Позднейфельский-раннефранский этап

КВ этого этапа формировались дважды – в перерывах между эйфелем и живетом, живетом и франом [Савко, 1979]. В первый подэтап она образовалась на юго-востоке и востоке ВА. КВ известна под мосоловскими и старооскольскими отложениями среднего девона. Она перекрывает гранитоиды, сланцы, базиты и гипербазиты. Особенностью этой коры, возникшей по кристаллическим породам, является её небольшая мощность (до 10 м) и формирование полного хорошо выраженного профиля, но – без подзоны свободного глинозёма. Эта КВ отличается от нижнепалеозойской, для которой характерна повышенная мощность нижних зон.

КВ второго подэтапа на юго-востоке ВА каолинитовая и развита на гранитоидах и сланцах. В присводовой и северо-западной частях антеклизы выветривание происходило по осадочным породам живета и выразилось в их осветлении, каолинизации полевых шпатов и иллита образовании оксидов железа, придающим пятнистую окраску породам. Мощности проработанных зон могут достигать 20–30 м.

Терригенные отложения живета и нижнего франга, образованные в прибрежно- и мелководно-морских обстановках за счет снесенного из источников сноса материала, имеют песчано-глинистый состав. Песчаная

составляющая представлена преимущественно кварцем с незначительной примесью калиевого полевого шпата и аксессуарных минералов, глинистая – каолинитом и иллитом. Первый преобладает вблизи от источников сноса, второй в отдаленных частях мелководно-морских бассейнов. Линз существенно каолинитовых глин в рассматриваемых образованиях не обнаружено. Всё это, а также большая глубина залегания, исключают возможности нахождения месторождений каолинитовых глин в отложениях эйфеля, живета и раннего франа.

4.4. Позднефранско-фаменский этап

В позднем девоне в южной части ВА, на гранитогнейсах докембрия, а также эффузивно осадочных породах формировались каолиновые КВ. Охристо-каолинитовая КВ на базальтах петинского возраста (поздний фран) в пределах юго-восточной части ВА четко стратифицирована, поскольку перекрыта песчано-каолиновой толщей верхнего франа-фамена [Савко, 1979].

За счет размыва и переотложения вещества раннепалеозойской и девонских КВ на юге ВА образовалась мощная континентальная песчано-каолиновая мамонская толща позднефранско-фаменского возраста (рис. 4.5). Её мощность колеблется от первых до 200 и более м. С ней связаны вторичные каолины, кварцевые пески и песчано-каолиновые смеси [Мануковский, Крайнов и др., 2018; Савко, Мануковский, Крайнов и др., 2018].

4.5. Раннекаменноугольный этап

КВ на юге антеклизы начала формироваться в турнейское время на гранитоидах. Она имеет хорошо проработанный профиль мощностью 5–20 м, с кварцево-каолиновой верхней зоной. Но максимум корообразования пришелся на позднетурнейско-ранневизейское время. Эта КВ описана

многими исследователями на юго-западе антеклизы. Там она наблюдается в пределах крупного тектонического блока, где развита на породах докембрия и, в меньшей степени, девонских.

Эта наиболее мощная и развитая кора ВА перекрыта породами среднего визе и юры. Её подошва облекает сложный эрозионный рельеф [Сиротин, 1983]. Позднетурнейско-ранневизейская КВ, развитая по железистым кварцитам, содержит богатые железные руды, а в «сланцевом» варианте концентрируется свободный глинозём [Никулин, Савко, 2015]. Мощность коры на джеспилитах – 150–400 м, на сланцах – 50–100 м.

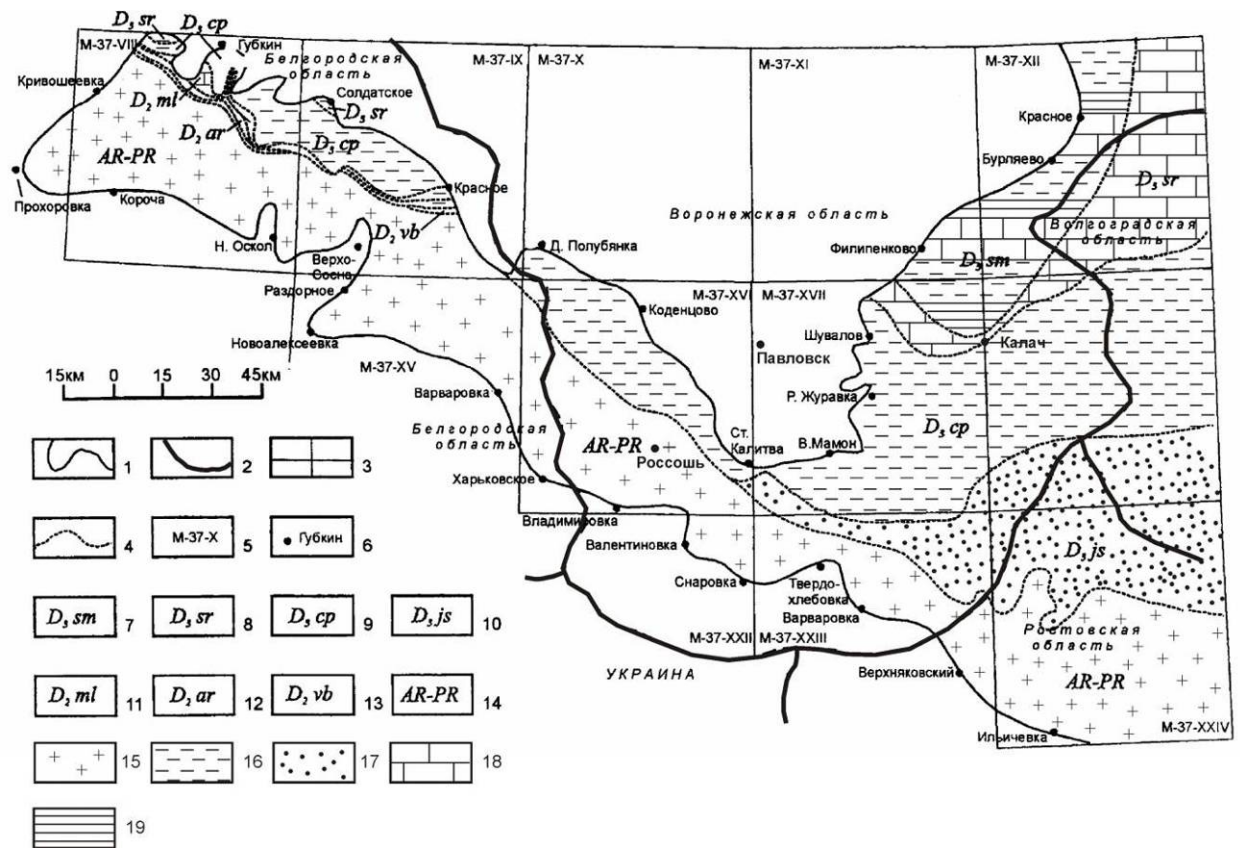


Рисунок 4.5 – Схема залегания мамонской толщи на подстилающих образованиях [по Савко и др., 2008 с дополнениями]. Границы: 1 – её развития, 2 – административные областные, 3 – листов масштаба 1:200 000, 4 – геологических подразделений; 5 – номенклатура листов, 6 – населенные пункты; 7–14 – геологические индексы: 7 – семилукских, 8 – саргаевских, 9 – чаплыгинских, 10 – ястребовских, 11 – муллинских, 12 – ардатовских, 13 – воробьевских, 14 – докембрийских пород; породы: 15 – граниты, 16 – глины, 17 – пески, 18 – известняки, 19 – аргиллиты

Распространение различных типов КВ тесно связано с древним рельефом. На положительных формах рельефа, сложенных железистыми кварцитами и переслаивающимися с ними сланцами, отмечается латеритный профиль, который характеризуется наличием подзоны свободного глинозема в КВ [Сиротин, 1988]. На железистых кварцитах развиты богатые железные и железо-алюминиевые руды. Здесь по гипсометрическому положению выделяются коры двух уровней [Сиротин, 1973]: низкого и высокого уровней. Низкий гипсометрический уровень к началу визе – это рельеф эрозионной равнины с системой речных долин. Высокий гипсометрический уровень – рельеф денудационной равнины, где создавались благоприятные условия для формирования КВ. В зонах повышенной тектонической раздробленности возрастает вероятность унаследования корней кор выветривания древних эпох.

КВ высокого (останцового) уровня, распространённые исключительно в зонах развития пород раннего протерозоя, характеризуются большой мощностью (см. рис. 4.4). Она для богатых железных руд резко изменяется от 0 до 300–400 м, а иногда и более. Для латеритной коры выветривания сланцев мощность колеблется от 45–50 до 150–200 м. За пределами внешнего контура месторождений железных руд на гранитах, сланцах и гнейсах она сокращается до 30–40 м, а её состав иллит-каолининовый. Различие в мощностях и составе объясняется тем, что железистые кварциты в силу их большой устойчивости всегда возвышались в рельефе докембрия и, следовательно, условия дренирования их были исключительно благоприятными, чему способствовали также многочисленные плоскости рассланцевания и тектонические нарушения.

КВ этого возраста описана А.Д. Савко и в Курском грабене, где она имеет мощность до 35 м и представлена каолинизированными глинами ястребовского, ардатовского, воробьевского горизонтов девона. Породы на 60–70%, а в верхней части на 80–90%, сложены каолинитом.

Каолинитовые глины бобриковско-тульского возраста, образовавшиеся за счет размыва позднепермской ранневизейской КВ широко развиты на юго-западе ВА в пределах Белгородской области, где они в переслаивании с кварцевыми песками и алевролитами залегают на глубинах свыше 400 м и поэтому слабо изучены. Установлен их озерно-болотный генезис [Савко, 1988]. По направлению на юго-восток они формируются уже в фациях опресненной лагуны и прибрежно-морских обстановок. В этих глинах установлен иллит, содержание которого нарастает в этом же направлении, и в небольших количествах появляются смектит, хлорит и смешанослойные минералы типа иллит+смектит.

В непосредственной близости от площадей развития латеритных КВ на джеспилитах и сланцах среди озерно-болотных образований с прослоями бурых углей встречаются линзы сухарных глин типа флинт-клей, и они являются огнеупорными. Их протяженность составляет сотни метров, мощность достигает 6 м. Нередко они переслаиваются с осадочными бокситами [Сиротин, 1988]. Их формирование происходило одновременно с выветриванием, выносом силикатного кремнезема и частично глинозема, которые попадая в озерные водоемы выпадали в осадок. Такие глины развиты в бобриковских отложениях южного склона Московской синеклизы.

В настоящее время каолинитовые глины визейского возраста не имеют практического значения из-за большой глубины залегания. Но при развитии и усовершенствовании технологии гидрокважинной добычи минерального сырья они смогут представлять интерес.

4.6. Раннемезозойский этап

В.П. Петровым в пределах Евразии выделена мощная эпоха корообразования (позднетриасовая-раннеюрская), к которой приурочены крупные месторождения первичных каолинов в Казахстане, на Южном

Урале, Украинском щите, в Западной Европе. Месторождения связаны с КВ на породах, представленных гранитоидами, гранитогнейсами, сланцами.

В пределах ВА каменноугольные породы полностью перекрыли её территорию. Их останцы, представленные кварцевыми песками, каолиновыми глинами и перекрывающими их органогенными известняками, известны в сводовой части антеклизы в Курском грабене размером 3 x 4 км, представляющем погруженный блок кристаллического фундамента, перекрытый отложениями палеозоя.

На остальной площади в течение большей части позднего палеозоя и добатского времени образования девона и карбона интенсивно размывались, вплоть до КВ кристаллических пород в полосе шириной 30 км в осевой части в центральной части КМА.

КВ рассматриваемого этапа эпохи развивались преимущественно на осадочных образованиях. Элювий на них известен давно. Он изучен на северном склоне антеклизы, где представлен горизонтом бурых железняков (1–3 м), развитых на известняках. Это КВ линейно-площадная со скарновыми полостями, в которых её мощности увеличены (до 7–8 м).

В южной части Воронежской антеклизы каолинизации и размыву подвергались осадочные породы палеозоя и КВ докембрия. Поэтому в основании отложений батского яруса развиты каолиновые глины, кварцевые пески и алевролиты (рис. 4.6), тяготеющие к врезанным в палеозойские породы ингрессионным эрозионным долинам. Мощности глин в прослоях составляют первые метры, они нередко алевролитистые и запесоченные, глубина их залегания свыше 50 м. По направлению на юго-запад каолиновые глины сменяются полиминеральными, в которых нарастают содержания иллита и особенно монтмориллонита [Савко, 2014].

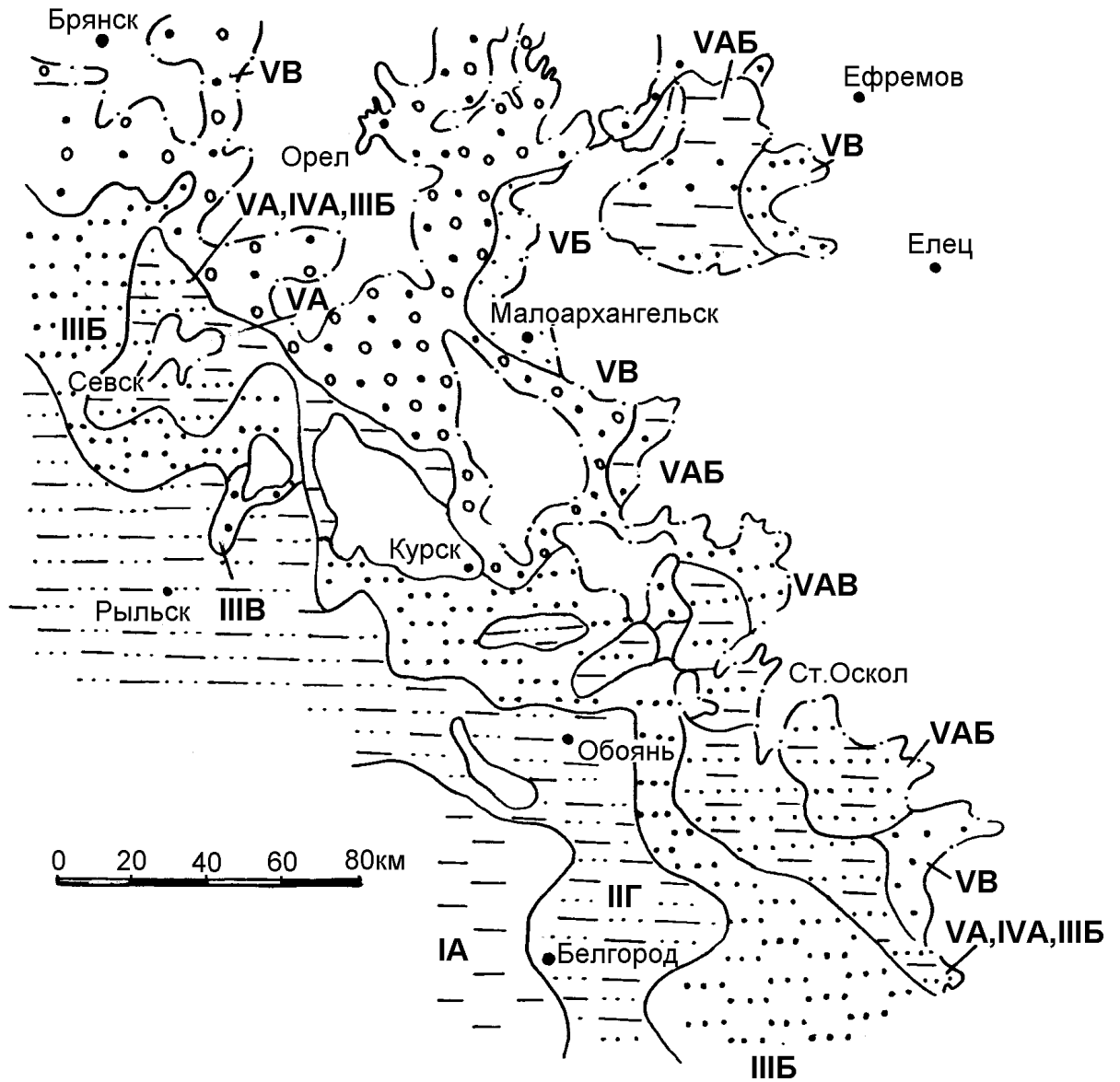


Рисунок 4.6 – Схематическая литолого-палеогеографическая карта ранне- (а) и позднебатского времени. Из работы [Савко, 2002]. Фациальные обстановки: 1-открытое относительно глубоководное море; мелководно-морские зоны с гидродинамическими режимами: 3-спокойным, 3-средним, 4-активным, 5-переменным; прибрежно-морские с гидродинамическими режимами: 6-спокойным, 7-средним, 8-активным, 9-переменным; лагунные: 10-опресненные, 11-засолоненные; 12-озерные, 13-болотные, 14-речные; 15-суша. Типы пород: 16-брекчия, 17-конгломерат, 18-гравий; песок: 19-крупнозернистый, 20-среднезернистый, 21-мелкозернистый, 22-тонкозернистый, 23-разнозернистый, 24-мелко-среднезернистый, 25-тонко-мелкозернистый, 26-алеврит, 27-глинистый алеврит, 28-глина, 29-глина

алевритистая, 30-песчанистая, 31-углистая, 32-опоковидная, 33-известковистая, 34-тонкое переслаивание глин и алевритов, 35-песчаник, 36-алевролит, 37-мергель, 38-известняк, 39-опока, 40-трепел, 41-охра, 42-гипс. Характерные особенности пород, растительные остатки: 43-автохтонные, 44-аллохтонные, 45-обломки фауны, 46-пелециподы, 47-аммониты, 48-гастроподы, 49-мианки, 50-белемниты, 51-губки, 52-брахиоподы, 53-ходы илороев, 54-темноцветные минералы, 55-сидерит, 56-гидроокислы железа, 57-пирит, 58-глауконит, 59-каолинит, 60-фосфорит, 61-цеолиты, 62-слюдистость, 63-окремнение, 64-углистость, 65-галька кремнистых пород, 66-катуны глин. Границы фациальных зон: 67-установленные, 68-предполагаемые

4.7. Раннемеловой (аптский) этап

После барремской трансгрессии море отступило в сторону Московской синеклизы и в аптское время на большей части антеклизы установились континентальные условия, которых формировался рельеф с его эрозионными и аккумулятивными формами (рис. 4.7). Море оставалось в северной части региона, где развиты прибрежно- и мелководно-морские отложения. Первые представлены преимущественно кварцевыми песками алевролитами, вторые – их глауконит-кварцевыми разностями. С кварцевыми песками связана серия титан-циркониевых россыпей на севере Липецкой и юге Рязанской областей [Савко и др., 1994; Иванов, 1998]. Между полями развития континентальных и морских образований отмечаются дельтовые.

Континентальные отложения формировались в различных фациях аллювиальной равнины. В пределах юго-западного склона антеклизы на неокомских алевритистых глинах и глинистых алевритах образовалась КВ, на которой с размывом залегают аллювиальные пески аптского возраста. Выветривание выражается в образовании осветленной каолиновой зоны с

пятнами ожелезнения за счет разложения глауконита. Её мощность первые метры.

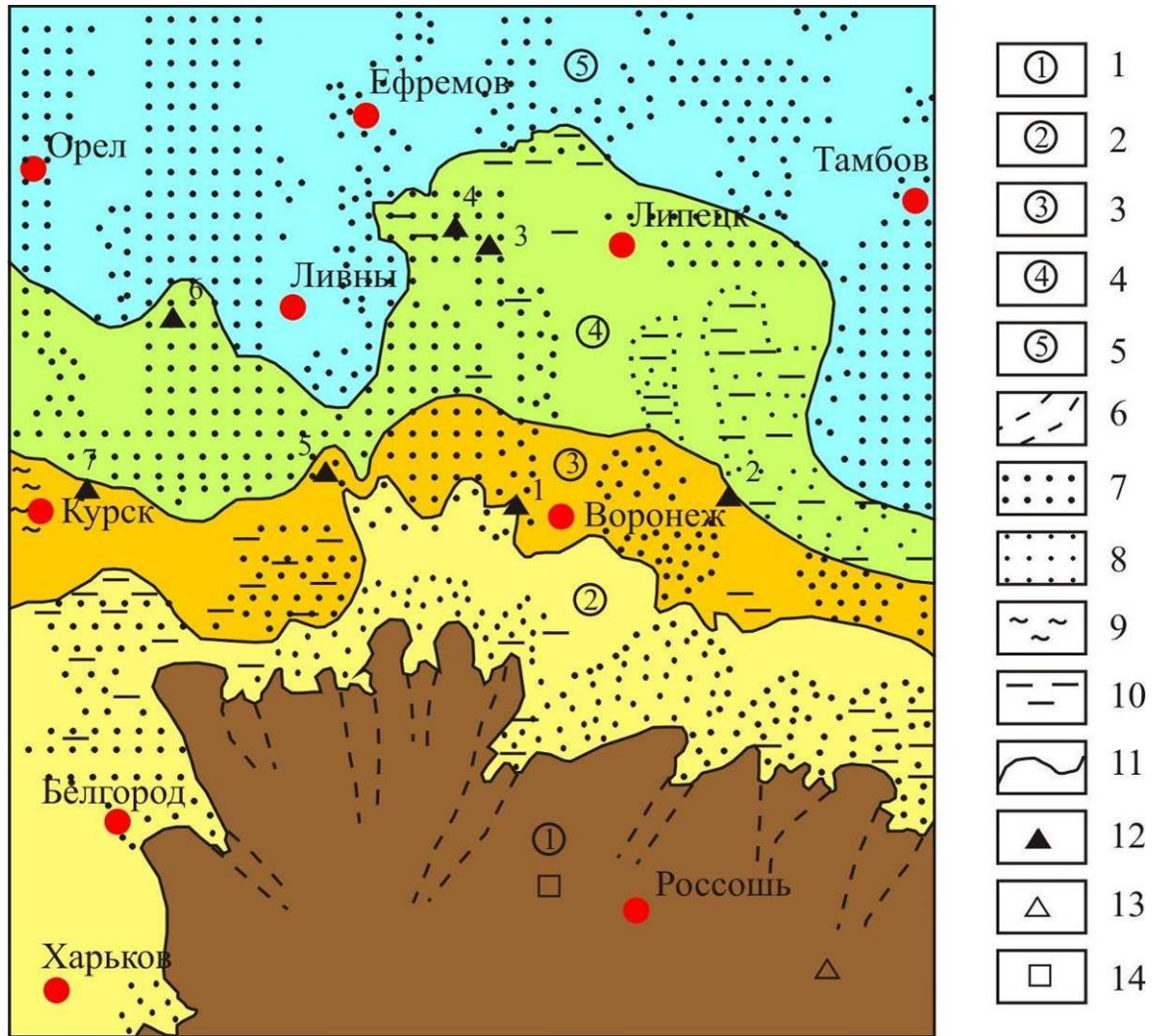


Рисунок 4.7 – Палеогеоморфологическая карта Воронежской антеклизы аптского времени [по Савко и др., 2001] с дополнениями. Морфогенетические типы рельефа: 1 – эрозионно-денудационная равнина, 2 – верховья аллювиальной равнины, 3 – низовья аллювиальной равнины, 4 – лагунно-морская равнина, 5 – аккумулятивная мелководно-морская равнина, 6 – предполагаемые речные долины. Состав аккумулятивных образований: 7 – гравийники, 8 – пески; 9 – алевриты, 10 – глины, 11 – береговая линия моря; 12 – месторождения глин: 1 – Латненское, 2 – Криушанское, 3 – Чибисовское, 4 – Лукошкинское, 5 – Большекарповское, 6 – Малоархангельское, 7 – Черемисиновское. Места взятия образцов из пород: 13 – коры выветривания, 14 – мамонской толщи

Вместе с тем при формировании аптских отложений размывались породы песчано-каолиновой толщи, а на аллювиальных равнинах широко были проявлены процессы «проточного диагенеза». Всё это привело к формированию высоко «зрелых» образований, с которыми связаны месторождения тугоплавких и огнеупорных глин и кварцевых песков.

4.8. Палеоген-неогеновый этап

В течение палеогена неоднократно территория ВА подвергалась трансгрессиям и регрессиям. Моря шли с юга, а источники сноса находились в северной части антеклизы. В конце олигоцена море окончательно покинуло антеклизу, где установились континентальные условия и формировались аллювиальные отложения. Среди них имеются линзы каолиновых глин, образующих месторождения керамического сырья.

В палеогене наиболее значительными были перерывы в его начале и конце, когда на значительной части территории устанавливались континентальные условия и могли развиваться КВ. Такая кора известна для перерыва в конце позднего мела-начала палеогена и развита на породах мергельно-меловой толщи верхнего мела в виде охристо-глинистого хоперского горизонта, залегающего под палеоценовыми образованиями на юге, юго-востоке и юго-западе антеклизы [Аскоченский, 1973, Семенов, 1965]. Его мощности до 1–2 м, но в зонах трещиноватости увеличивается до 7–8 м. Породы этого горизонта содержат проявления фосфоритов, редких земель, железных руд, цеолитов.

Когда выветривались терригенные породы, то происходила мобилизация каолинового и кварцевого вещества, за счет которого образовались керамические глины и пески киевской (эоцен) и берекской (олигоцен) свит. В верхних частях разрезов киевской свиты в глинах полиминерального состава преобладает каолинит, особенно вблизи границ её

выклинивания. Этот минерал становится преобладающим в глинах берекской свиты олигоцена. С ними связано месторождение Россошанское монтмориллонит-иллит-каолинитовых глин прибрежно-морского генезиса [Савко, Крайнов, 2015].

Кор выветривания в коренном залегании для неогена ВА не установлено. Но вместе с тем коррелятные им отложения, содержащие каолинитовые глины, мономиктные и олигомиктные кварцевые пески, раннего миоцена и раннего плиоцена. С ними связаны месторождения керамических полиминеральных глин с преобладающей каолинитовой компонентой.

На юго-западе ВА (Белгородская область) известна серия смектит-каолиновых месторождений нижнего миоцена, развитых в пределах аллювиальной равнины (Краснояржское, Колотиловское, Краснопольское и другие). Линзы глин озерного происхождения. Среди них отмечаются «сухарные» разновидности камнеподобного облика, с колломорфной текстурой и наличием бемита в железистых конкрециях. Эти глины, очевидно, формировались при коагуляции коллоидов кремния, алюминия и титана, поступающих при выветривании пород в источниках сноса [Холмовой и др., 2014].

На севере Воронежской области среди нижнеплиоценовых песков усманской свиты в пределах обширной аллювиальной равнины отмечаются смектит-каолинитовые глины, содержащие крайне малую примесь иллита. Они слагают Байгоровское месторождение керамических глин, имеют мраморовидный облик из-за окраски их в светло-серые, зеленоватые, желтоватые и розоватые цвета. Повышенные количества каолинита в этих глинах Г.В. Холмовой [Холмовой, 1993] объясняет локальным привносом из аптских аллювиальных отложений, развитых севернее и западней месторождения, размывавшихся притоком крупной неогеновой реки (Ергень-река).

4.9. Каолинитовые глины и их месторождения в других регионах Мира

Среди месторождений каолиновых глин выделяются первичные и вторичные каолины, огнеупорные и тугоплавкие глины. Первичные каолины образуются в КВ, вторичные – за счет их размыва, ближнего сноса и формирования в континентальных фациях – пролювиально-делювиальных и озерно-болотных, обычно в условиях аллювиальных и дельтовых равнин. Среди огнеупорных глин выделяются сухарные и пластичные. Первые (типа флинт-клей) образуются химическим путем в озерно-болотных условиях при выпадении в осадок поступающих из выветривающихся пород соседних участков суши SiO_2 и Al_2O_3 . Вторые формируются при размыве каолиновых и глиноземных КВ и поступлении терригенного вещества в континентальные водоёмы. При этом в условиях восстановительно-кислой среды заболоченных водоемов происходило «дозревание» («проточный диагенез») переотложенного материала КВ в результате выноса части SiO_2 , щелочей, щелочноземельных элементов, железа и накопление высокоглиноземистых каолиновых глин. Тугоплавкие разновидности каолинитовых глин образуются при размыве КВ в континентальных и прибрежно-морских условиях.

Палеозойские месторождения каолиновых глин. В Европейской части России помимо вторичных каолинов девона ВА известны раннекаменноугольные КВ на различных породах рифейского фундамента Тимана. Там развиты первичные и вторичные каолины. Только на Вежаю-Ворыквинской площади ресурсы каолина составляют 17 млн т.

Сухарные огнеупорные глины карбона Подмосковного бурогоугольного бассейна формировались, по-видимому, одновременно с процессами выветривания на водоразделах. Здесь известны Ульяновское в Калужской и Суворовское в Тульской областях месторождения огнеупорных глин, приуроченных к озерно-болотным образованиям визейского яруса.

На северо-западе Московской синеклизы, в Новгородской области, известно 21 месторождение огнеупорных и тугоплавких глин Боровичско-

Любытинской группы. Они приурочены к неглубоко залегающим песчано-глинистым отложениям визейского яруса и формировались в озерных и пролювиально-озерных условиях. Огнеупорные глины, основные и высокоосновные, имеют каолинитовый и иллит-каолинитовый состав, отличаются высокой дисперсностью и огнеупорностью и подразделяются на сухарные (флинтклей), полусухарные (болклей) и пластичные (файрклей) разновидности. Запасы только разведанных месторождений более 200 млн т.

В районах к югу от Канадского щита в основании угленосной толщи среднего карбона штата Пенсильвания (США) выявлены «огнеупорные глины мерсер» – желваковые, с каолинитом и бёмитом диаспориты, лежащие на песчаниках вдоль верхней поверхности миссисипия. В собственно диаспоритах более 90% диаспора, а в глинистой разности – 50-90% [Murray, 2007].

Раннемезозойские месторождения каолинитовых глин КВ, сформировавшиеся в позднем триасе и юре, широко распространены в Евразии, как и на прочих континентах Земли. В.П. Петров [Петров, 1967] подробно рассмотрел особенности этих образований на гранитоидах, щелочных базальтах, нефелиновых сиенитах, слюдистых сланцах, известняках. На последних развиты маршаллитовые (мучнистый кварц) коры.

Самым южным в Евразии является крупное Ангренское месторождение, где под толщей нижнеюрских углей и каолинитовых глин залегают элювий (40–50 м) кварцевых порфиров палеозойского фундамента (рис. 4.8).

На КВ залегают угленосная свита, которая, выше переходит в каолиновую. Её мощность колеблется от 8 до 60 м, и она представляет наибольший интерес для добычи в этом комплексном месторождении углей и каолинов.

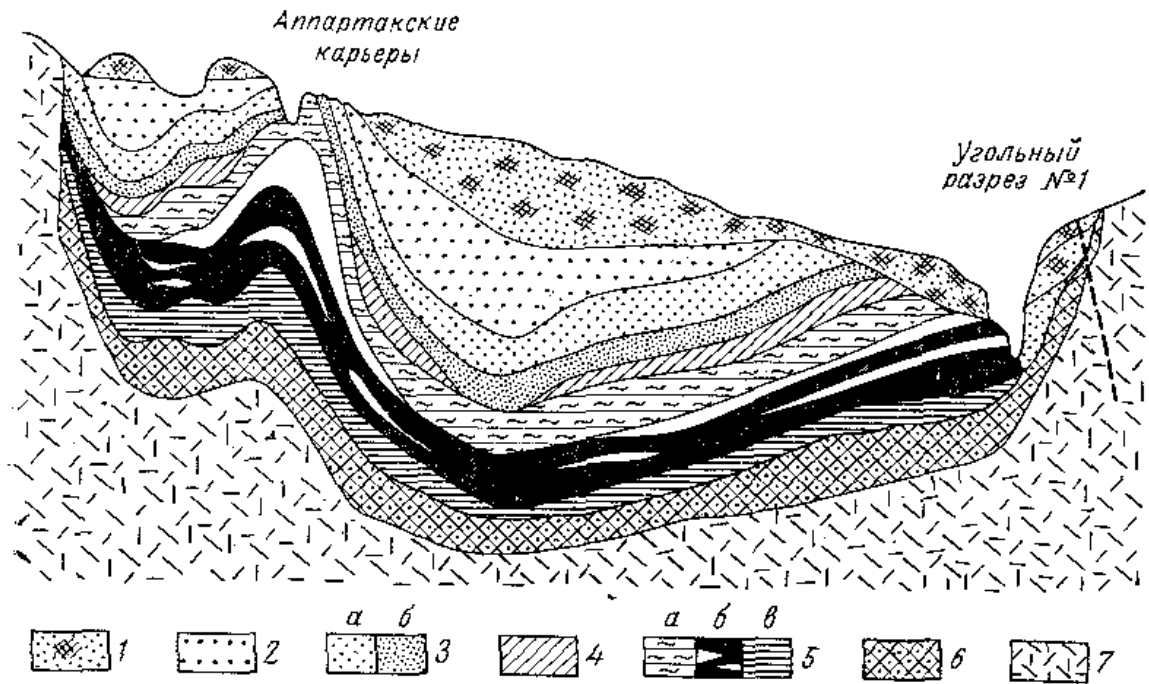


Рисунок 4.8 – Схематизированный разрез Ангренской долины. [Петров, 1967] 1 – четвертичные образования; 2 – неоген; 3 – палеоген; 4 – меловые отложения; 5 – юрские породы (а – каолиновая свита, б – угли и каолин, в – базальная свита); 6 – КВ; 7 – кварцевые порфиры и другие породы PZ_2 . Отношение вертикального масштаба к горизонтальному – 7:1

В Западной Европе каолиновые месторождения КВ широко распространены [Murphy, 2007]. В Финляндии имеется три месторождения каолинов, самое крупное из них Савукоски. Они приурочены к выходам каолиновой КВ на сланцах и кварцитах PR, которые протягиваются в виде меридиональной полосы почти через всю страну. Выходы каолина достигают длины 1 км и ширины 40–50 м, совпадая с простиранием материнских пород. В Южной Швеции известно не менее 10 месторождений каолинов. Наиболее крупными из них являются месторождения острова Ифо и у с. Аксельторн. Каолиновая кора всех месторождений развита по докембрийским гнейсам и перекрывается озерными отложениями, представленными огнеупорными и каолиновыми глинами и песками (возможно юра – нижний мел). Выше залегают морские сенонские отложения с остатками фауны и четвертичные

ледниковые образования. Каолинизация слабая – в типичном сыром каолине о. Ифо 43–46% кварца, 25–28% полевого шпата, 24–26% каолинита и 3–5% слюды. В месторождении Аксельторн каолина 61%, кварца 33, остальных минералов около 6%. Возраст каолинов домеловой, выветривание происходило дважды – в доюрское (по юрским угленосным толщам, развитым в соседних с месторождением районах) и досеноманское время.

Месторождение датского острова Борнхольм находится в его западной части, где полоса каолинизации длиной 4 км и шириной 200–300 м вытянута с северо-востока на юго-запад. Каолины мощностью до 30 м, развиты по гранодиоритам и секущим их аплитовым, пегматитовым и диабазовым жилам. КВ перекрыта отложениями нижнеюрского возраста, представленными угленосными песками и глинами, перекрытыми моренными суглинками. Крупные всемирно известные месторождения высококачественных элювиальных каолинов расположены в Юго-Западной Англии (в Корнуолле и Девоншире). Они развиты по турмалинизированным и грейзенизированным герцинским гранитам (рис. 4.9) имеют мощность до 250 м и отличаются высоким качеством. Каолин добывается несколькими десятками рудников, в массиве Бодмин-Мур их несколько меньше. Здесь около известно наиболее крупное каолиновое тело, глубина его разработки составляет более 30 м.

Во Франции также имеются крупные месторождения элювиальных каолинов, образовавшихся в результате выветривания двуслюдяных гранитов, гранито-гнейсов и кварцевых диоритов. В Бретани находятся месторождения Племе, Кесуа и другие, которые интенсивно разрабатываются. В Центральном Французском массиве разрабатывались многие месторождения, глубина выемки каолина достигает 50 и более метров. Характерна приуроченность лучших сортов полезного компонента к кварцевым жилам в слюдяных сланцах и гранулитах. Возраст КВ мезозойский. Она перекрывается песчаниками и меловыми породами. И те и другие каолинсодержащие.

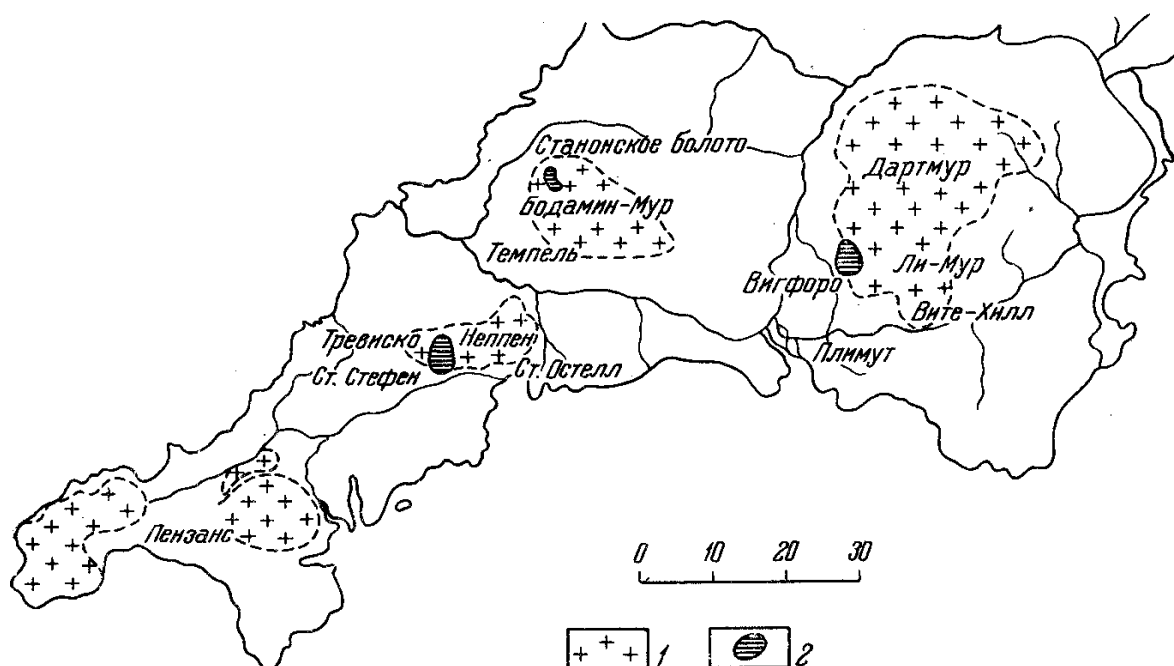


Рисунок 4.9 – Районы развития каолинов на полуострове Корнуолл [Петров, 1967]. 1 — выходы гранита; 2 — районы каолинизации

Многочисленные месторождения элювиальных каолинов имеются в Центральной Европе, особенно в пределах Чешского массива, в районе Галле-Лейпциг-Дрезден-Карловы Вары-Пльзен. В Германии только в районе Кемлица Северо-Западной Саксонии известны 15 месторождений, часть из которых разрабатываются. Каолины имеют мощность до 40 м и образованы по кварцевым порфирам, игнимбрикам, породах цехштейна. В районе Мейсена первичные каолины развиты на кварцевых порфирах (месторождение Зайлиц), биотитовых гранитах (Оккрилла), сиенит-диоритах (Радебург). Крупнейшее месторождение каолинов расположено севернее г. Бауцена. В районе г. Галле каолины развиты по песчаникам и порфирам перми и триаса. На западе Германии известны месторождения каолинов по гранитам (Тиршенройт) и аркозовым песчаникам (Шнайттенбах).

В Северной Америке нижнемезозойские каолиновые месторождения широко распространены. В Канаде известно Квебекское месторождение, приуроченное к линейной КВ по кварцево-полевошпатовым жилам в докембрийских кварцитах. Но наиболее крупные месторождения

расположены в штатах Северная и Южная Каролина, Джоржия и Алабама, являющимися основными районами добычи каолина в США. Здесь свыше 70 месторождений, многие из которых отрабатываются. КВ развиты по гранитам и сланцам, особенно качественные каолины образуются по пегматитам, мощности элювия достигают 50 м.

В пределах Казахстана, Урала и Украинского щита имеются многочисленные месторождения каолинов, которые В.П. Петровым относятся к нижнемезозойским. Здесь имеются разрезы, где под юрскими отложениями вскрыта каолиновая КВ. Так в Орско-Халиловском районе Среднего Урала на каолиновую КВ юрских конгломератов налегают юрские же глины. Мезокайнозойские отложения, налегающие на КВ ультрабазитов Кимперсайского массива, начинаются юрскими каолиновыми глинами [Солодкий и др., 2009].

В последнее время на Южном Урале в Оренбургской области открыто Коскольское месторождение высококачественных каолинов [Горбачев и др., 2012, Gorbachev et. al., 2009] – крупнейшее, не имеющее аналогов месторождение в России с запасами 405,8 миллионов тонн, при общих запасах в России по Госбалансу 418 млн тонн на 25 месторождениях, с каолином невысокого качества.

К нижнемезозойским отложениям приурочены юрские месторождения огнеупорных глин озерно-болотного происхождения, тесно связанных с КВ. Реже такие глины образуются в КВ осадочных пород. К ним относится Тельманская группа в окрестностях Караганды, объединяющая месторождения Сасык-Карасу, Белое Актасское и другие [http://www.infomine.ru/files/catalog/64/file_64.pdf].

Раннемеловые месторождения. На Украины находится крупнейшая в мире каолиновая провинция [Генезис ..., 1990], где зарегистрировано свыше 1000 месторождений и проявлений каолина различного масштаба. Здесь выделяется четыре субпровинции – Приазовская, Приднепровская, Центральная и Северо-Западная (рис. 4.10), к которым приурочено

большинство промышленных месторождений первичных и вторичных каолинов.

В Днепропетровской области имеется разрабатываемое Просяновское месторождение первичных каолинов с подсчитанными запасами 400 млн т и прогнозными 2 млрд т. Преобладают легко обогатимые каолины высоких сортов. Залежи первичных каолинов развиты на сложном комплексе интрузивных и метаморфических пород, среди которых доминирующую роль играют мигматиты, биотит-плагиоклазовые гнейсы, пегматоидные и другие породы. Мощности первичных каолинов сильно колеблются (15–50 м) в зависимости от размыва, состава материнских пород и степени их тектонической разуплотненности. В нижних частях коры развиты щелочные каолины, которые являются ценным керамическим сырьем.

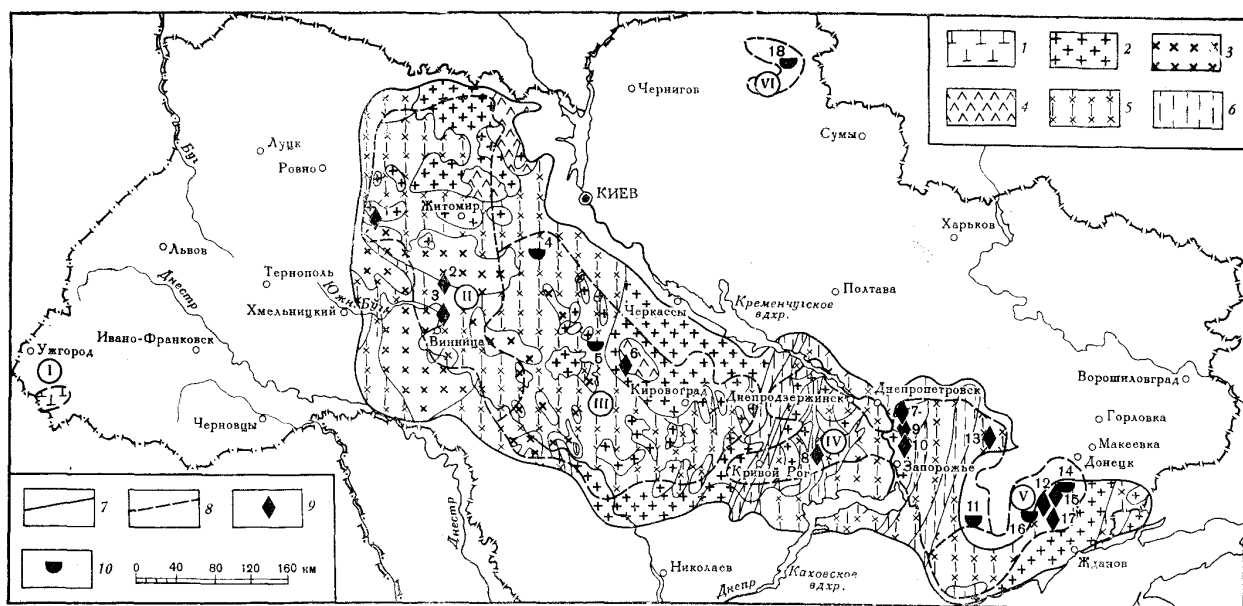


Рисунок 4.10 – Карта главнейших месторождений первичных и вторичных каолинов Украины [Дубяга, 1974] 1 – липаритовые туфы; 2 – граниты преимущественно микроклин-плагиоклазового состава; 3 – граниты чудново-бердичевские, кременчугские; 4 – габбро, лабрадориты, габбро-монзониты; 5 – мигматиты и гнейсы, в основном биотит-плагиоклазового состава; 6 – metabазиты и породы железорудных формаций; 7 – граница Украинского кристаллического щита; 8 – границы каолиновых субпровинций (I – Закарпатская; II – Северо-Западная; III –

Центральная; IV – Приднепровская; V – Приазовская; VI – Глуховская); месторождения: 9 – первичных; 10 – вторичных каолинов. Главнейшие месторождения (цифры на карте): 1 – Дубровское; 2 – Глуховецкое; 3 – Мурбовское; 4 – Писчиковское; 5 – Новоселицкое; 6 – Каменское; 7 – Синельниковское; 8 – Гуляй-Польское; 9 – Акимовское; 10 – Ново-Гуяловское; 11 – Положское; 12 – Мануильское; 13 – Просяновское; 14 – Владимирское; 15 – Белая Балка; 16 – Затишанское; 17 – Екатериновские; 18 – Глуховское

В Центральной субпровинции (см. рис. 4.10) имеются крупные месторождения вторичных каолинов нижнемелового возраста, среди которых особое место занимает Новоселицкое месторождение. Оно уникально по качеству сырья, поскольку 70% запасов первого и особого сортов, в которых содержание свободного Al_2O_3 может достигать 20%, а его общее количество в среднем составляет 47% при содержаниях Fe_2O_3 0,44–1,81%, SiO_2 25,2–50%.

На территории Житомирской, Винницкой и частично Хмельницкой областей КВ залегают сразу под четвертичными породами. Здесь расположены крупные районы каолиновой добычи – Турбовско-Глуховецкий и Дубровско-Хмелевский. На территории первого района расположено свыше 10 крупных и средних месторождений первичных каолинов. Наиболее крупными по количеству разведанных и утвержденных балансовых запасов являются Глуховецкое, Турбовское и Велико-Гадоминецкое. Первые два из них разрабатываются. Все они находятся в пределах северо-западной части Украинского щита. Мощность КВ по отдельным скважинам достигает 108 м. Каолины отличают низкое содержание красящих окислов, но на отдельных участках отмечается чешуйчатый графит, являющийся вредной примесью. Наиболее высококачественные каолины развиты по пегматоидным гранитам. Суммарные запасы Турбовско-Глуховецкого района превышают 1,5 млрд тонн.

К отложениям аптского яруса на Украине приурочены месторождения огнеупорных глин, в том числе Новоселицкое, Мурзинское, Озерянское, Рыжановское и другие. Такого же типа и возраста является Латненское (рис. 4.11) и Кришанское месторождения, расположенные в Воронежской области. С размывом КВ и каолинитсодержащих пород связаны также керамические глины Липецкой, Орловской и Курской областей [Андреенков, 2003; Жабин, 2008].

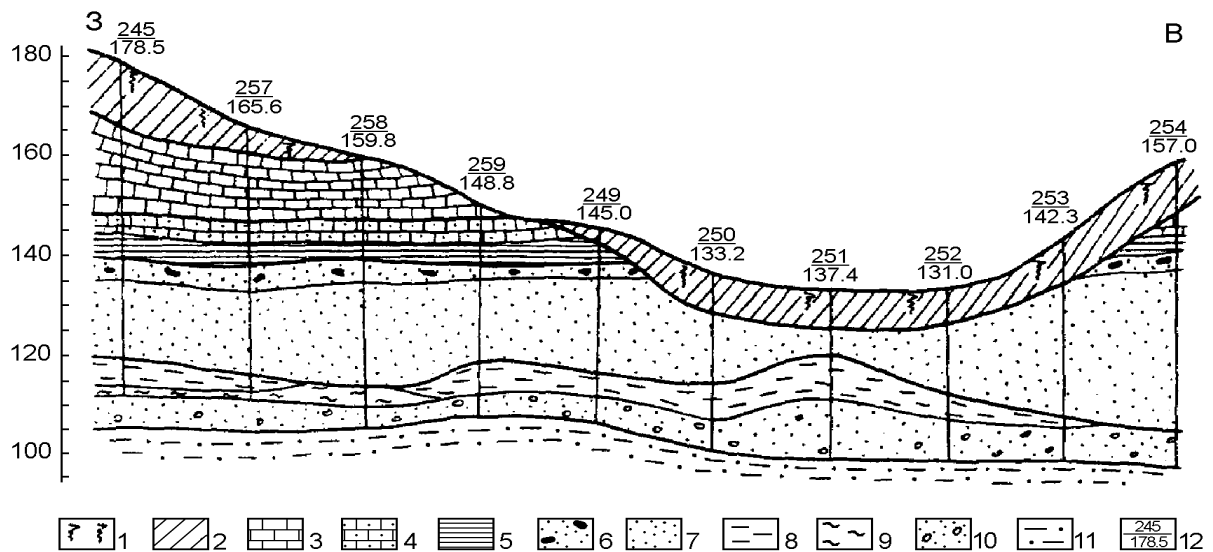


Рисунок 4.11 – Геологический разрез участка Хохол-Дон Латненского месторождения огнеупорных глин [Савко, 1990]: 1 – почвенно-растительный слой; 2 – моренные отложения (Q); 3 – мел плотный (K_{2t}); 4 – мел песчаный (K_{2s}); 5 – глина плотная (K_{2s}); 6 – песок с желваками фосфоритов (K_{2s}); 7 – песок кварцевый (K_{1a}); 8 – глина огнеупорная (K_{1a}); 9 – алевриты (K_{1a}); 10 – песок с гравием (K_{1a}); 11 – глина песчаная (K_{1n}); 12 – номер скважины (числитель) и абсолютная отметка ее устья (знаменатель)

На Среднем Урале, в Свердловской области, расположена Троицко-Байновская группа месторождений огнеупорных глин. Они образуют полосу меридионального простираения по восточному борту Уральской складчатой области. Огнеупорные глины апт-альбского возраста залегают на элювиально-делювиальных осадках апта и представлена каолинитовыми

разностями, реже разномзернистыми песками, чередующимися лигнитовыми и сажистыми породами, пестроцветными, иногда бокситовыми глинами. Выделяются преобладающий полдневский (каолинитовый) и межниковский (каолинитовый с примесью монтмориллонита) типы глин. К восточному склону Урала приурочены также Нижнеуевельское, Берлинское, Кумакское месторождения идентичные с таковыми Троицко-Байновской группы.

В Казахстане, его северной и северо-западной частях, известен ряд месторождений первичного каолина (рис. 4.12). Месторождения связаны с линейными КВ на лейкократовых гранитах. Мощности каолинов достигают 60 м, легко обогащаются в гидроциклонах безэлектролитным способом. При этом возможно получение микроклинового и кварцевого концентрата, которые применяются в керамической и стекольной промышленности. В нижних частях профилей широко развиты щелочные каолины, представляющие ценное сырьё для тонкой керамики. Известны также другие месторождения с запасами в сотни миллионов тонн каолина и многочисленные проявления.

С нижнемеловыми корами связаны комплексные месторождения осадочных бокситов и огнеупорных глин Амангельдинской группы в Северном Казахстане. Здесь известны Аркалыкское, Нижне-Ашутское, Верхне-Ашутское, Северное, Уштобинское в Аркалыкском районе Тургайской области. Первые три эксплуатируются. Продуктивной на месторождениях является бокситорудная свита, представленная бокситами, гиббсит-каолинитовыми и каолинитовыми глинами мела. Огнеупорные глины покрывают и подстилают бокситы, образуя соответственно надрудный и подрудный горизонты. Мощности глин от 2 до 30 м, средние 4–6 м. Содержание Al_2O_3 в них до 50 %, TiO_2 – 4–7 %, Fe_2O_3 – 4 и более процентов, R_2O_3 – 3–4%.

В Приморье известны Липовское и Усачевское месторождения. Они приурочены к осадочной толще нижнего мела. Продуктивная толща имеет мощность 20–25 м и сложена вторичными каолинами, представленными

слоями глин, аргиллитов, реже алевролитов белой, светло-серой, и желтоватой окраски. Основными породообразующими минералами являются каолинит и монтмориллонит. Разведанные запасы каолинов около 3 млн т.

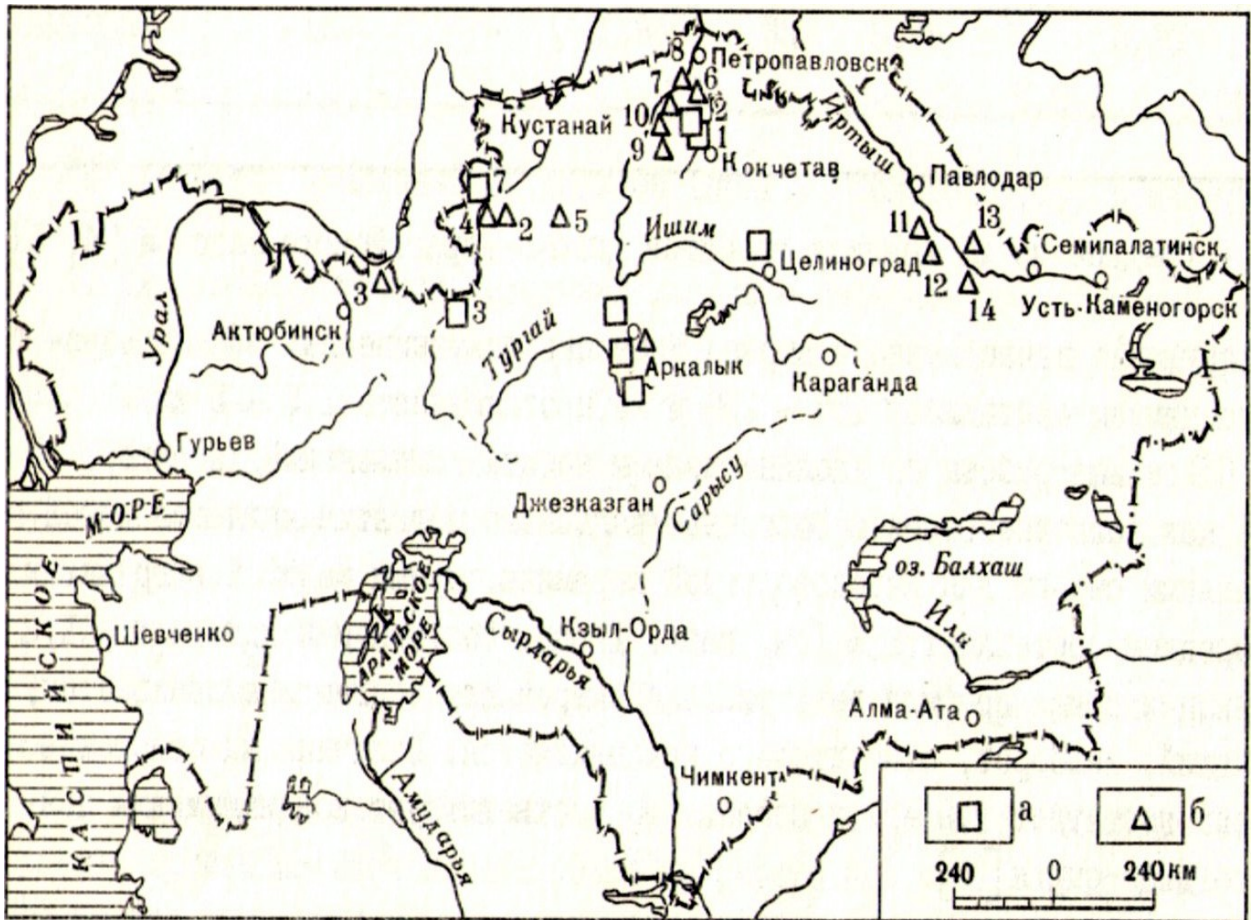


Рисунок 4.12 – Схема размещения месторождений каолинов и огнеупорных глин Казахстана [Суханов, 1990]: а – каолинов: 1 – Алексеевское, 2 – Белтайское, 3 – Союзное, 4 – Сабысалдинское, 5 – Бархансай, 6 – Южное, 7 – Джаты-Маринское, 8 – Танкерисское; огнеупорных глин: 1 – Амангельдинские, 2 – Краснооктябрьское, 3 – Кзыл-Сайское, 4 – Шолаксайское, 5 – Сандыксайское, 6 – Валентиновское, 7 – Многоцветное, 8 – Березовское, 9 – Степное, 10 – Булак, 11 – Сухановское, 12 – Агит, 13 – Семиярское, 14 – Сухоярское

В Иркутской области находится Трошковское месторождение огнеупорных глин в рэт-лейасовых отложениях. Глины образуют линзообразную пластовую залежь мощностью от 1 до 35, в среднем 3,5 м, имеют каолиновый состав. Они сухарные или полусухарные, умеренно- и

среднепластичные, высокодисперсные с низким содержанием красящих окислов. Применяются для производства огнеупоров, а высокие сорта – для изготовления тонкой керамики. Аналогично расположенное в Присаянском прогибе Катовское месторождение.

В Западной Чехии в районе Карловых Вар расположены всемирно известные месторождения высококачественных каолинов КВ по грейзенезированным гранитам. В Южной Моравии имеются месторождения каолинов по гранитоидам, ортогнейсам и филлитам, в районах Пльзенья и Подборани – по карбоновым песчаникам. В Австрии наиболее крупное месторождение каолинов Маллерсбах расположено северо-западнее Вены. В Польше (Нижняя Силезия), первичные каолины по гранитам имеются в районе Болеслава и Вишоновичей, вторичные каолины верхнемелового возраста – в районе Чернихова и Червонной Воды. В Югославии, в окрестностях Буяновца и Карачева, известны месторождения каолинов по герцинским гранитоидам. Здесь мощность КВ достигает 80 м. В Испании крупные месторождения элювиальных каолинов по кислым изверженным и метаморфическим породам находятся в Галисии и Центральной Кордильере [Murray, 2007].

Кайнозойские месторождения. Образование первичных каолинов в кайнозойе тропических странах происходило на пониженных участках рельефа с затрудненным выносом растворимых компонентов. Это не приводило к разделению Al_2O_3 и SiO_2 и формированию латеритного профиля КВ, характерного для площадей с повышенном рельефом с активным водообменном, где формировались бокситы и богатые железных руды.

В США, в штатах Джорджия и Южная Каролина находятся крупнейшие в мире месторождения вторичных каолинов. Они приурочены к верхнемеловым и третичным отложениям и протягиваются на 250 км от центральной части Джорджия в штат Южная Каролина. Источниками каолина служат мезозойские КВ по докембрийским и палеозойским породам. Разрабатываются крупнейшие месторождения вторичных каолинов и

каолинистых песков в штатах Джоржия Алабама, Арканзас, Техас, Калифорния. Плиоцен-плейстоценовые осадочные каолины имеются в штате Флорида, миоценовые – в штатах Вашингтон, Айдахо. Элювиальные каолины разрабатываются в штате Пенсильвания [Murray, 2007].

На Кубе месторождения каолина приурочены к КВ на различных по составу породах, в том числе на кислых эффузивах, порфиритах, метаморфизованных песчаниках и сланцах. На острове Пинос на западе страны известны месторождения Рио-дель-Кайехон, Маккинлей, Километр-13. На первом наиболее крупном, мощность каолинов колеблется от первых до 75 м и в среднем составляет 15–25 м. В провинциях Камагуэй и Ориенте каолины связаны с КВ линейного типа. Наиболее крупными являются месторождение Дюманюэко с залежами неправильной формы, вытянутые вдоль контакта риолитов с андезитами и их туфами. Месторождение Понтесуэло представлено каолинами, развитыми по порфирирам, представлено железистыми и маложелезистыми разностями каолиновых глин.

В Южной Америке небольшие месторождения элювиальных и осадочных каолинов известны в Венесуэле и Колумбии, а крупные – в Бразилии. В Аргентине первичные каолины (70% их всей добычи страны) КВ развиты по гранитоидам докембрия.

В Африке, на северном побережье Туниса в олигоценых отложениях имеются небольшие месторождения осадочных каолинов. В Танзании севернее озера Ньяса известно месторождение Чимала, где первичные каолины сформировались за счет выветривания лейкократового габбро. К западу от Дар-Эс-Салама находится месторождение вторичных каолинов Пугу Хило, где в мощной миоценовой толще дельтовых рыхлых песчаников содержится 25–30% цементирующего их каолина, принесенного при размыве кайнозойских КВ. Каолины месторождения используются в качестве наполнителя резин, пластмасс, в огнеупорной промышленности. В Малави известны первичные каолины по анортозитам, в ЮАР находятся

многочисленные месторождения элювиальных каолинов по протерозойским гранитам, девонским и каменноугольным сланцам.

В Австралии и Тасмании известны многочисленные промышленные месторождения первичных каолинов (рис. 4.13) из КВ по метаморфическим изверженным и осадочным породам докембрийского и палеозойского возраста. Наиболее крупным является месторождение высококачественных каолинов Габбин, приуроченное к КВ адамеллитовых гранитов. Мощность залежи каолинов от 30 до 50 м. Она перекрыта сцементированным латеритным панцирем (8–10 м). Каолина с белизной 87,7%, пригодного для мелования бумаги, 80%. Каолин отличается высокие огнеупорность и содержания глинозема.



Рисунок 4.13 – Опытный каолиновый карьер Мекеринг на западе Австралии, 110 км от г. Перт

На дальнем Востоке, в Приморье, имеется ряд месторождений каолинов, в том числе одно (Гусевское) гидротермального, остальные элювиального и осадочного происхождения (рис. 4.14). Первичные каолины образуются по гранитоидам (Михайловское месторождение), сланцам (Павловское), диабазовым порфирирам (Вознесенское). Осадочные месторождения аллювиально-делювиальные и элювиально-делювиальные. К

ним относятся многочисленные месторождения тугоплавких и огнеупорных глин каайнозоя.

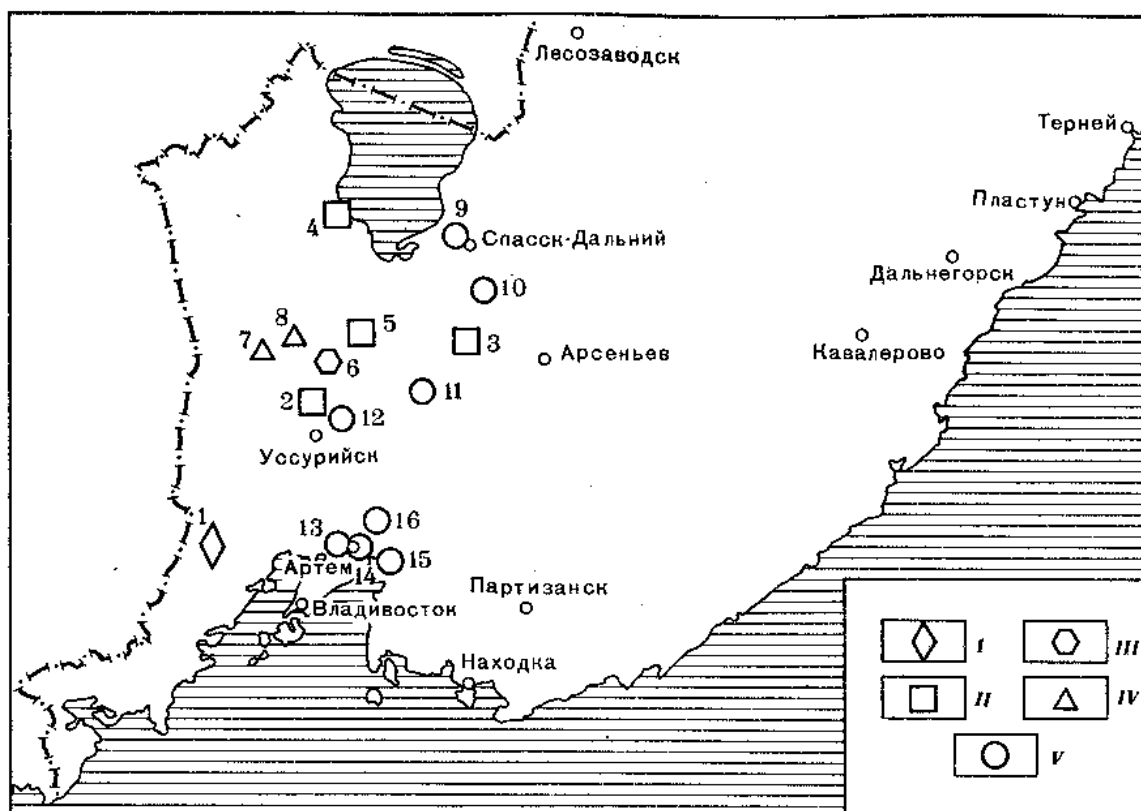


Рисунок 4.14 – Основные каолиновые месторождения и проявления в Приморье [Семенов, 1990]. Генетические типы каолинов: I – гидротермальный; II – КВ на магматических породах; III – КВ на метаморфических сланцах; IV, V – осадочный (IV – аллювиальный, V – аллювиально-делювиальный и элювиально-делювиальный); место-рождения и их проявления: 1 – Гусевское, 2 – Михайловское, 3 – Реттиховское, 4 – Ханкайское, 5 – Вознесенское, 6 – Павловское, 7 – Липовецкое, 8 – Усачевское, 9 – Спасское, 10 – Меркушевское, 11 – Ширяевское, 12 – Раковское, 13 – Озерновское, 14 – карьер «Приморрыбпрома», 15 – Шкотовское, 16 – Кневичанское

На Украине в рассматриваемое время сформировались многочисленные месторождения огнеупорных глин. В Донбассе, известна группа Часовярских месторождений, куда, входят Часовярское, Веселовское, Новорайское, Андреевское. Глины высокого качества, приурочены к палеоген-неогеновым отложениям, залегающим на закарстованной

поверхности верхнемеловых образований Бахмутской котловины. Пласт глин в центральной части котловины имеет мощность 3–4 м, в карстовых воронках – до 18 м и может уменьшаться до 1,5 м, вплоть до полного его замещения песками. Глины по составу каолиновые с примесью смешанослойных минералов, монтмориллонита, иллита. Они высокодисперсные, пластичные, с низкими температурой, интервалом спекаемости, содержаниями красящих окислов. Используются для производства огнеупоров, а лучшие сорта – в фарфоро-фаянсовой, электронно-технической, электронной и других отраслях промышленности.

В Северном Казахстане кайнозойские месторождения имеются в Кустанайской, Актюбинской, Павлодарской, Семипалатинской, Кокчетавской и Целиноградской областях (см. рис. 4.12). В Кустанайской области на Шолаксайском месторождении верхнеолигоценовые огнеупорные глины имеют мощность от 2,4 до 11 м, среднюю мощность вскрыши 5 м, огнеупорность 1430–1670° и монтмориллонит-каолиновый состав. Такого же возраста несколько лучшие по качеству, но меньшей мощности (4 м) глины Сандыксайского месторождения. В Актюбинской области, по западному борту Тургайской впадины выявлены многие месторождения огнеупорных глин высокого качества на площади около 1000 км².

В Кокчетавской области расположены Валентиновское, Многоцветное, Березовское Степное, Булакское месторождения огнеупорных глин, представленных вторичными каолинами и приуроченные также к олигоценовым отложениям. Средняя мощность глин 5–6 м, вскрыша от 1 до 20 м. В Павлодарском Прииртышье, в южной части Павлодарской и на севере Семипалатинской областей, находятся Семиярское и Горностаевское месторождения, а также многочисленные проявления огнеупорных глин в верхнеолигоценовых отложениях. Мощность продуктивного пласта достигает 28 м, средняя – 5–11 м.

Таким образом, в фанерозое ВА каолиновые KB, приуроченные к перерывам в осадконакоплении, формировались неоднократно. Впервые

выделены восемь этапов каолинитообразования, которые коррелируются с процессами каолинитообразования в истории Земли (рис. 4.15).

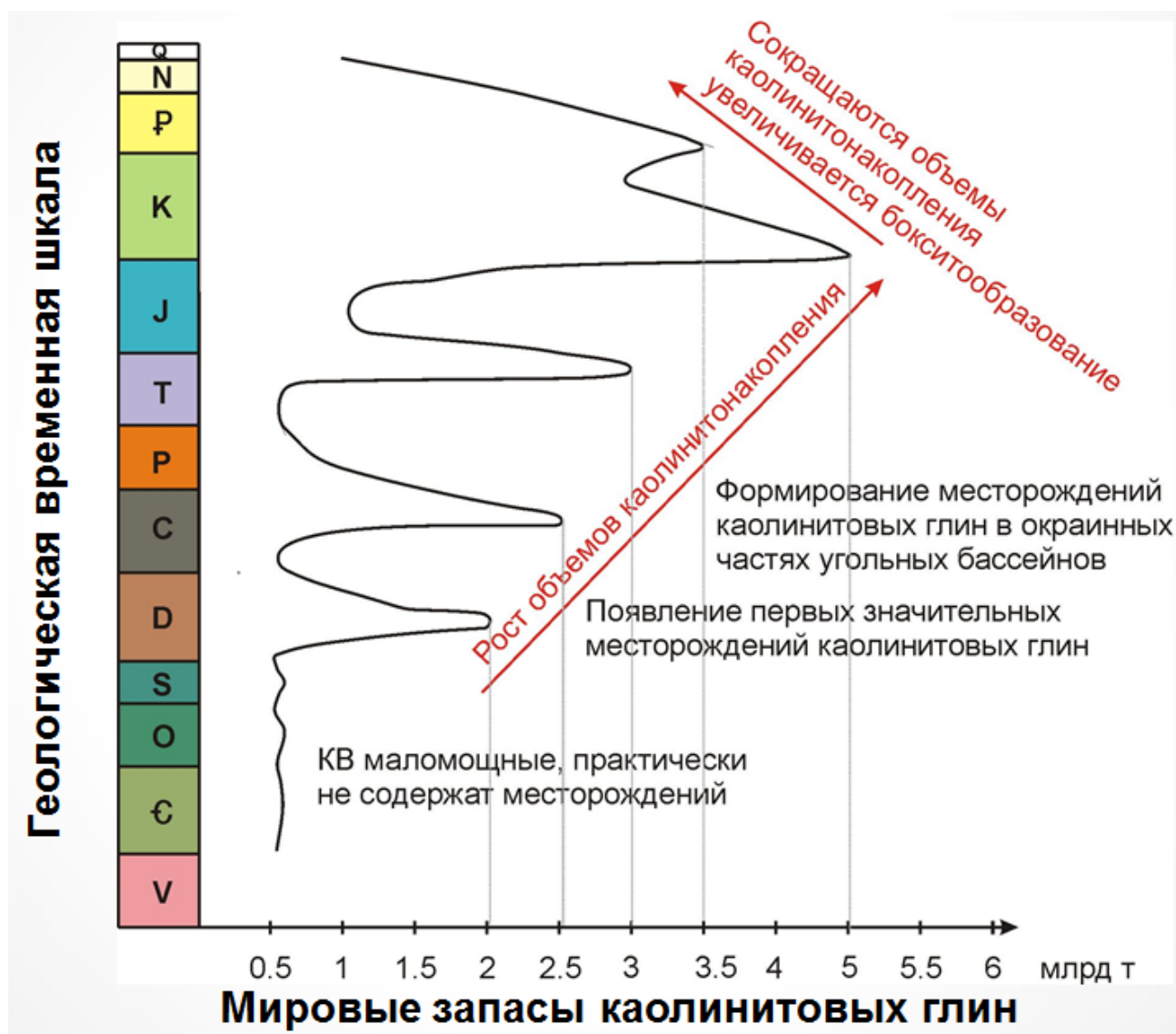


Рисунок 4.15 – Основные этапы каолинитонакопления и распределение мировых запасов каолинитовых глин в фанерозое.

Наиболее мощные и продуктивные из них образовались по породам кристаллического фундамента в палеозое. В додевонское и девонское время на юге региона сформировалась каолиновая КВ по гранитоидам, гнейсам и сланцам. За счет её размыва в эрозионно-тектонической депрессии накопилась мощная песчано-каолиновая толща.

Раннекаменноугольные КВ распространены в пределах крупного тектонического блока на юго-западе Воронежской антеклизы. Она развита на различных по составу породах докембрийского фундамента, в меньшей

степени, девонских отложениях осадочного чехла и перекрывается породами визейского и, реже, юрского возраста. На большей части площади своего распространения эта кора имеет каолиновый профиль.

Породы нижних горизонтов визейского яруса тесно связаны с размывом КВ. Они представлены на склонах поднятий и в мелких долинах обломочными железными рудами и бокситами, кварц-каолиновыми породами, каолиновыми, в том числе сухарными глинами и осадочными бокситами хемогенно-коллоидного происхождения [Воскресенская, 1975]. С удалением от гряд распространены преимущественно кварцевые пески и алевриты, каолиновые и иллитовые глины. Большая глубина залегания отложений, образованных за счет размыва раннекаменноугольной КВ, отрицательно сказывается на перспективах поисков месторождений керамических глин.

В мезокайнозое породы докембрия и КВ по ним практически полностью были перекрыты осадочным чехлом. Поэтому в континентальные перерывы в источниках сноса размывались в разной степени «зрелые» осадочные породы. Их выветривание приводило к каолинизации неустойчивых в гипергенезе минералов (полевых шпатов, иллита, глауконита и др.). Важную роль играли процессы «проточного диагенеза» по Г.А. Бушинскому [Бушинский, 1977] или «дозревания» по Б.М. Михайлову [Михайлов, 1977] на аллювиальных равнинах.

Коррелятные отложения поздне триасово-раннеюрской КВ обнаружены в основании бата во врезанных в девонские породы эрозионных долинах в центральной части территории КМА. Это линзы каолиновых глин в кварцевых песках, имеющих ограниченное распространение [Савко, 1984]. Но такие образования широко развиты в аптских отложениях, охарактеризованных в ряде работ [Савко, 1990; Савко, 1977; Савко и др., 2011; Савко, Михин, 2000; Савко и др., 2004, Савко, Крайнов, 2015; Крайнов, 2012, 2014, 2016]. В кайнозое за счет размыва поздне меловой-раннепалеогеновой КВ осадочных пород, подвергнувшихся размыву и

переотложению, в морских бассейнах сформировались керамические глины низкого качества. В неогене в континентальных условиях в пределах аллювиальных равнин образовались месторождения тугоплавких глин лучшего качества, чем прибрежно-морских палеогеновых, но уступающим по этому признаку аптским глинам.

Как показано в этой главе, вторичные каолины и керамические глины Воронежской антеклизы связаны с континентальными перерывами, формированием КВ и коррелятных с ними осадочных пород. В истории региона как положительной структуры это происходило неоднократно, но для образования месторождений указанных полезных ископаемых необходимы были благоприятные палеогеографические и тектонические условия. Они сложились в позднедевонское, аптское, а также в кайнозой – в олигоценное, раннемиоценовое и раннеплиоценовое время. Вместе с тем, фациальные обстановки формирования глин на каждом стратиграфическом уровне существенно различались, что сказалось на вещественном составе, технологических свойствах и качестве сырья и масштабах месторождений.

Анализ каолиноносности в других регионах мира показал, что практически все запасы в месторождениях каолинов и огнеупорных глин связаны с КВ и образованиями их ближнего сноса. Наибольшее значение имеют первичные каолины, развитые по маложелезистым магматическим породам. Большинство месторождений рассматриваемого сырья связано с мезозойскими КВ Северного полушария. На территории Российской Федерации в пределах Восточно-Европейской платформы наиболее перспективной структурой для наращивания запасов каолиновых глин является Воронежская антеклиза.

Глава 5. КАОЛИНЫ МАМОНСКОЙ ТОЛЩИ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА

Песчано-каолиновая мамонская толща (ПКТ) развита в южной части Центрального девонского поля (рис. 5.1), на юге Воронежской антеклизы.

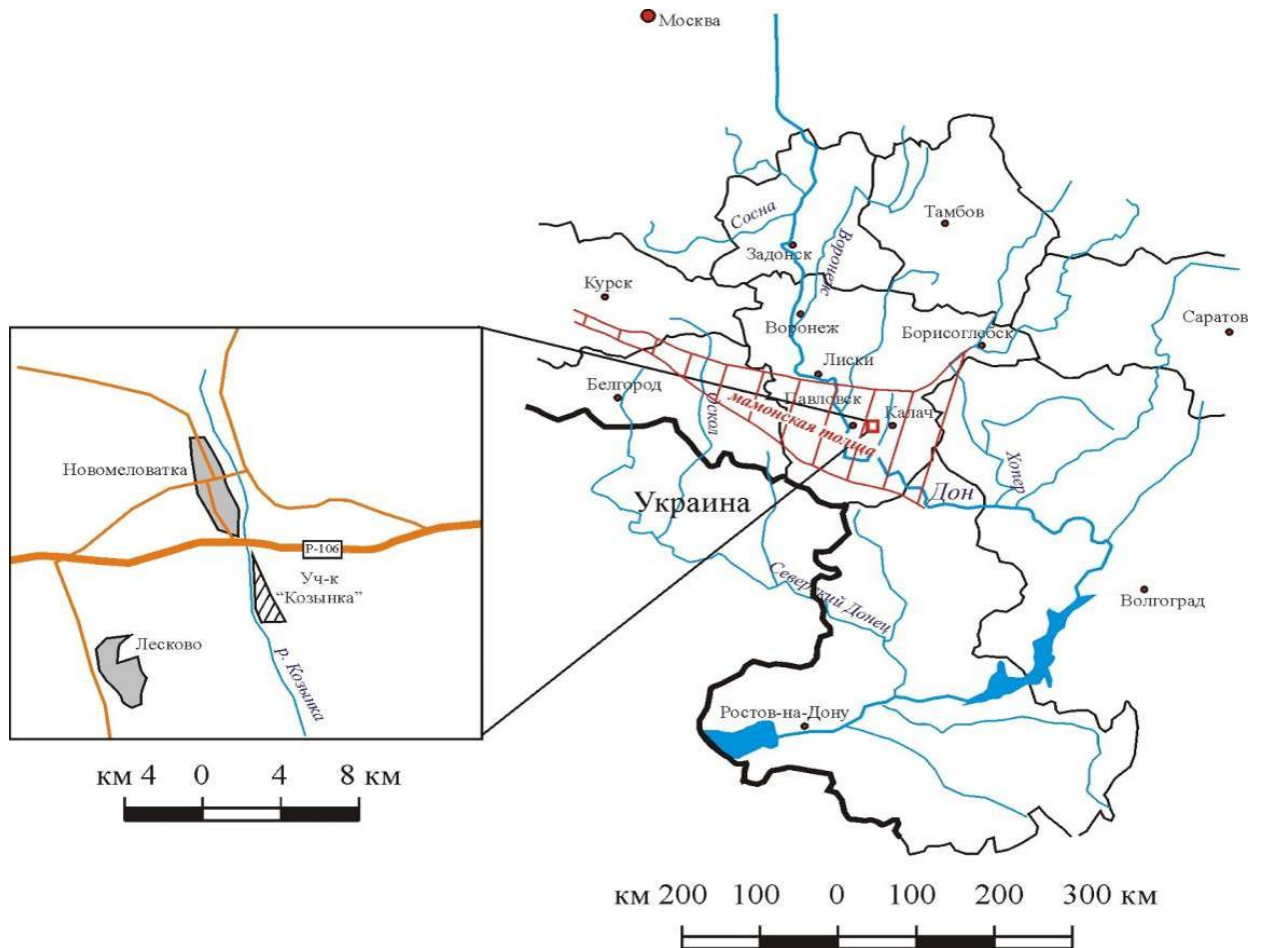


Рисунок 5.1 – Схема распространения мамонской толщи и положения месторождения Козынка

Последняя представляет собой крупную положительную структуру в центре Восточно-Европейской платформы, имеет крутые юго-западный и юго-восточный, и пологие северо-западный и северо-восточный склоны. ПКТ развита на общей площади около 30 тыс. км². Толща с размывом залегает на КВ кристаллического фундамента и различных по составу осадочных породах эйфельско-среднефранского возраста, а перекрыта верхнефранскими и залегающими на них каменноугольными, меловыми, палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными образованиями (рис. 5.2).

5.1. Стратиграфическое положение мамонской толщи

Рассматриваемые отложения впервые выделены как самостоятельное геологическое тело А.А. Дубянским [Дубянский, 1940] под названием “мамонские слои”. Собственно термин “мамонская толща” ввел Д.Н. Утехин [Утехин, 1962]. Наряду с этим названием, как в научной литературе, так и в производственных отчетах широко применяется и термин «песчано-каолиновая толща».

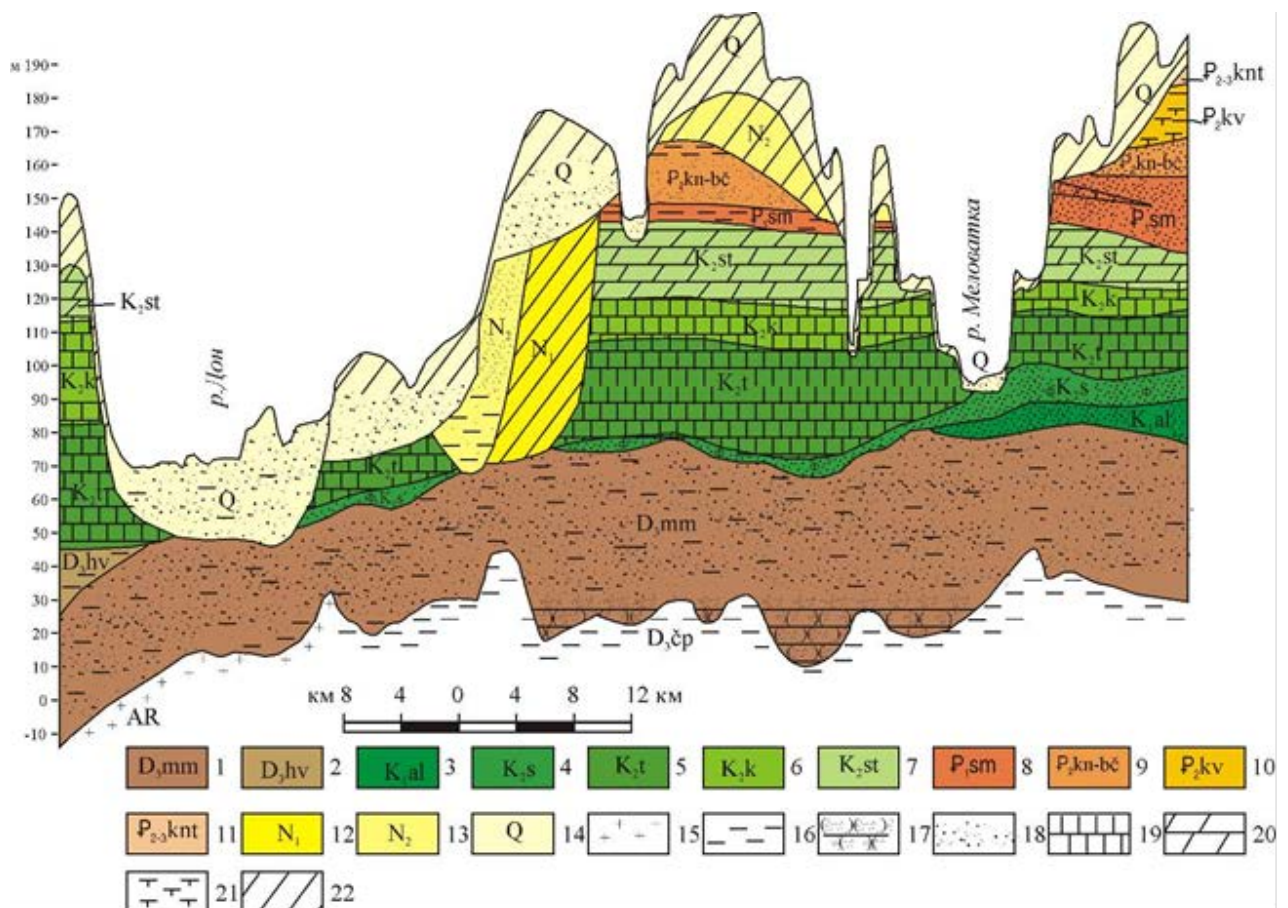


Рисунок 5.2 – Разрез мамонской толщи по линии Дон–Меловатка. 1–12 – стратиграфические подразделения: 1 – мамонская толща, 2 – хованский горизонт, 3 – альбский, 4 – сеноманский, 5 – туронский, 6 – коньякский, 7 – сантонский ярусы, 8 – сумская серия, 9 – каневская-бучакская, 10 – киевская, 11 – кантемировская свиты, 12 – миоцен, 13 – плиоцен, 14 – четвертичная

система; 15–22 – породы: 15 – граниты, 16 – глины, 17 – песчаники, 18 – пески, 19 – мел, 20 – мергель, 21 – известковистые глины, 22 – суглинки

Не содержащая фаунистических остатков мамонская толща на протяжении всего периода изучения имела широкий и неоднозначный возрастной диапазон (см. табл. 1.1). А.А. Дубянский выделенные им мамонские слои, вначале определил как возрастные аналоги петинских слоев.

Позднее он совместно с Э.В. Косцовой [Дубянский, Косцова, 1967] отнес их к озерско-хованским и визейским отложениям. Под влиянием этой точки зрения ряд авторов съёмочных отчетов трактовал возраст песчано-каолиновой мамонской толщи как $D_3 - C_1$.

Д.Н. Утехин [1962] впервые выделил в мамонской толще нижнюю пестроцветную пачку (наряду с верхней – сероцветной) и определил её возраст как франский, а верхнюю отнес к фамену. Он же позднее принял возраст этих пачек нижнефранским для нижней и петинско-нижнефаменским – для верхней. М.М. Толстихина [1952] определила его как старооскольский-нижнешигровский (D_2-D_3), что не подтвердилось впоследствии.

В основании толщи, вскрытой скважиной 24/32 (южнее Старой. Калитвы), определен наиболее древний для мамонской толщи спорово-пыльцевой комплекс петинского возраста (палинолог Л.Н. Неберикутина). Характерно, что перекрыты эти отложения палинологически зафиксированными породами озерского возраста (самые верхи фамена). В кусте скважин 92/127 и 92/127А (южнее Кодинцово) определены споры (палинолог Г.М. Шишова) воронежского горизонта.

В первом случае, маломощная (интервал 154,3–155,5 м) мамонская толща, представленная каолиновыми глинами, подстилается глинами саргаевского возраста (интервал 155,8–155,5 м), а перекрывается черными слюдистыми алевролитами альба (интервал 154,3–154,0 м). Во втором случае, изучена 11-метровая толща разнозернистых песков и песчаников (интервал 101,0–112,0 м), подстилающихся и перекрывающихся теми же отложениями

И, наконец, в скважине 7' (юго-западнее Россоши) под доломитами озерского возраста в песчано-гравийных образованиях мамонской толщи (интервал 240,5–246,5 м) определен кудеяровский (палинолог Г.М. Шишова). Подстиляется толща КВ по докембрийским породам.

Многолетние палинологические исследования девона Воронежской антеклизы позволили Л.Г. Раскатовой не только установить возрастные границы формирования мамонской толщи, то и расчленить ее, на восточном склоне антеклизы, до горизонтов. Нижняя граница толщи вначале была определена ею как воронежский горизонт [Раскатова, 1966], а затем «опущена» до петинского [Раскатова, 1973]. При этом нижняя пестроцветная пачка датируется петинско-евлановским временем, а верхняя – ливенско-кудеяровским. Большинство исследователей, изучавших в последнее время мамонскую толщу, разделяют эту точку зрения Л.Г. Раскатовой. Ею по литологическим особенностям, наличию перерывов, палинологическим определениям толща условно разделена на четыре пачки: петинско-воронежскую, евлановско-ливенскую, задонско-елецкую, лебедянско-плавскую (см. табл. 1.1).

Петинско-воронежская пачка развита повсеместно в пределах поля распространения мамонской толщи, перекрывается евлановско-ливенскими, меловыми или четвертичными отложениями. Мощность от 2–3 м на западе до 35 м на юго-востоке. В основании толщи залегают пески и песчаники кварцевые, разнозернистые, с прослоями конгломератов, представляющие собой пролювиально-делювиальные образования. Выше развиты глины озерно-пролювиального генезиса. Глины каолиновые аргиллитоподобные, красноцветные, латеритизированные. Они перекрыты русловым аллювием, представленным песками крупно-грубо-зернистыми, гравийными. Выше отмечается переслаивание разнозернистых песков и каолиновых глин.

Евлановско-ливенская пачка распространена меньше, чем петинско-воронежская. Залегает на ней с размывом, перекрывается задонско-елецкими

и меловыми породами, в долине р. Мамоновка – четвертичными. Мощность увеличивается в восточном направлении с 2 до 33 м. Разрез начинается конгломератами и песчаниками пролювиального генезиса с обломками конгломератовидных глин делювиального происхождения, сменяющимися выше русловыми аллювиальными песчаниками, а заканчивается чередованием аллювиальных песков и глин. Песчаники средне-крупнозернистые, кварцевые, с глинисто-карбонатным цементом. Глины серовато-голубой окраски, каолинитовые, алевритистые, с остатками углефицированной флоры.

Задонско-елецкая пачка распространена в восточной части площади. Залегает на евлановско-ливенской, перекрывается на юго-востоке лебедянско-плавской пачкой, на остальной территории – меловыми и четвертичными отложениями. Мощность её увеличивается на юго-восток с 8 до 35 м. Представлена ритмично переслаивающимися грубозернистыми русловыми песками (внизу) и песками с прослоями глин русловой и пойменно-старичной фаций (вверху). В западной части они замещаются делювиально-аллювиальными образованиями. Пески верхней части кварцевые, мелкозернистые, с гравием кварца. Глины серые, каолинитовые, алевро-песчанистые, с углефицированными растительными остатками (УРО).

Лебедянско-плавская пачка распространена на юго-востоке зоны, залегаёт на, перекрывается озерскими и меловыми отложениями, а в пойме р. Тулучеевка – четвертичными. Мощность пачки увеличивается на юго-восток с 7 до 29 м. Сложена аллювиальным и аллювиально-делювиальным комплексами, в составе которых ритмично чередуются пески, песчаники и глины. Пески и глины аналогичны задонско-елецким. Песчаники кварцевые, среднезернистые, с глинистым цементом.

Л.Г. Раскатова [1966] и В.А. Окорочков, А.Д. Савко [1998] полагают, что датировка нижней границы толщи как ряжский или ольховский горизонт [Родионова и др., 1995] не относится собственно к отложениям мамонской толщи. Речь идет о палинологических исследованиях пород, вероятно,

литологически схожих с ней. При изучении мамонской толщи, ее возрастные границы принимались нами по Л.Г. Раскатовой [1973]: начало формирования – петинское время (речицкий горизонт по унифицированной региональной схеме 1988 г. [Стратиграфический кодекс..., 2019]), конец – кудеяровское время (верхнеплавский подгоризонт). Положение мамонской толщи ныне среди верхнедевонских образований показано в таблице 4.1. В процессе геолого-съемочных работ на листе М-37-XVI (Россошь) было подтверждено время образования песчано-каолиновой толщи.

5.2. Палеогеоморфологическое положение мамонской толщи

А.А. Дубянский и Д.Н. Утехин относили мамонскую толщу к прибрежно-континентальным образованиям, М.М. Толстихина – к континентальным и лагунно-континентальным. Позднее П.А. Карпов [Карпов, 1965] указывал на полифациальный характер песчано-каолиновой толщи, выделяя в ней аллювиальные, прибрежно-морские и морские образования.

В начале семидесятых годов прошлого столетия В.Ф. Лукьянов [Лукьянов, Жуковский, 1975; Лукьянов, Раскатов, 1968] и Н.П. Хожайнов [1972] обосновали континентальный генезис толщи. Первый из них установил, что пестроцветная пачка формировалась в условиях приподнятой денудационно-аккумулятивной равнины, переходящей в восточном направлении в низменную приморскую озерно-аллювиальную равнину. Он же с соавторами выявил, что верхняя сероцветная пачка сформировалась в условиях древней долины на юго-западном склоне Воронежской антеклизы, причем южный борт палеодолины был осложнен временными и постоянными водотоками [Лукьянов, 1972; Лукьянов, Жуковский, 1975; Лукьянов, Раскатов, 1968; Раскатов, 1976]. Эта аллювиальная долина в пределах восточного склона антеклизы переходила в прибрежную заболоченную озерно-аллювиальную. На востоке и северо-востоке

появляются прибрежно-морские образования, представленные глинисто-карбонатными породами (рис. 5.3).

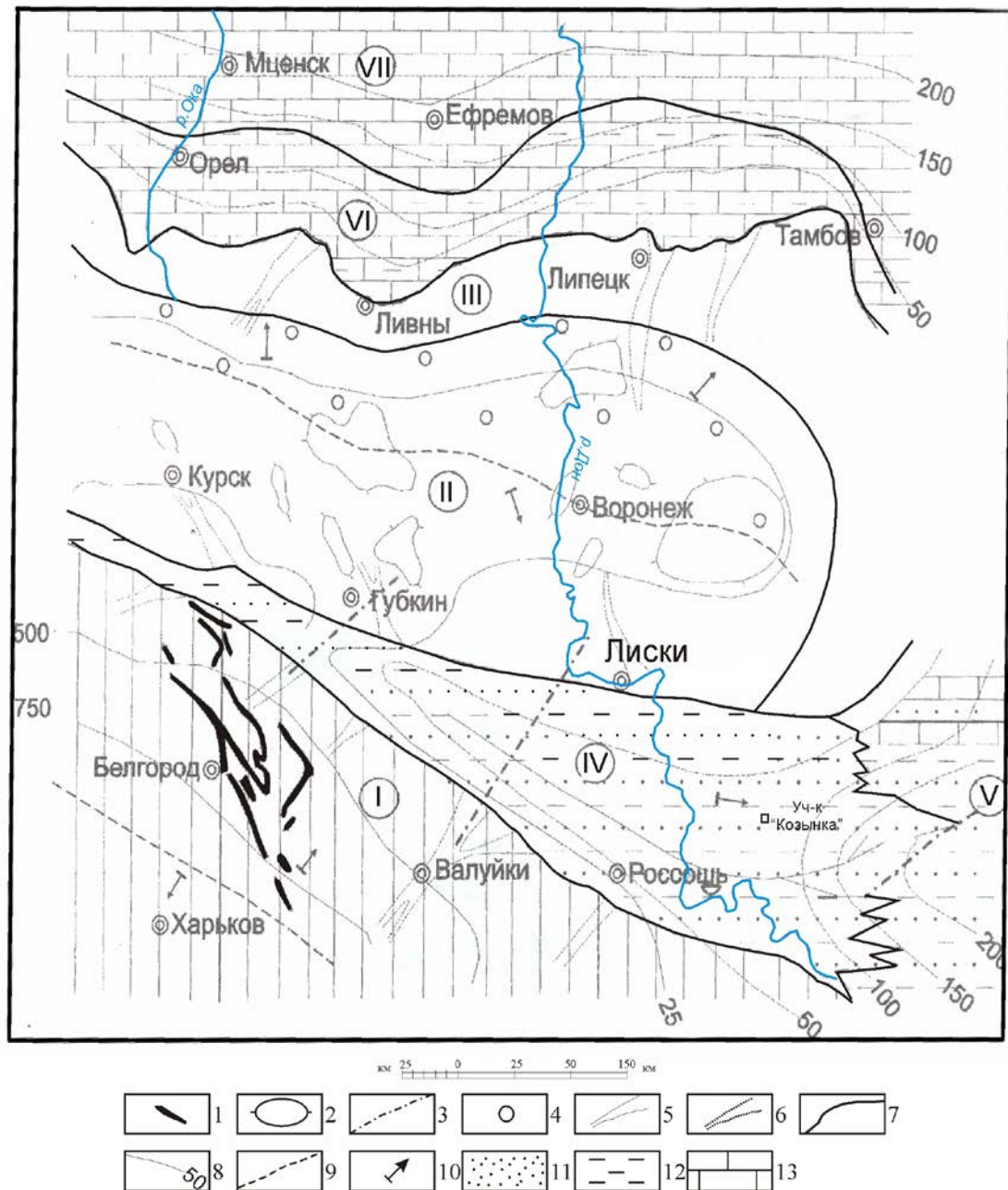


Рисунок 5.3 – Схематическая литолого-палеогеоморфологическая карта позднефранского-фаменского времени [по Савко и др., 2008 с дополнениями]. Морфогенезис рельефа (римскими цифрами): I – пенеплен слаборасчлененный, равнины; II – эрозионно-денудационная, III – прибрежно-морская денудационно-аккумулятивная, IV – аллювиальная, V – дельтово-лагунная, VI – прибрежно-морская, VII – мелководно-морская. Элементы рельефа: 1 – гряды и останцы литолого-структурные, 2 – поднятия, 3 –

области размыва, 4 – карстовые полости, 5 – речные долины, 6 – разломы; 7 – границы распространения равнин; 8 – зоны мамонской толщи: 3 – Западная, Ц – Центральная, В – Восточная; 9 – изопахиты позднефранских-фаменских отложений; 10 – линия водораздела; 11 – направление сноса. Породы: 12 – пески, алевриты, 13 – глины, 14 – карбонаты

А.Д. Савко и С.В. Мануковский [Савко, Мануковский, 1987] на востоке территории выделили серию долин (рис. 5.4), которые прослеживаются в юго-восточном направлении на 35–40 км, раскрываясь в приустьевых частях на уровне изогипс 0–10 м. На карте изопахит (рис. 5.5) участкам структурной карты с водораздельными пространствами соответствуют наименьшие мощности, а максимальные приурочены к приустьевым частям долин. Амплитуда эрозионного вреза в коренные породы достигает 35–40 м.

В тектоническом плане породы ПКТ выполняют крупную эрозионно-тектоническую депрессию, заложенную в начале франского века на юге Воронежской антеклизы. В течение фамена, отвечающему завершающему регрессивному циклу девонского осадконакопления, происходило воздымание территории Воронежской антеклизы и формирование позднедевонской поверхности выравнивания. Морской бассейн сохранился только в северной части антеклизы, в то время как центральная и южная части ее представляли континент. Для этого времени характерно развитие в аккумулятивных формах рельефа карбонатных и частично, эвапоритовых толщ, что свидетельствует об аридных условиях, по крайней мере, в северной части антеклизы. Кроме того, важную роль в образовании рельефа играл тектонический фактор, впервые в истории антеклизы обусловивший заложение крупной эрозионно-структурной депрессии на южном склоне, которая выполнена комплексом аллювиальных осадков [Лукьянов, 1972].

Её образования выполняют крупную эрозионно-тектоническую депрессию, заложенную в начале франского века на юге Воронежской антеклизы.

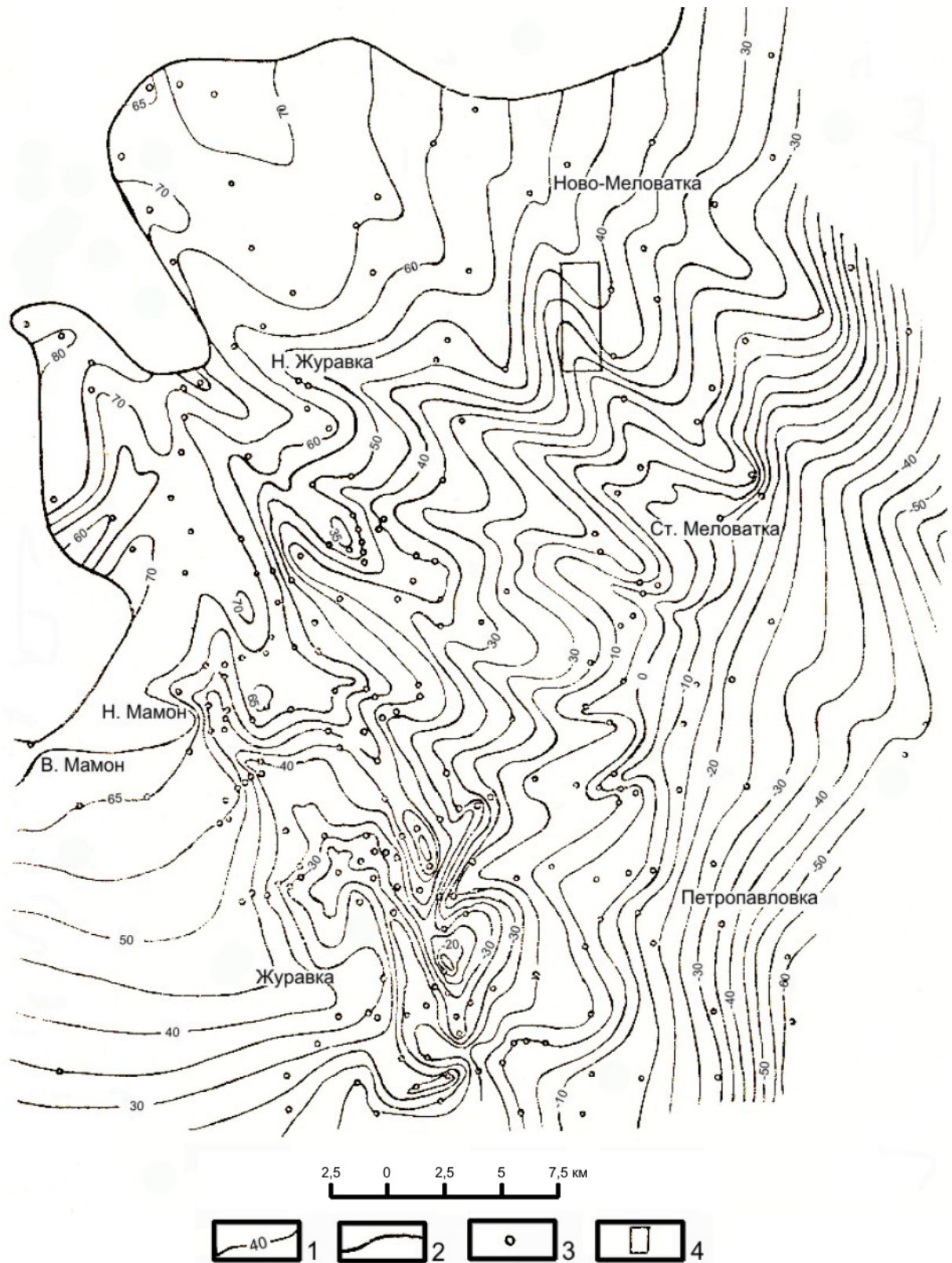


Рисунок 5.4 – Структурная карта юго-восточного склона Воронежской антеклизы по подошве мамонской толщи [Савко и др., 2008]. 1 – изогипсы подошвы мамонской толщи; 2 – границы размыва отложений мамонской толщи; 3 – скважины; 4 – границы Новомеловатского участка

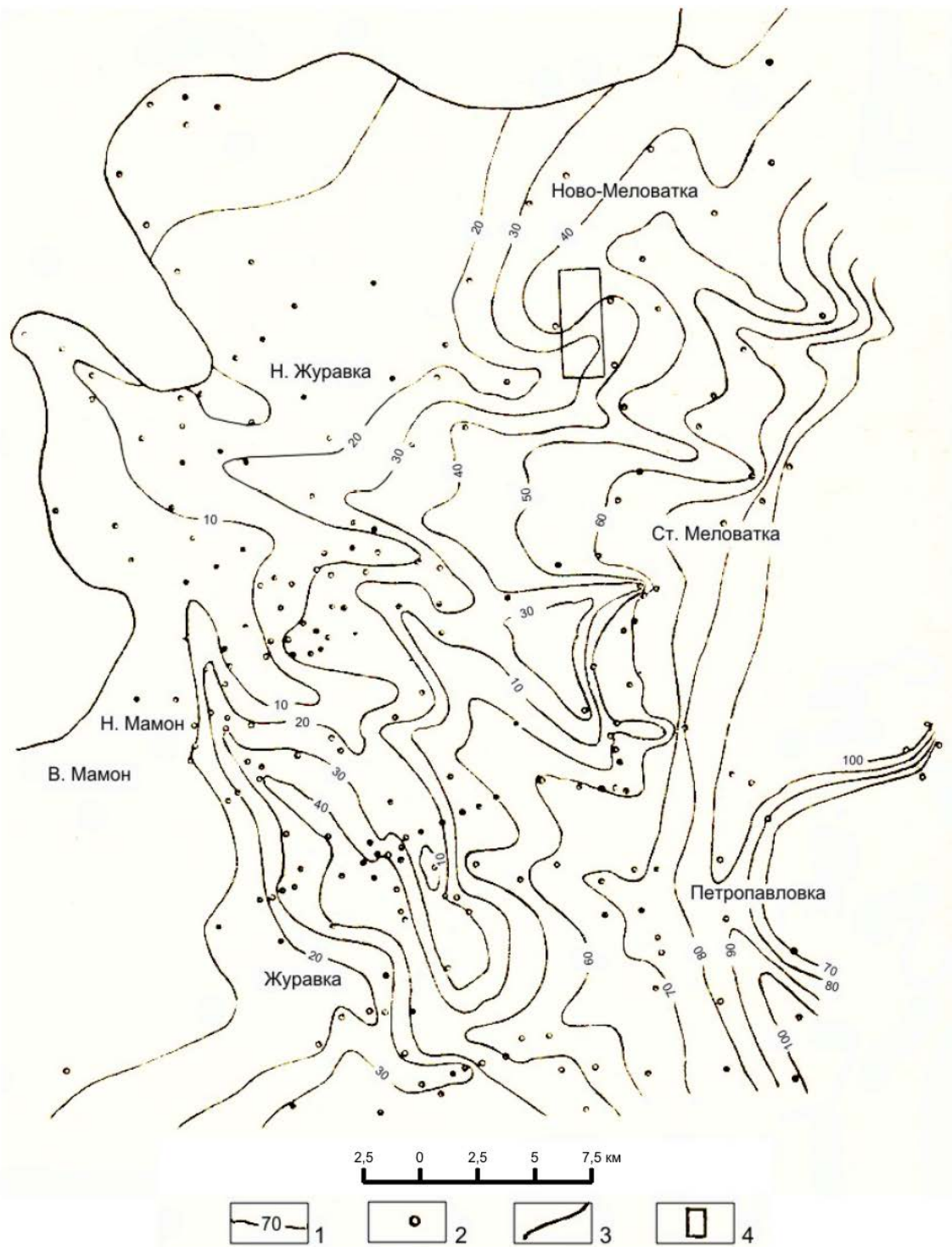


Рисунок 5.5 – Карта изопахит мамонской толщи (юго-восточный склон Воронежской антеклизы) [Савко и др., 2008]. 1 – изопахиты отложений мамонской толщи; 2 – скважины; 3– границы размыва отложений мамонской толщи; 4–границы Новомеловатского участка

В течение фамена, отвечающему завершающему регрессивному циклу девонского осадконакопления, происходило поднятие территории

Воронежской антеклизы и формирование позднедевонской поверхности выравнивания. Морской бассейн сохранился только в северной части антеклизы, в то время как центральная и южная части ее представляли континент.

На юго-западе рассматриваемой территории на палеогеоморфологической схеме (см. рис. 5.3) выделяется остаточный пенеппен допозднерифейского возраста, о чем свидетельствует наличие КВ этого времени [Савко, 1979]. Он сложен кристаллическими породами и здесь проходил главный водораздел, который разделял бассейны морей на территориях Московской синеклизы и Днепровско-Донецкой впадины. К северу от остаточной дорифейской поверхности располагалась денудационная равнина, отделенная от первой эрозионно-структурной депрессией, выполненной песчано-каолиновой толщей. Эта равнина занимает наибольшую площадь и расположена в центральной части антеклизы. Здесь отмечается еще один водораздел, отделяющий морской бассейн Московской синеклизы от аллювиальной равнины в пределах эрозионно-структурной депрессии. Севернее от водораздела крыло денудационной равнины пологое, южное – более крутое. С северной части равнины снос терригенного материала был незначителен, что подтверждает наличие карбонатных пород в лагунно-морских и прибрежно-морских отложениях позднего фамена. В то же время с южного крыла на аллювиальную равнину терригенный материал сносился в больших количествах, поскольку в источнике сноса преобладали терригенные франские породы и КВ по ним.

В пределах денудационной равнины выделяются пологие куполовидные поднятия (20 x 30 км), выявленные по картам изогипс подошвы отложений фаменского яруса [Савко и др., 2008]. Предполагаемые русла палеорек, приуроченные к тектоническим зонам, фиксируются по повышенному содержанию обломочного материала в аллювиальных фациях. На северном крыле по перепаду палеовысот отмечается тектонический уступ,

отделяющий пониженную часть северного крыла от повышенной водораздельной.

Эрозионно-тектоническая депрессия, выполненная мамонскими делювиально-пролювиально-аллювиальными отложениями, протягивается с запада-северо-запада на восток-юго-восток от Нового Оскола до линии Мигулинская – Новохоперск, восточнее которой континентальные образования сменяются морскими. Переход песчано-каолиновой толщи в нормально-морские отложения осуществлялся через лагунные фации, близкие по составу к аллювиальным, но отличающимися от них мелкозернистостью, лучшей сортировкой, наличием тонкоотмученных глин и горизонтальной слоистостью. Среди кварцево-каолиновых пород появляются известняки, количество которых быстро нарастает к востоку и северу. Одновременно происходит выклинивание песков и алевроитов, что приводит к преобладанию в терригенной части разреза глин.

В северной и северо-восточной частях антеклизы отмечаются субаквальные аккумулятивные формы рельефа (лагунно-морская и прибрежно-морская равнины). Они сложены карбонатными породами – известняками и доломитами. В лагунных фациях отмечаются глины, песчанистые доломиты и известняки. В верхней части разреза широко развиты отложения засоленной лагуны, представленные гипсами и ангидритами. Общая мощность карбонатных пород фаменского яруса до 160, а вместе с франскими – до 300 м.

Наличие аллювиальных отложений и изменение их мощностей дает возможность определить региональный уклон территории и палеовысот по методу М.В. Проницовой [Проницева, 1973]. Мощность мамонской толщи меняется от 0 до 160 м на расстоянии 50 км по поперечному профилю депрессии. Следовательно, $i = 3,3$ м/км. Этот уклон довольно значителен, и по нему можно судить о заметном воздымании территории к юго-западу, где проходила линия главного водораздела. Вычисленные по указанному методу палеовысоты в самой юго-западной части территории достигают 700–800 м

над уровнем моря. Правый борт приустьевой части эрозионно-тектонической депрессии сложен гранитоидами. Рельеф поверхности здесь спокойный, осложненный невысокими пологими холмами, возвышающимися на 20–40 м, и широкими мелкими эрозионными долинами.

В северной и восточной частях региона отмечаются субаквальные аккумулятивные формы рельефа (лагунно-морская и прибрежно-морская равнины). Они сложены карбонатными породами – известняками и доломитами. В лагунных фациях отмечаются глины, песчанистые доломиты и известняки. В верхней части разреза широко развиты отложения солеродной лагуны, представленные эвапоритами – гипсами и ангидритами. Общая мощность карбонатных пород фаменского яруса достигает 160 м, а вместе с франскими – до 300 м.

Таким образом, мамонская песчано-каолиновая толща представляет собой континентальные отложения позднефранско-фаменского времени, выполняющие эрозионно-тектоническую депрессию, и образовавшиеся за счет размыва элювия кристаллических пород фундамента, а также терригенных образований средне-позднедевонского возраста и коры выветривания по ним.

5.3. Литология и фации мамонской толщи

В обобщающей монографии [Савко и др., 2008] рассмотрены распространение и геологическое строение мамонской толщи. Показано, что она образовалась за счет размыва и переотложения вещества КВ кварц-каолинового состава на различных по составу породах кристаллического фундамента и, в меньшей степени, осадочных отложений живетского и франского ярусов. Площадь распространения авторы разделили на два участка – Западный и Восточный. Первый тянется от пограничных районов Курской и Белгородской областей до с. В. Мамон Воронежской области в виде полосы длиной 280 и шириной от 25 до 60 км.

Он приурочен к юго-западному склону антеклизы и отстоит от ее оси на 20–40 км к юго-западу. Второй участок располагается к востоку от долготы с. В. Мамон. Ширина зоны с запада на восток (по падению склона антеклизы) – свыше 110 км, длина выхода (с юга на север) вдоль склона – 200 км.

Кровля ПКТ обычно залегает на глубинах от первых метров в современных речных долинах до 200 м на водоразделах. Мощности варьируют в широких пределах (рис. 5.6) и зависят от трех факторов: 1 – структурного, 2 – морфологии подошвы толщи, 3 – интенсивности постдевонских размывов.

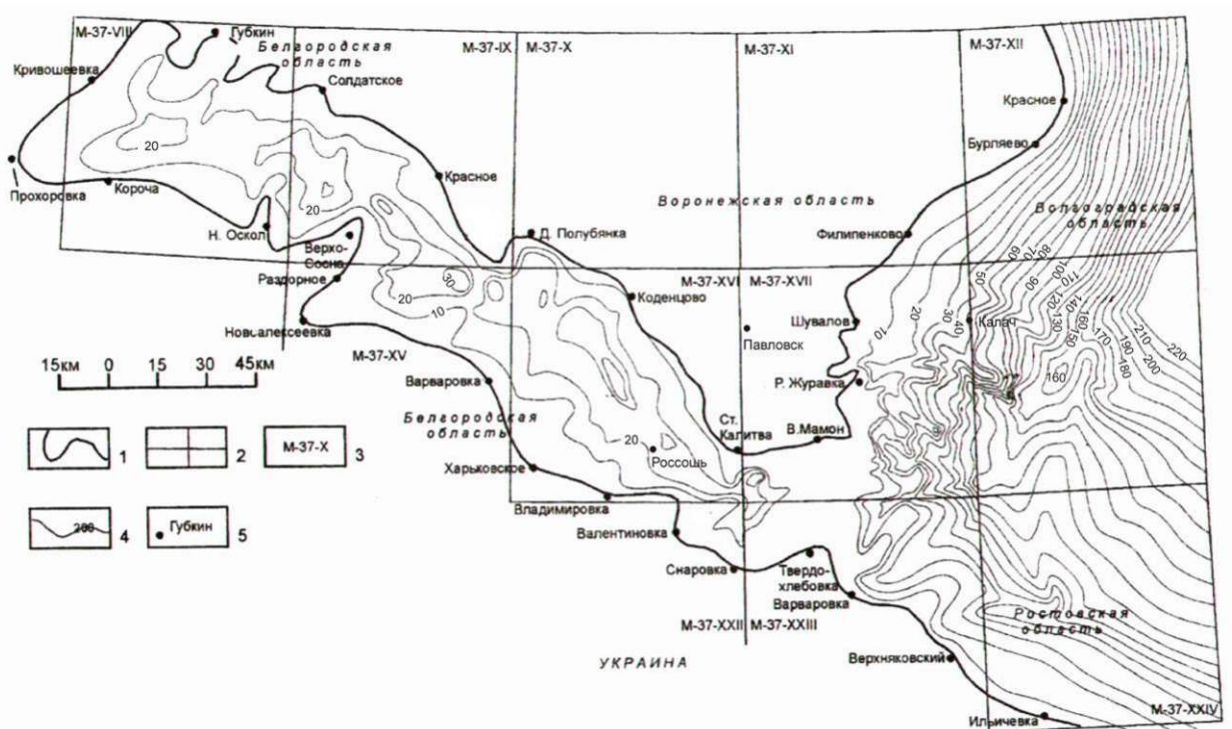


Рисунок 5.6 – Карта изопакит мамонской толщи [Савко и др., 2008]:
Границы: 1 – распространения мамонской толщи; 2 – листов масштаба 1:200 000; 3 – их номенклатура, 4–изопакиты, 5 – населенные пункты

Влияние первого фактора выражается в увеличении мощности ПКТ от первых десятков до первых сотен метров от осевой части антеклизы (Павловское поднятие) по направлению на восток и юго-восток по её склону. Второй фактор определяет возрастание мощности толщи во впадинах и

врезах долин предмамонского рельефа. Он относительно выровненный с перепадами высот не более 20–30 м. Третий фактор влиял на уменьшение мощности ПКТ в результате её размыва в постдевонское, и особенно в неоген-четвертичное время, когда были заложены современные речные долины. В некоторых из них наблюдаются выходы пород рассматриваемой толщи на дневную поверхность.

Полученные в последние десять лет новые материалы, с учетом имевшихся ранее, а также с точки зрения минерагенического районирования территории распространения ПКТ, позволяют выделить три зоны её развития: Западную (Новооскольско-Россошанскую), Центральную (Мамонско-Богучарскую) и Восточную (Мигулинско-Новохоперскую). Мамонские отложения в них отличаются по составу и соотношению слагающих их пород, площадям распространения, мощностям, глубинам залегания, фаціальным особенностям, перспективам открытия месторождений каолинов. Граница между первой второй зонами совпадает с Лосевско-Мамонской зоной разломов, по которой протекает река Дон, а между второй и третьей – с Мигулинско-Новохоперской тектонической зоной, от которой начинается резкое погружение восточного склона антеклизы.

В Западной зоне (см. рис. 5.3) мамонские отложения мощностью 40–60 м залегают на КВ кристаллических пород и представлены преимущественно обломочными разностями. Они залегают на неровной поверхности ложа толщи с многочисленными врезами речных долин глубиной до 20–30 м и протяженностью от нескольких до 30 км. Долины имеют V-образный облик, в них мощности ПКТ повышены. В целом же рассматриваемая зона представляет моноклираль, наклоненную к юго-востоку и осложненную врезами речных долин.

На основной территории (более 90% площади) этой зоны в мамонское время накапливались псаммитовые и псефитовые образования. Глинистые прослой не имели сколько-нибудь заметного развития в разрезе толщи, и их

доля от общей мощности составляет первые проценты. Вместе с тем на западе зоны в разрезах ПКТ отмечаются пачки глин мощностью 6–8 м. По генезису выделяются делювиально-пролювиальные, аллювиальные и озерно-болотные отложения. Различные сочетания их в разрезах определяют 16 фациальных зон [Савко и др., 2008]. Большая пестрота пород объясняется спецификой континентальных образований, их резкой изменчивостью, вызванной невыдержанностью фациальных обстановок.

Делювиально-пролювиальные образования представлены разнозернистыми песчаниками или их переслаиванием с песками. Породы плохо сортированы, от мелко- до грубозернистых, содержат глинистую примесь и включения кварцевой гальки. В ряде случаев наблюдается своеобразная градационная слоистость, выражающаяся в последовательной смене (снизу вверх) прослоев с преобладанием грубозернистых, затем – среднезернистых, а сверху – глинистых отложений. Такое распределение обломочного материала обусловлено одновременным его осаждением (по закону Стокса) в конусах выноса мощных временных потоков.

Множественность подобных процессов привела к ритмично-циклическому строению мамонской толщи на обширных площадях, где преобладали делювиальные и, в главной степени, пролювиальные условия осадконакопления. Сложение самих циклов очень разнообразное. В их основании могут залежать и гравий, и грубо-, крупнозернистые, и даже среднезернистые пески. В средней части циклов отмечаются пески (преимущественно средне-, мелкозернистые), а в кровле – пески тонкозернистые, алевриты и глины.

В русловых аллювиальных фациях накапливались пески (часто сцементированные затем до песчаников) серые, кварцевые, крупно- и грубозернистые, косослоистые (с углом наклона слоев 15–30°) и линзовиднослоистые. Нередко в песчаниках отмечается неясная горизонтальная слоистость. Породы достаточно хорошо отсортированы, почти не содержат пелитовых фракций. Количество гравия, наоборот,

велико: пески гравийные, прослоями переходящие в гравелиты, в них встречаются хорошо и угловато окатанные гальки дымчатого, реже – водянопрозрачного кварца.

Глины каолининовые, слагают аллювиальные пойменные и старичные отложения. Среди них преобладают разновидности от светло-серого до серого цветов. Они алевритистые, песчаные, с тонкими (1–2 мм) прослойками песков мелкозернистых кварцевых. В породе встречаются углефицированные автохтонные растительные остатки, иногда пиритизированные. Глины нередко жирные на ощупь, с раковистым изломом, реже – с тонкоплитчатой (2–4 мм) отдельностью, с присыпками светло-серого песка по плоскостям напластования. В плане глинистые отложения распространены на относительно больших участках, близких к изометричной форме.

Центральная зона (см. рис. 5.3) расположена в пределах поднятого блока, осложненного Павловским поднятием на его северо-западе. В ней особенностями ПКТ являются: 1 – возрастание мощности до 80–100 м (см. фиг. 6); 2 – увеличение количества и мощности каолиновых слоёв; 3 – широкое развитие каолинистых песков; 4 – относительно неглубокое залегание отложений, вскрытых в долинах рек.

На большей части Центральной зоны отложения ПКТ подстилаются чаплыгинскими глинами, на севере карбонатными породами саргаевского, а на северо-востоке и семилукского, горизонтов. В отдельных участках толща залегает на базальтах среднефранского возраста, а в районе п. Н. Мамона – на вулканогенно-осадочных образованиях ястребовской свиты (D3js). Перекрывается ПТК разновозрастными образованиями – от верхнефаменских до голоценовых. На присводовых участках антеклизы она находится под мезозойскими, а на склонах – под палеозойскими образованиями.

Следует отметить, что на различных участках соотношение между глинами и песками непостоянно, от приблизительно равного количества (1:1) до преобладания песков над глинами в отношении 5:1. Мощность отдельных

прослоев сильно колеблется. Так, глины имеют мощность от первых дециметров до 23,8 м, при обычной величине в 2–3 м, прослой песков, при средней мощности 5–6 м, достигают 17,6 м.

В основании мамонской толщи на отдельных участках описываемой зоны залегают пестроцветные существенно каолиновые отложения. Пятнисто-окрашенные каолиновые глины интенсивно пропитаны гидроокислами железа. Породы сильно алевритистые, песчанистые. Пестроцветные глины (часто аргиллитоподобные) неравномерно переслаиваются с обычными, серого цвета, песками. Мощность “пестроцветной” пачки может превышать 15 м.

В речных долинах обычно вскрывается верхние части разрезов ПКТ, в которых практически всегда имеются слои каолинов и каолинистые пески. Вместе с тем отмечается крайняя невыдержанность по разрезу и простиранию как глинистых, так и песчаных пород, их взаимное замещение на небольших расстояниях. Это создает определенные трудности при разведочных работах, вызванные повышенным объёмом бурения при сгущении разведочной сети.

Характерными особенностями Восточной зоны являются: 1 – резкое расширение площади её развития (см. рис. 5.3); 2 – увеличение глубины залегания и мощностей ПКТ; 3 – появление в ней отложений переходных и морских фаций; 4 – уменьшение количества пластов каолина, вплоть до полного их исчезновения на севере зоны. Далее от неё терригенный разрез сменяется карбонатным (Огороков, Савко, 1998), а каолиновые глины вообще исчезают из разреза. Мощность мамонской толщи на всей площади зоны достаточно выдержана – 155–165 м, а глубина залегания её кровли составляет первые сотни метров.

Разрез мамонской толщи в рассматриваемой зоне носит регрессивный характер и состоит из трех пачек. Нижняя сформировалась в прибрежно-морских условиях, в бассейне с нормальной соленостью. Она представлена переслаиванием карбонатных глин с фауной брахиопод, остатков рыб, с

включениями пиритизированных растительных остатков, сидерита (ША) и мелко-среднезернистых песчаников с глинисто-карбонатным цементом, с редкими останков рыб и включений пирита.

Средняя пачка накапливалась в переменных фациальных обстановках – континентальных и переходных. В периоды изоляции морского бассейна, когда он отшнуровывался от открытого моря, происходило распреснение его вод и формирование пестро-цветных глин в относительно глубоководных лагунах. При еще большей регрессии, в условиях отступления лагун, преобладали континентальные условия осадконакопления: отлагались разнозернистые каолинизированные пески и песчаники.

В конце мамонского времени полностью господствовали континентальные фациальные обстановки. Верхняя пачка представляет собой толщу неравномерного переслаивания разнозернистых песчаников и каолинистых глин. Песчаники белые, светло-серые, тонко-, мелкозернистые, слабо сцементированы каолинитом, содержат прослойки грубозернистых до гравелистых разности. Линзы и прослойки каолинистых глин имеют мощности от десятка сантиметров до 7 м. Общая мощность верхней пачки до 17 м. Большая глубина залегания ПКТ позволяет применять гидроскважинный метод добычи минерального сырья.

5.4. Вещественный состав каолинов

Изучение глинистых пород показало, что по данным растровой электронной микроскопии для каолинита из пестроцветных глин нижней части мамонской толщи (рис. 5.7 А) размер частиц каолинита колеблется от 0,2–0,3 мкм до 2,0x3,5 мкм, обычно менее 1 мкм. Гексагональные грани, характерные для неизмененного (первичного) каолинита КВ, встречаются редко. Пластинчатые частички минерала повсеместно имеют сглаженные («обломанные») в процессе переноса и вторичного переотложения формы.

Грани пластинок имеют неровные контуры, часто с волнистыми корродированными краями.

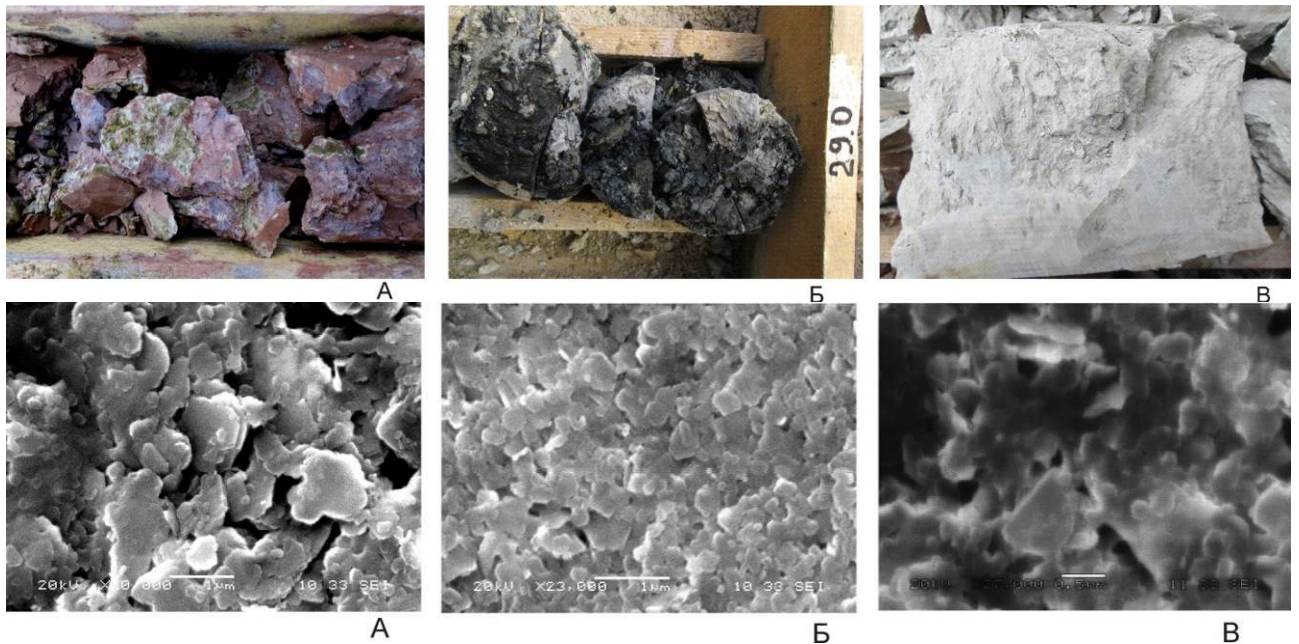
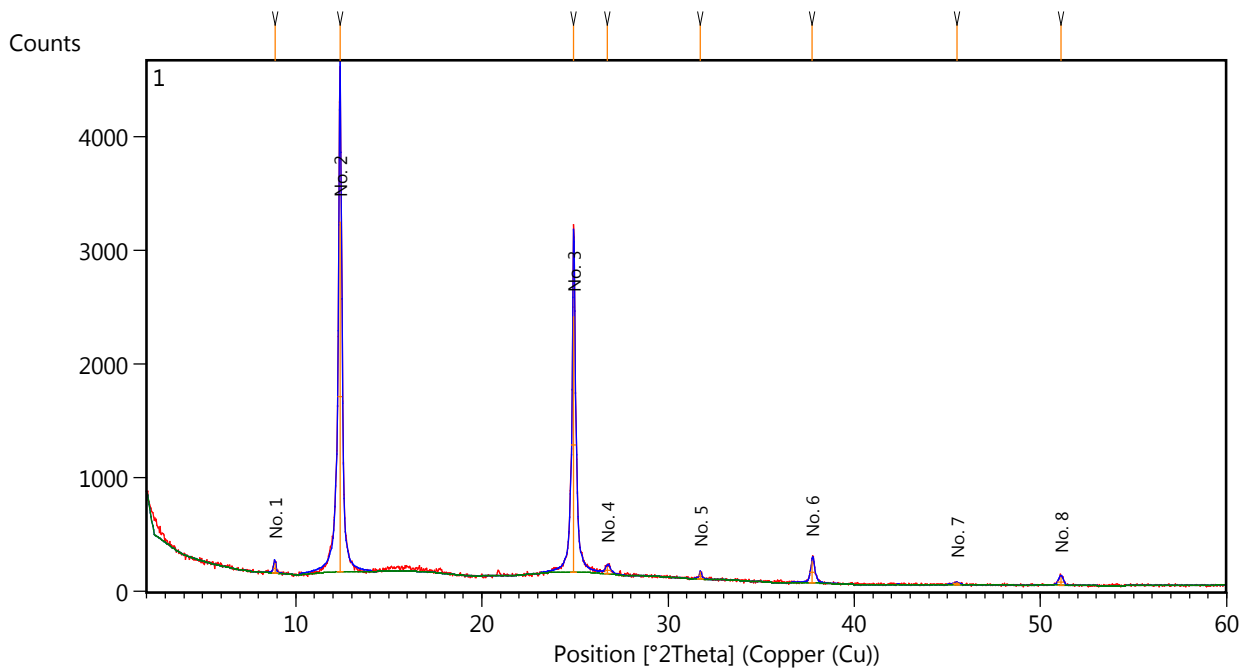


Рисунок 5.7 – Макро- и электронномикроскопические снимки каолиновых глин: А – из пестро-цветных глин в нижней части разреза (проба 2ю/6, инт. 24,6–25,1 м); Б – из темно-серых гумусированных глин (проба 2ю/4), В – серых глин в кровле (проба 2ю/1, инт. 14,3–15,3 м)

В темно-серых гумусированных глинах преобладают частицы размером 0,3–0,45 мкм (см. рис. 5.7 Б). Наряду с «окатанными» и бесформенными пластинками минерала отмечается значительное количество кристаллов с характерным габитусом в виде целых шестиугольных табличек. Это может быть объяснено новообразованием каолинита в озерно-болотных условиях, как это показано в работе (Бортников и др., 2013).

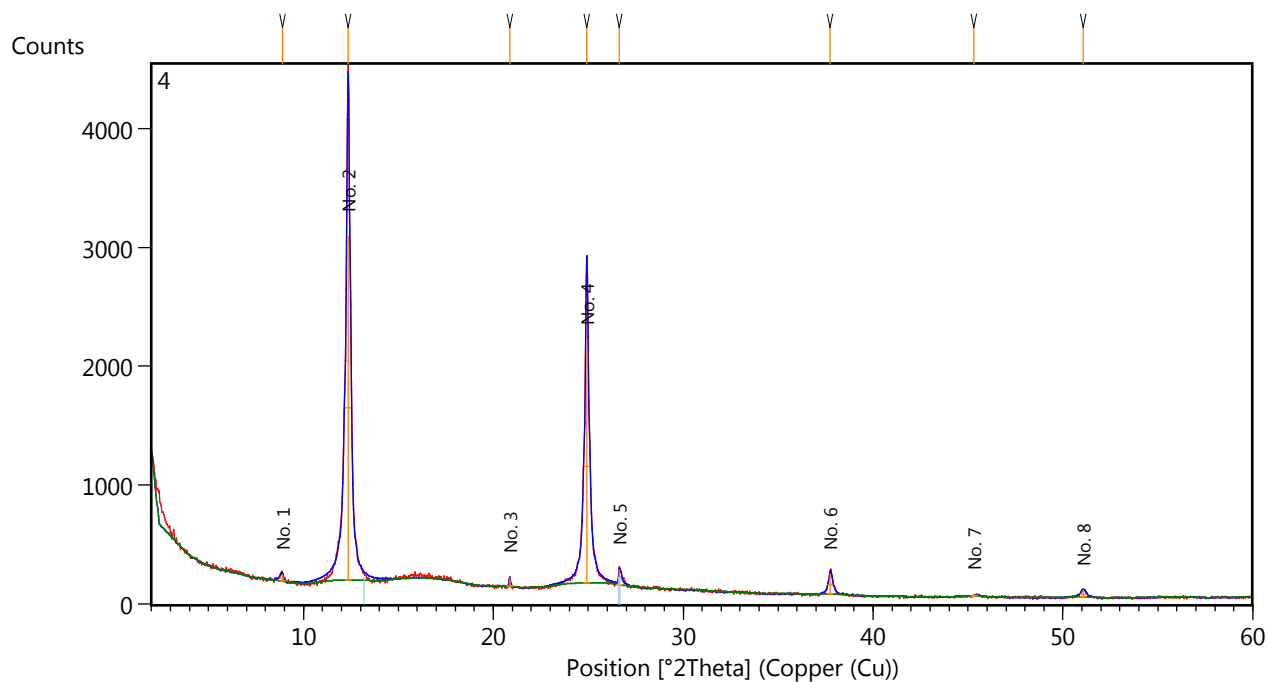
В наиболее распространенных светло-серых каолинах размер частиц каолинита обычно меньше 1 мкм при их толщине в его сотые доли (см. рис. 5.7 В). Такие размеры определяют низкую и среднюю степень дисперсности породы. Кристаллы с гексагональным габитусом практически отсутствуют, изредка в пластинках отмечается одна-две грани минерала. Всё это свидетельствует о преобладающих процессах дробления и измельчения кристаллов каолинита при переносе их из КВ к бассейнам седиментации.

По результатам рентгенофазового анализа анализа глинистой фракции <0,005 мм (дифрактометр Empyrean B.V. PANalytica), содержание каолинита в ней составляет 98,5–99,5% (рис. 5.8–5.10).



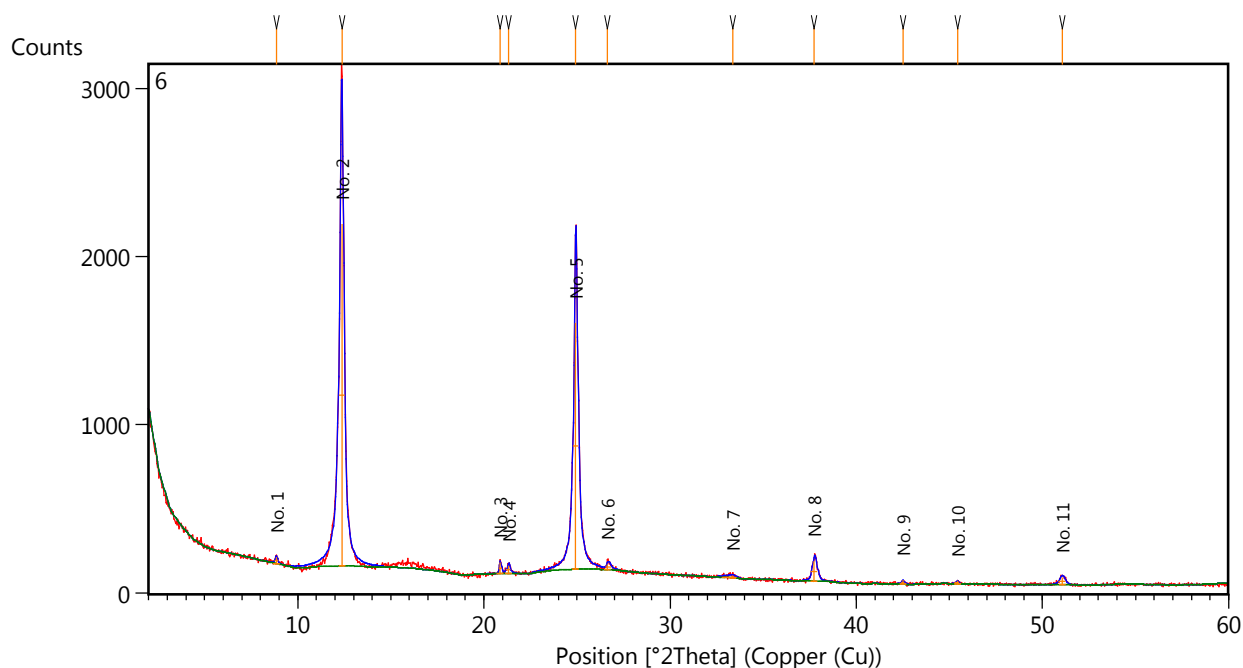
Peak Number	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Минералы	Rel. Int. [%]	FWHM Left [°2Th.]	Area [cps*°2Th.]
1	8,8852	9,94447	иллит	2,62	0,1472	15,01
2	12,3888	7,13887	каолинит	100,00	0,2184	910,17
3	24,9165	3,57070	каолинит	72,93	0,1776	626,22
4	26,7522	3,32969	кварц	1,83	0,2375	22,77
5	31,7252	2,81819	сидерит	1,94	0,1271	10,35
6	37,7369	2,38190	каолинит	6,01	0,1835	51,02
7	45,5048	1,99173	каолинит	0,48	0,4300	7,08
8	51,0876	1,78640	каолинит	2,04	0,3305	19,10

Рисунок 5.8 – Дифрактограмма и рефлексy минералов из разновидности серых каолинитовых глин в кровле (инт. 14,3–15,3 м) мамонской толщи; (проба 2ю/1)



Peak Number	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Минералы	Rel. Int. [%]	FWHM Left [°2Th.]	Area [cps*°2Th.]
1	8,8835	9,94630	иллит	1,84	0,2767	16,06
2	12,3605	7,15513	каолинит	100,00	0,2960	1146,99
3	20,8624	4,25451	кварц	2,35	0,0874	5,70
4	24,9054	3,57226	каолинит	67,69	0,2260	700,83
5	26,6231	3,34555	кварц	4,24	0,0398	18,21
6	37,7345	2,38205	каолинит	5,58	0,1982	49,72
7	45,2918	2,00060	каолинит	0,53	0,0202	4,43
8	51,0479	1,78770	каолинит	1,79	0,3016	21,94

Рисунок 5.9 – Дифрактограмма и рефлексы минералов из разновидности темно-серых гумусированных каолинистых глин в нижней части (инт. 22,8–23,5 м) мамонской толщи; (проба 2ю/4)

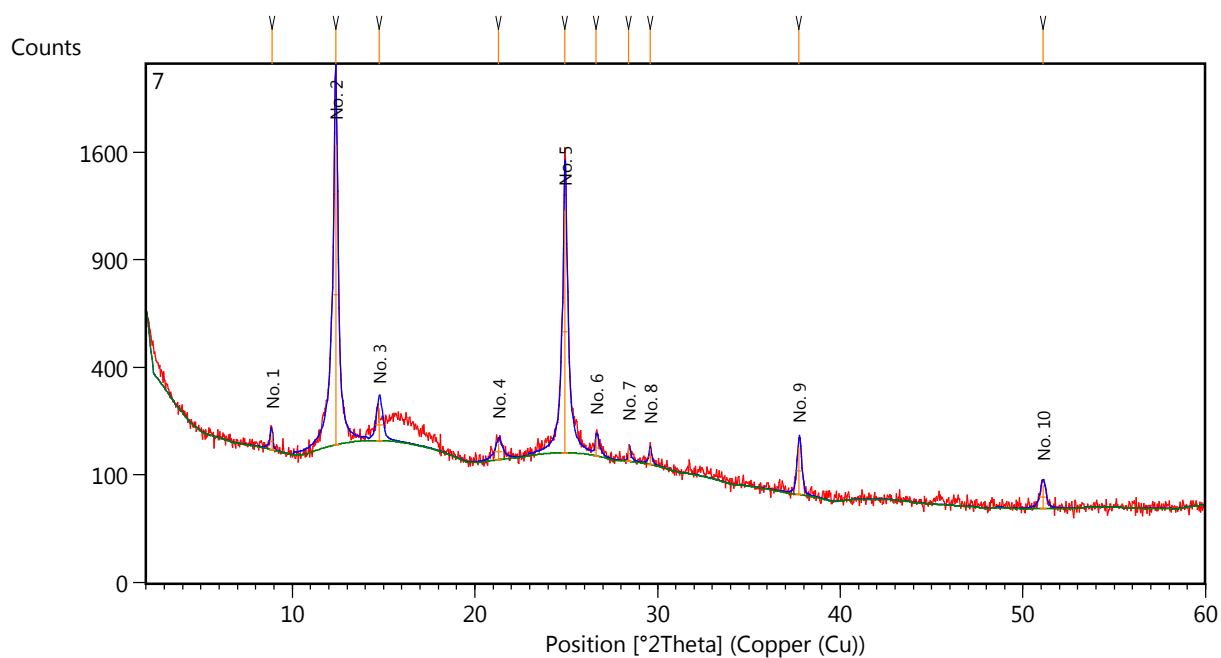


Peak Number	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Минералы	Rel. Int. [%]	FWHM Left [°2Th.]	Area [cps*°2Th.]
1	8,8583	9,97461	иллит	1,67	0,1279	6,58
2	12,3740	7,14734	каолинит	100,00	0,2820	790,40
3	20,8675	4,25349	кварц	3,12	0,0826	7,89
4	21,3341	4,16150	гетит	2,18	0,2143	12,96
5	24,9284	3,56901	каолинит	71,89	0,2366	538,06
6	26,6387	3,34362	кварц	1,39	0,1058	6,52
7	33,3735	2,68267	гематит	0,56	1,1374	9,23
8	37,7390	2,38177	каолинит	5,57	0,2466	39,70
9	42,5068	2,12500	гетит	1,07	0,1507	3,99
10	45,4559	1,99375	каолинит	0,68	0,2489	2,27
11	51,0617	1,78725	каолинит	1,92	0,3767	15,15

Рисунок 5.10 – Дифрактограмма и рефлексы минералов из разновидности пестроцветных каолинистых глин в нижней части (инт. 24,6–25,1 м) мамонской толщи; (проба 2ю/6).

Лишь в пробе 2ю/7 (рис. 5.11), относящейся к разновидности пестроцветных глин, 1,5% приходится на иллит, в остальных пробах содержание доли иллита среди глинистых минералов еще меньше – около 0,5%. Во всех

случаях на дифрактограммах отмечается присутствие тонкодисперсного кварца. В окрашенных глинах фиксируются рефлексы лепидокрокита, гетита, гематита, являющихся вредными примесями.



Peak Number	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Минералы	Rel. Int. [%]	FWHM Left [°2Th.]	Area [cps*°2Th.]
1	8,8815	9,94852	иллит	2,64	0,1979	8,62
2	12,3859	7,14054	каолинит	100,00	0,2337	474,06
3	14,7690	5,99327	лепидокрокит	5,88	0,3414	39,94
4	21,3074	4,16666	гетит	2,34	0,4129	21,77
5	24,9191	3,57032	каолинит	70,43	0,1973	332,26
6	26,6251	3,34530	кварц	2,56	0,0785	10,29
7	28,4138	3,13865	лепидокрокит	2,31	0,0448	4,93
8	29,5845	3,01705	лепидокрокит	2,27	0,1269	6,35
9	37,7455	2,38138	каолинит	6,05	0,2424	26,12
10	51,0920	1,78626	каолинит	2,28	0,3278	13,32

Рисунок 5.11 – Дифрактограмма и рефлексы минералов из разновидности пестро-цветных каолининовых глин в нижней части (инт. 25,1–26,9 м) мамонской толици; (проба 2ю/7)

Вблизи южных границ распространения мамонской толщи, где она залегает на КВ кристаллического фундамента, каолинит обладает довольно совершенной структурой: на большинстве дифрактограмм разрешен дублет, которому соответствуют межплоскостные расстояния 4,18 и 4,13 Å [Савко и др., 2008]. Но уже в районе месторождения Козынка, на удалении 60 км от источника сноса, дублет разрешен только на очень малой части дифрактограмм. В подавляющем же большинстве случаев рефлексов серии hk не наблюдается, а каолинит диагностируется обычно по отражениям 001 и 002 с интенсивностью 100 и 70%, что свидетельствует о невысокой степени совершенства кристаллической структуры минерала и подтверждается невысоким значением индекса Хинкли (0,25–0,4). Этот вывод имеет важное значение, поскольку каолинит с неупорядоченной структурой имеет пониженные температуры плавления и повышенный интервал спекаемости, что благоприятно сказывается на качестве и стоимости керамических изделий.

5.5. Характеристика месторождения вторичных каолинов Козынка

По данным литолого-фациальных исследований весьма сложной полигенетической ПКТ показано, что наиболее благоприятной для прогноза месторождений каолинов является Центральная зона. В её пределах интенсивный эпейрогенез Павловского поднятия в девонское и постдевонское время привел к тому, что залегающая на его юго-восточном и восточном склонах мамонская толща оказалась высоко приподнятой и перекрывающие ее верхнедевонские образования в меловой период были размывы. Неотектонические поднятия процесс размыва усилили еще больше. Меловые отложения были прорезаны руслами рек, и кровля песчано-каолиновой толщи в долинах Дона и его притоков оказалась перекрыта только четвертичными аллювиальными образованиями. Именно здесь

выделены перспективные на каолины три участка (площади) – Четвериково, Старомеловой и Северный. На них каолины и каолиновые пески составляют до 50% разреза, а мощность вскрыши не более 20 м. Наиболее перспективной является неглубоко залегающая верхняя часть ПКТ, представленная континентальным комплексом пролювиально-делювиальных, аллювиальных и озерно-болотных образований, где отмечаются относительно мощные пласты глин и каолинистых песков. Позднее в пределах участка Северный было разведано месторождение Козынка, характеристика которого приводится ниже.

Оно расположено в пойме незанятой хозяйственной деятельностью пересыхающей р. Козынка (рис. 5.12), 0,5 км к югу-юго-востоку от южной окраины с. Новомеловатка и в 12 км западнее г. Калач Воронежской области. Площадь месторождения имеет сложную форму вытянутого многоугольника: длиной (с севера-северо-запада на юг-юго-восток) 3,0–3,3 км и шириной (с запада-юго-запада на восток-северо-восток) 0,7–1,0 км. В структурном плане оно приурочено к присводовой части восточного склона Воронежской антеклизы. Современный региональный уклон девонских отложений (в том числе – чаплыгинских, подстилающих мамонскую толщу) здесь имеет восточное – юго-восточное направление. Присводовые части склона антеклизы здесь выположены, градиент погружения подошвы ПКТ составляет 2 м на 1 км, абсолютные отметки кровли меняются от +36 до +33 м.

В геологическом строении участка Козынка принимают участие отложения четвертичной, меловой и девонской систем. Полезной толщей являются песчано-глинистые отложения мамонской толщи. Перекрывается она песками альбского (K_{1al}) и сенманского (K_{2s}) ярусов; а также, современным пойменным аллювием р. Козынка. Подстилаются продуктивные отложения породами чаплыгинской свиты (D_{3cp}). Полезная толща разбурена 29-ю скважинами до глубины 37,0 м. Вскрытая мощность продуктивных отложений сильно колеблется, от 13,6 м до 22,3 м, в среднем

18,7 м.



Рисунок 5.12 – Пойма р. Козанка на площади проведения поисково-оценочных работ категорий C_1 и C_2 на месторождении Козынка

ПКТ месторождения Козынка (рис. 5.13) представлена переслаиванием кварцевых разнозернистых каолинистых песков и каолинитовых, в различной степени алевритистых, запесоченных ожелезненных глин. Подчиненное значение в разрезе занимают каолинистые алевриты и песчаники с кварцево-глинистым цементом. Пески обычно плохо сортированы, от тонких до грубых, с включениями гравия и гальки кварца. Они относятся к аллювиальным русловым или к нерасчлененным делювиально-пролювиальным и аллювиальным фациям. В русловых аллювиальных фациях накапливались пески серые, кварцевые, крупно- и грубозернистые, косо-, реже неяснослоистые, гравийные, прослоями переходящие в гравелиты, с хорошо и угловато окатанной галькой дымчатого, реже – водянопрозрачного кварца. Они отсортированы, в них невысокое содержание пелитовых фракций. К таким отложениям на участке Козынка относятся

пески, залегающие в нижней части вскрытой полезной толщи (подстилающие мощный пласт каолинитовых глин).

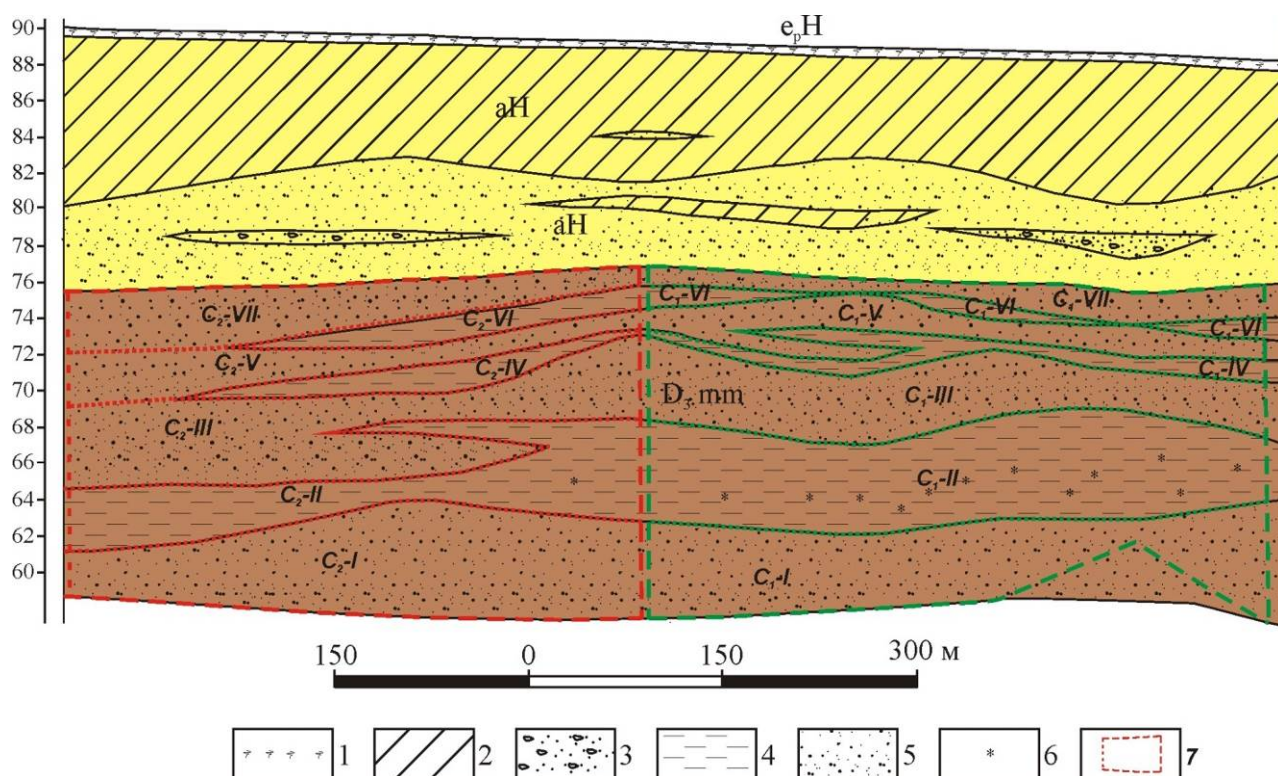


Рисунок 5.13 – Разрез месторождения Козынка. Индексы: e_pH – почвенно-растительный слой; aH – пойменный аллювий, $D_{3т}$ – мамонская толща; 1 – почвенно-растительный слой, 2 – суглинок, 3 – песок разнозернистый с гравием, 4 – глина, 5 – песок, 6 – ожелезнение, 7 – контуры подсчетов запасов: красный – категория C_2 , зеленый – категория C_1

Нерасчлененные делювиально-пролювиальные и аллювиальные русловые отложения представлены песками плохо сортированными, кварцевыми, разнозернистыми, от мелко- до грубозернистых, алевритовыми, сильно глинистыми, до песчаных глин. Количество гравия колеблется от десятых долей до 20%. В толще несортированных песков, отмечаются прослой (от нескольких сантиметров до дециметров) песков с косою однонаправленной слоистостью, однородных, хорошо сортированных, преимущественно крупнозернистых. К ним на месторождении относятся

пески, залегающие в средней и верхней частях полезной толщи (перекрывающие пласт каолинистых глин).

Характер внутреннего строения тел полезных ископаемых, распределение в них основных и попутных компонентов, а также вредных примесей, оценены на участке Козынка с учетом неоднородного песчано-глинистого сложения полезной толщи. Из семи продуктивных горизонтов, слагающих разрез мамонской толщи, I – кварцевые, III, V и VII – кварцевые каолинитсодержащие пески; II, IV, VI – горизонты каолинов (см. рис. 5.13).

Глины приурочены к пролювиальным, озерно-болотным или аллювиальным пойменно-старичным фациям. В нижней части разреза они пролювиальные пестро-цветные, залегающие выше разности озерно-болотные серые, темно-серые, сильно гумусированные, алевритистые, жирные на ощупь, с раковистым изломом, с автохтонными растительными остатками, часто углефицированными и пиритизированными. В них отмечаются неясная волнистая текстура и пятнистая окраска за счет неравномерного распределения гумуса. Пойменно-старичные глины светло-серые до серых, алевритистые, в различной степени запесоченные, жирные на ощупь, с раковистым изломом, редкими аллохтонными УРО и присыпками светло-серого песка по плоскостям напластования. Содержат прослой мелкозернистых кварцевых песков мощностью от 0,2–0,5 до 20–30 см.

Отмеченные тела полезных ископаемых относительно выдержаны по простиранию и прослеживаются на оценочной площади, изучены как по категории С₁, так и С₂. Нижние горизонты (I-III) распространены на всей разведанной площади, верхние (IV-VII) – не везде из-за сокращения их мощности или выклинивания в разрезах некоторых скважин. Наименьшую площадь распространения имеет верхний глинистый слой

Среди вскрытых тел полезных ископаемых наибольшие мощности характерны для нижних слоёв. Так, средняя мощность I слоя кварцевых каолинитсодержащих песков в блоке С₁-I – 5,36 м; в блоке С₂-I – 5,60 м, в

вышележащих горизонтах песков их средняя мощность уменьшается: в III слое – 3,18–3,38 м; в V слое – 1,43–1,87 м; и в слое VII – 1,17–1,71 м. Такая же тенденция прослеживается и для глин. Средняя мощность самого нижнего II горизонта каолинитовых глин в блоках C_1 –II – 4,69 м, C_2 –II – 4,04 м. В вышележащих слоях каолинитовых глин их средняя мощность уменьшается: в IV слое – 1,41–1,32 м; в слое VI – 0,89–0,92 м. По простиранию мощности всех слоёв кварцевых каолинитсодержащих песков возрастают от центра разведанной площади (участок детализации с блоками категории C_1) к ее периферии (блоки категории C_2), а глин соответственно уменьшается.

Наибольшая доля запасов, сосредоточенных на разведанной площади (категории C_1+C_2), приходится на нижние горизонты, характеризующиеся максимальными площадями распространения и мощностью. В слое I запасы (9,49 млн т) кварцевых каолинит содержащих песков составляют 45,7% от общих запасов (20,75 млн т). Запасы каолинитовых глин нижнего II слоя (6,99 млн т) составляют 59,5% от общих запасов (11,75 млн т). Наименьшая доля запасов приходится на верхние слои, мощность полезных ископаемых в которых минимальна, а площади распространения сокращены из-за выклинивания рудных тел. В слое VII запасы (2,63 млн т) кварцевых каолинитсодержащих песков (блоки C_1 –VII+ C_2 –VII) составляют 12,7% от общих запасов. Запасы (1,19 млн т) каолинитовых глин верхнего VI тела составляют 10,1% от общих запасов категории C_1+C_2 .

Слои каолинов отличаются неоднородным качеством минерального сырья. Два верхних горизонта (IV, VI) близки по внутреннему строению и качеству полезного ископаемого. Это каолины светло-серые до серых, с раковистым изломом, от слабо алевритистых до алевритовых, в различной степени запесоченные, иногда с прослоями песка и редкими растительными остатками. Средневзвешенное значение выхода обогащенного каолина (фракция < 63 мкм) по блокам (C_1 –IV, C_2 –IV, C_1 –VI, C_2 –VI) достаточно выдержано – 80,41–81,37%. Средневзвешенное содержание по этим блокам

оксидов, определяющих керамические свойства каолина, тоже слабо изменяется: Al_2O_3 – 31,81–32,44%; Fe_2O_3 – 1,57–2,15%; TiO_2 – 1,42–1,45%.

По классификации сырья для керамической промышленности глины относятся к группам основных, огнеупорных со средним содержанием красящих оксидов; низко- и среднedisперсных, умереннопластичных, высокотемпературного спекания, сильно спекающихся. По техническим условиям они соответствуют различным маркам огнеупорных глин Латненского месторождения. Глины нижнего (II) горизонта отличаются от вышележащих не только повсеместным распространением и значительной мощностью, но и внутренним строением пласта, и качеством вскрытых в нем полезных ископаемых. Помимо разновидности светло-серых, алевритистых каолинистых глин, характерных для верхних горизонтов, здесь в разрезах всех скважин отмечаются пестро-цветные разности. Это – каолинистые глины, кирпично-красного, вишневого, сиреневого, табачно-зеленого, охристо-желтого цвета. Они в различной степени ожелезненные (за счет гематита, лимонита), часто – с брекчиевидной текстурой, и могут использоваться в качестве тугоплавких керамических глин.

Кроме отмеченных двух разновидностей глин, в нижнем горизонте встречаются также темно-серые «чистые» (с низким содержанием алевритистых фракций), тонкодисперсные, каолинистые глины; а также – разновидность темно-серых до черных, сильно гумусированных каолинистых глин, с прослоями углефицированных разностей, с включениями пирита. Именно в них в значительной мере помимо терригенного отмечается аутигенный каолинит, что характерно для латненских глин [Бортников и др., 2013, 2016] Всё это определяет отличное от вышележащих глин повышенное средневзвешенное значение химического состава и физико-механических показателей каолинов.

В целом средневзвешенное значение (84,27–84,43%) в нижнем горизонте выхода обогащенного каолина (фракция <63 мкм) выше, чем в верхних блоках. Вместе с тем содержание оксидов, определяющих

керамические свойства каолина, несколько хуже, за счет влияния на эти параметры ожелезненных глин. Количество глинозема снижается (Al_2O_3 – 30,16–30,39%), а красящих оксидов возрастает (Fe_2O_3 – 4,21–4,39%; TiO_2 – 1,42%).

В верхних горизонтах каолин обычно светло-серый, содержание в нем красящих оксидов понижено, а глинозема повышено. Поэтому после обогащения на гидроциклонах он может использоваться не только в керамической, но и в бумажной промышленности – основным потребителем добываемого каолина во всём Мире.

В четырех горизонтах кварцевых каолинитсодержащих песков основным полезным ископаемым являются кварцевые пески для стекольной и других видов промышленности, попутным компонентом – каолин обогащенный (фракция <63 мкм) из их глинистой составляющей. По содержанию основных оксидов (SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3), регламентирующих марку стекольных песков, можно выделить две группы песчаных горизонтов. Первая – это верхние горизонты VII и V, в блоках которых их средневзвешенное содержание (SiO_2 – 98,41–98,80; Al_2O_3 – 0,48–0,64; Fe_2O_3 – 0,20–0,25%) определяет низкие марки пониженной светопрозрачности – ПС-250. Вторая группа – нижние горизонты I, III, в блоках которых пески более чистые (SiO_2 – 98,80–99,00%; Al_2O_3 – 0,44–0,61%; Fe_2O_3 – 0,14–0,15%), что повышает их ценность до марок полубелых – ПБ-150–2 и ПБ-150–1. При обогащении песков возможно получение более ценных марок стекольных изделий. При гидроклассификации возможно получение формовочных (мелкие фракции) и строительных песков, в том числе модулем крупности более единицы.

Таким образом, дефицитные вторичные каолины верхнедевонского возраста развиты в мамонской ПКТ на юге Воронежской антеклизы в эрозионной депрессии. Она образовалась преимущественно за счет размыва КВ на кристаллических породах докембрия, распространенных южнее поля распространения ПКТ. В меньшей степени размывались КВ на осадочных

породах и базальтах. На последних элювий в значительных количествах содержат оксиды железа, что явилось причиной появления пестро-цветных каолинов в нижней части ПКТ

Выделены три зоны развития ПКТ – Западная, Центральная и Восточная. Наиболее благоприятна для поисков каолинов Центральная зона, где они составляют до 50% в разрезе толщи, а она залегает близ поверхности по долинам рек, том числе Дона. По направлению на запад и восток глубина залегания толщи увеличивается, а общая мощность слоев каолинов уменьшается. В Центральной зоне возможна добыча неглубоко залегающих каолинов открытым способом, тогда как на её водораздельных пространствах и в двух других зонах – высокоэкологичным гидроскважинным.

Разведочными работами в Калачском районе Воронежской области открыто крупное месторождение Козынка вторичных каолинов и кварцевых песков, в том числе с различным содержанием глинистой примеси, из которой возможно получение обогащенного каолина. Вмещающие кварцевые пески являются ценным стекольным [Ширшов, 2004], формовочным и строительным (песчано-гравийные смеси) попутно добываемым полезным ископаемым. Технологическими испытаниями определена пригодность каолинов в качестве огнеупорного и тугоплавкого минерального сырья для керамических изделий различного назначения. Общие авторские запасы каолинов по категориям C_1+C_2 – 10155, по P_1 – 8634 тыс. т, песков по C_1+C_2 – 20755, по P_1 – 37012 тыс. т.

Учитывая широкое развитие ПКТ на большой территории, её значительные мощности, возможности раздельного получения путем гидроклассификации и гидроциклонирования ценных керамического, стекольного, формовочного и строительного, отбеливающего для бумажной промышленности сырья, открываются большие возможности открытия новых месторождений. В пределах Центральной зоны уже разрабатываются месторождения строительного камня из гранитов и палеогеновых

песчаников, бентонитовых глин, мелов, кирпичного сырья, разведаны месторождения медно-никелевых руд. Существуют реальные возможности разработки залежей базальтов для получения ценного балластного щебня и каменного литья, графита. На рассматриваемой территории имеются благоприятные экономические возможности. Они включают развитую инфраструктуру, избыток рабочей силы, коммуникации (железная и асфальтированные дороги, пристани на р. Дон, линии электропередач, газопровод), мягкий климат. Всё это позволяет создать на рассматриваемой территории зону ускоренного экономического развития, в которой разработка полезных ископаемых в мамонской толще будет играть важную роль.

Глава 6. КЕРАМИЧЕСКИЕ ГЛИНЫ АПТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

6.1. Геология и фации аптских отложений

Аптские отложения распространены на большей части Воронежской аптеклизы и представлены глинисто-алевритово-песчаными породами различного генезиса. Соотношения и мощности пород подвержены значительным вариациям и колеблются от первых до 40 м. В большинстве разрезов резко преобладают пески, от гравелистых до тонкозернистых и алевритистых. Размерность зерен в разрезах уменьшается снизу вверх, хотя бывают и исключения, когда русловые отложения врезаны в алевритово-глинистые образования. Алевриты обычно тяготеют к верхам разрезов, глины встречаются на разных уровнях в алеврито-песчаной толще, но чаще развиты в её средней части. Иногда развиты кварцитовидные песчаники и прослой лигнитов. Последние тяготеют к глинам, образуя с ними переходные разности.

На фациальной карте аптского века рассматриваемой территории по направлению с юга на север выделяется пять фациальных групп (рис. 6.1) [Крайнов, 2016; Савко, Крайнов, 2015]: 1 – возвышенной аллювиальной равнины, 2 – низовьев аллювиальной равнины, 3 – лагунно-морские, 4 – прибрежно-морские 5 – мелководно-морские. С различными фациями связаны различные типы полезных ископаемых. – огнеупорных и тугоплавких керамических глин, стекольных, формовочных, строительных песков и песчаников, титан-циркониевых россыпей.

Литология и фации возвышенной аллювиальной равнины

Континентальные отложения в её пределах распространены в пределах междуречья Дон-Ведуга-Девица и представлены глинисто-песчаными породами, образовавшимися в пределах аллювиальной равнины, где устанавливаются русловые, пойменные и озерно-болотные фации.

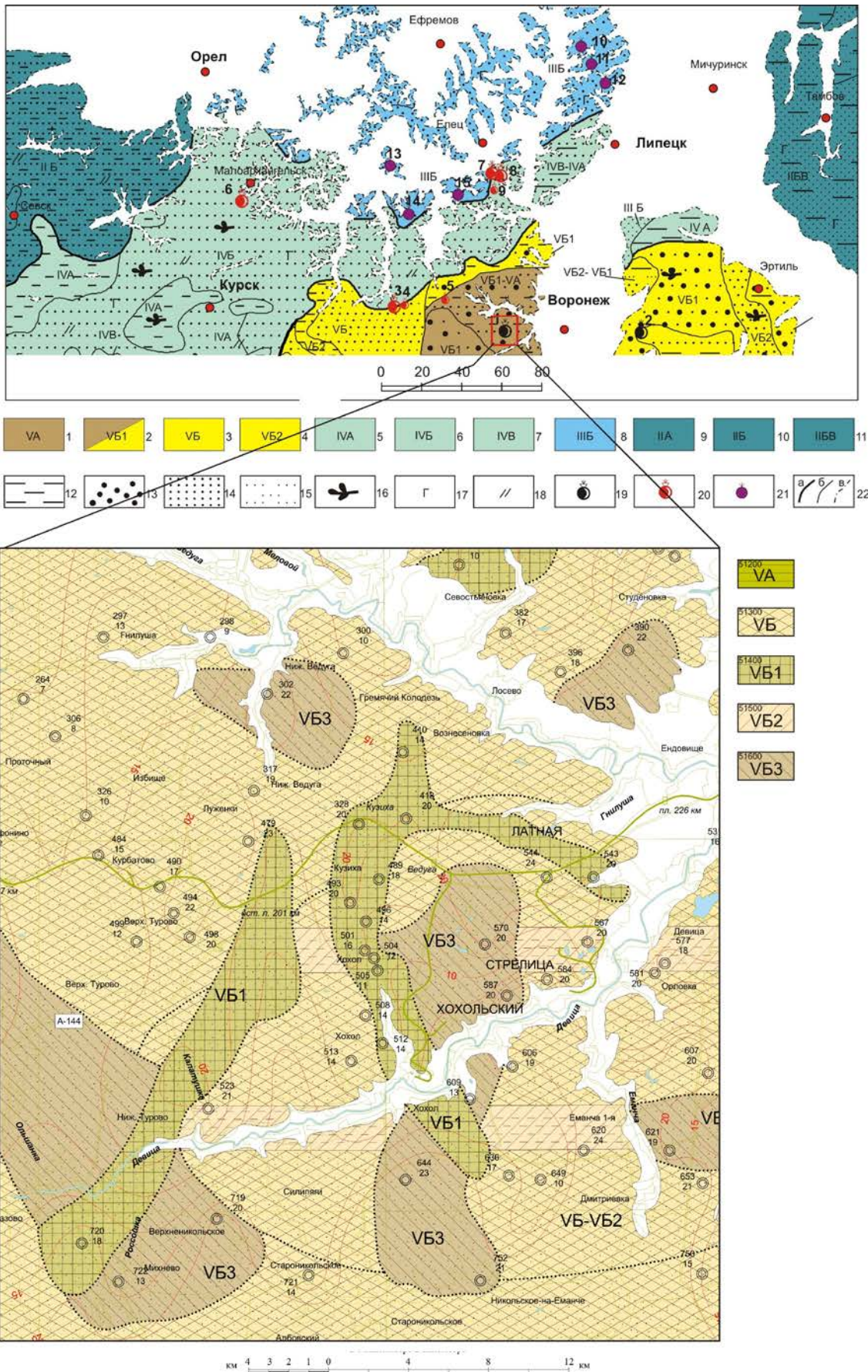


Рисунок 6.1 – Фаціальна карта аптського часу з врезкою для району Латненського місцезнаходження. Фаціальні обстановки [Крайнов,

2016]: 1–4 – континентальные (коричневый – возвышенная аллювиальная равнина, желтый – низовья аллювиальной равнины): 1 – озерно-болотная, 2 – аллювиальная русловая, 3 – аллювиальная нерасчлененная, 4 – аллювиальная пойменная и старичная; 5–7 – лагунно-морские, с активностью гидродинамических режимов: 5 – слабой, 6 – средней, 7 – высокой; 8 – прибрежно-морские с средней активностью гидродинамических режимов; 9–11 – мелководно-морские, с активностью гидродинамических режимов: 9 – слабой, 10 – средней, 11 – средней и высокой, с преобладанием средней. Породы: 12 – глины, 13 – пески крупно-, грубозернистые, 14 – пески от тонко- до среднезернистых, 15 – алевриты, 16 – углефицированные растительные остатки, 17 – глауконит, 18 – слюдистость. Полезные ископаемые: 19 – огнеупорные глины, 20 – тугоплавкие глины, 21 – титанциркониевые россыпи. Месторождения и россыпи: Огнеупорные глины: 1 – Латненское, 2 – Криушанское; тугоплавкие глины: 3 – Большекарповское, 4 – Малокарповское (проявление), 5 – Касторенское (проявление), 6 – Малоархангельское, 7 – Лукошкинское, 8 – Чибисовское, 9 – Черкасские Дворики; 10–15 – Ti-Zr россыпи: 10 – Лев-Толстовская; 11 – Первомайская; 12 – Волчинская; 13 – Норовская; 14 – Захаровская; 15 – Дубовецкая. Условные на врезке: VA – озерно-болотная; VB – аллювиальная (нерасчлененная); VB1 – аллювиальная русловая; VB2 – аллювиальная пойменная и старичная; VB3 – аллювиальная пойменная фации.

Они описаны в наших работах [Крайнов, 2016; Савко, Крайнов, 2015] и ниже приводится их краткая характеристика.

Наиболее полные разрезы апта развиты в пределах Латненского месторождения (ЛМ) огнеупорных глин, представленного несколькими участками (рис. 6.2), где в нижних частях разрезов залегают русловые пески, в средних – озерно-болотные глины, а в верхних – пойменные мелко- и тонкозернистые пески и алевриты. Среди континентальных фаций выделены озерно-болотные, пойменные и русловые. Последние включают субфации

перлювиальные, пристрежневые, русловых отмелей и прирусловых валов, и отдельно на ней не показаны (см. рис. 6.1). Глины мощностью до 9 м в виде овально-вытянутых линз шириной от сотен метров и длиной в первые километры залегают среди аллювиальных песков и имеют озерный и озерно-болотный генезис. Мощность продуктивной толщи до 30 м.

Большинство же разрезов сложено только кварцевыми песками. Они могут быть гравелистыми, разнозернистыми, крупно-, средне-, мелко- и тонкозернистыми. Соотношение различных по зернистости песков может меняться от разреза к разрезу, однако в целом отмечается тенденция к уменьшению размера зёрен снизу вверх. При этом гравийно-песчаные отложения пристрежневых фаций сменяются средне- и мелкозернистыми песками прирусловых отмелей и валов, на которых залегают пойменные и старичные отложения мелко-тонкозернистых песков, алевроитов и глин с горизонтальной и близкой к ней слоистостью.

В верхних частях разрезов нередко углистые глины и лигниты, свидетельствующие о заиливании и заполнении углисто-глинистым материалом озер и превращение их в болота. Углистый материал в виде обломков углефицированной древесины и углефицированных растительных остатков встречается по всему разрезу. Особенно его много в глинистых толщах, где встречаются обломки стволов деревьев длиной 5–7 м и диаметром 20–30 см.



Рисунок 6.2 – Схема расположения ЛМ: (а) – его положение на карте РФ, (б) – положение месторождения на карте листов N-37 и M-37, (в) – схема площади развития огнеупорных глин и карьеров в ЛМ. Карьеры: 1 действующие: I – Стрелица ближняя, II – Белый Колодец, III – Средний; 2 – отработанные, 3 – площади развития огнеупорных глин

Нередко в пойменных и старичных отложениях на разных уровнях отмечены русловые врезы, выполненные песками пристрежневых фаций, а также прирусловых отмелей. Пойменные образования представлены пастиловидными песками и алевритами с тонким чередованием разноокрашенных слоев белого, красного, серого, малинового, буроватого, черного цветов.

Глины залегают в виде округло-вытянутых линз шириной от сотен метров до первых км, длиной в первые км и находятся в «висячем» положении в аллювиальной толще на разных уровнях (рис. 6.3). В районе ЛМ они расположены в средней части разрезов, но залегают среди русловых песков, мелко-среднезернистых песков прирусловых валов и отмелей и фациально замещаются отложениями всех вышеперечисленных типов..

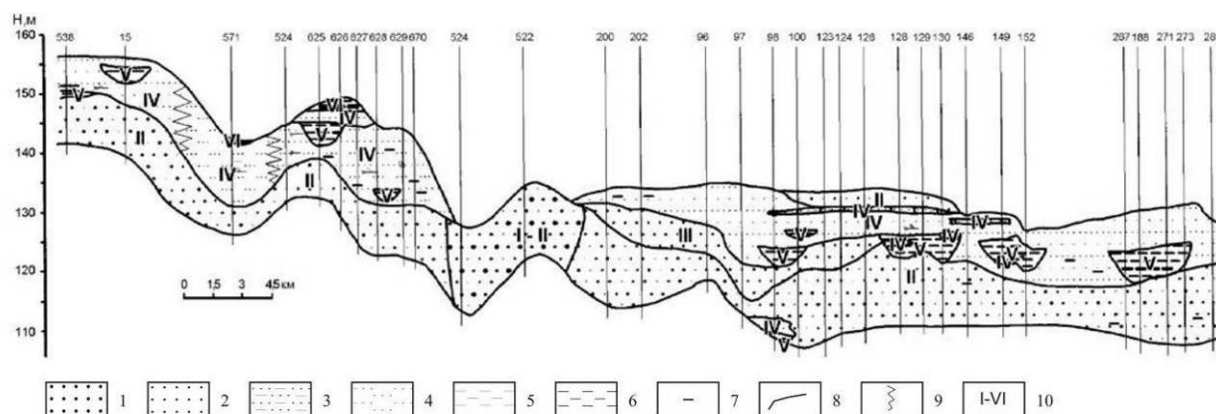


Рисунок 6.3 – Фациальный разрез аптских образований через центральную часть Латненского месторождения [Савко и др., 2004]. 1–3 – пески: 1 – разнозернистые, 2 – среднезернистые, 3 – мелкозернистые, 4 – тонкозернистые, 5 – алевриты, 6 – алеврит глинистый, глина алевритистая, 7 – глина, 8 – глинистость, 9 – границы фациальных зон, 10 – границы фациальных переходов, 11 – фациальные зоны: I – перлювиальная, II – пристрежневая, III – прирусловых отмелей и прирусловых валов, IV – пойменная, V – старичная, VI – болотная

Глинистые породы переслаиваются с тонко-мелкозернистыми песками, алевритами и лигнитами. Глины обычно имеют серый цвет, но их окраска может меняться от светло-серой до черной в зависимости от содержания органики. Количество последней достигает 50% и более, вследствие чего порода переходит в лигнит, мощность которого в разрезах колеблется от долей см до 1,5 м и более. Среди глин отмечаются слоистые, неяснослоистые и неслоистые разности. Слоистость обусловлена чередованием песчаного и алевритового материала с глинистым, появлением примесей из кварцевых

зерен, слоев, обогащенных органикой, наличием по плоскостям наслоения растительных остатков.

Высокопластичные глины имеют брекчиевидную или столбчатую текстуры. Последняя возникла за счет выполнения полостей от разложившихся корней растений. Глины часто содержат конкреции пирита и марказита, количество которых больше в углефицированных разностях. В минеральном составе глин преобладает каолинит, имеются монтмориллонит, иллит, смешаннослойные минералы типа иллит + монтмориллонит, кварц, сульфиды, гиббсит, гидроокислы Fe, углефицированные растительные и древесные остатки [Савко и др., 2004; Савко и др., 2011].

Распространены глины не повсеместно, по простиранию и разрезу могут переходить в алевриты и пески, и располагаются преимущественно в средних частях разрезов, находясь в «висячем» положении в аллювиальной толще на разных уровнях. Они могут залегать непосредственно на русловых песках, на мелко-среднезернистых песках прирусловых отмелей и валов, на неоконских глинах и фациально замещаются песками разных типов. Обычно глинистые породы переслаиваются с песками, алевритами, лигнитами.

Состав глин неоднороден и определяется соотношениями глинистого, песчаного и углистого вещества. Ранее выделены следующие разновидности глин [Савко и др., 2004]: 1 – серые, преимущественно пластичные, реже песчанистые, иногда ожелезненные; 2 – темно-серые, пластичные; 3 – светло-серые, преимущественно песчанистые, реже пластичные; 4 – черные жирные, пластичные, часто запесоченные и ожелезненные; 5 – пестро-окрашенные от светло-желтых до коричневых, сильно ожелезненные, песчанистые; 6 – запесоченные непластичные; 7 – углистые.

Глины формировались в пойменных и старичных обстановках. Среди последних выделяются озерные и болотные. Пойменные глины представлены в разной степени запесоченными и алевритистыми разностями, которые могут представлять интерес для низкосортных керамических изделий. В старичных озерах отлагались светло-серые и серые илы, содержащие

аллохтонную органику. В зарастающих болотах формировались глины темно-серые до черных с прослоями лигнитов и автохтонными растительными остатками.

Литология и фации низовьев аллювиальной равнины

Полоса развития протягивается по северным частям территорий Воронежской и Курской областей. Восточнее г. Воронеж (см. рис. 6.1), где расположено разведанное Криушанское месторождение огнеупорных глин [Савко, 1988], обычно развиты тонкозернистые пески и алевриты с углефицированными растительными остатками, залегающие на крупнозернистых гравелистых песках, мощность которых сильно варьирует, из-за чего соотношение крупнозернистых и тонкозернистых песков в разрезе резко меняется. Отмечаются площади, где русловые пески полностью слагают разрез. Они могут быть расположены рядом с полями развития озерно-болотных фаций.

В сложно построенном разрезе Криушанского месторождения (рис. 6.4) выделяется старичные впадины (скв. 641, 644 и 648), разделяющие их междурусловые поднятия (скв. 642, 646) и глубокие русловые врезы (скв. 649). На породах первых двух структур залегают довольно выдержанный пласт глин, местами с примесью алевритового и песчаного материала, свидетельствующий о выравнивании аллювиальной равнины и образовании обширных болот. Здесь выделяется два уровня развития глин – нижний (абсолютная отметка подошвы +80) и верхний (а.о. +70). Более глубоко залегают глины старичного типа, обычно углистые, имеющие форму мелких линз и ярко выраженную связь с русловым аллювием. Верхние глины более светлые, образуют протяженные неправильно-округлые тела и осложнены врезанными в них ложбинами (промоинами), выполненными алеврито-песчаным материалом.

В западной части участка рассматриваемые отложения представлены преимущественно русловыми и пойменными фациями (см. рис. 6.1).

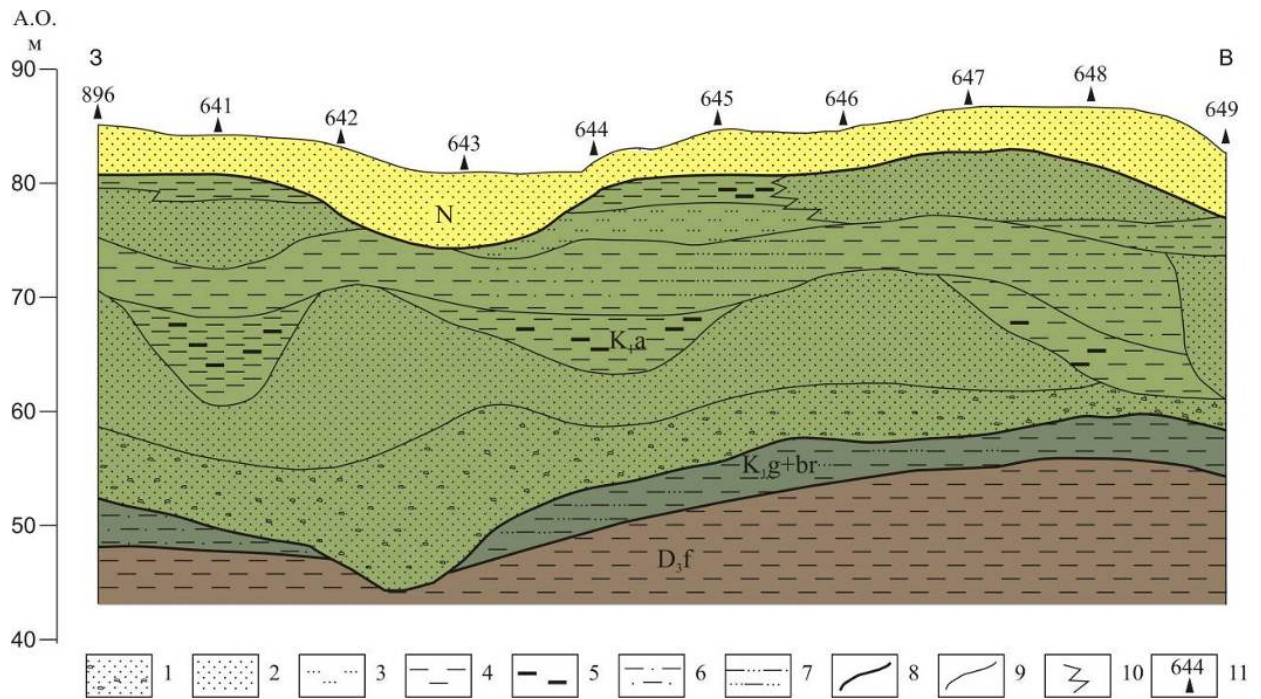


Рисунок 6.4 – Разрез Криушанского месторождения [по Савко, 1988]:
 1 – пески разномерные, гравелитистые, 2 – пески мелкосреднезернистые,
 3 – алевриты, 4 – глины, 5 – глины углистые, 6 – глины запесоченные, 7 –
 глины алевритистые; 8–10 – границы: 8 – стратиграфических
 подразделений, 9 – фациальные, 10 – внутрифациальные

Последние обычно сложены «пастиловидными» алевритами, в которых чередуются тонкие светлые и темные слойки. Последние содержат углефицированные органические остатки (УРО). Линзы глин мощностью до 2–3 м отмечаются в верхних частях разрезов. Глины обычно темно-серого до черного цветов и обогащены аллохтонной органикой.

Литология и фации лагунно-морской зоны

К северу от поля развития континентальных отложений расположена обширная лагунно-морская зона (IV), сложенная преимущественно песчаными отложениями, среди которых отмечаются линзы глин иллит-каолинитового состава. В них определена морская фауна фораминифер: *Miliammina mitlinkae* Dain, *Ammodisens* sp., *rhaboldamina* sp., *gentienlina* sp., Отмечаются споры мхов и папоротников. Преобладают папоротники семейства *Gleicheniaceae* видов *Gleichenia triplex* Balch [Хожайнов, 1979]. К

рассматриваемой зоне приурочено большинство месторождений и проявлений керамических глин (см. рис. 6.1).

Наибольшую площадь в этой зоне занимают мелкозернистые, тонко-мелкозернистые пески, реже алевриты. Пески слабо слюдистые, в различной степени глинистые, содержат незначительную примесь глауконита, сидерит, УРО, количество которых уменьшается с юга на север. Эти пески формировались при умеренном гидродинамическом режиме (IVB). В застойных участках (IVA) образовались песчаные, алевритистые слабо слюдистые глины или алевриты (рис. 6.5), содержащие УРО. Возможно, это образования опресненных лагун, формирующихся перед фронтом трансгрессирующего моря. В отдельных скважинах разрезы представлены тонким переслаиванием алевритов и глин, что связано переменной гидродинамической активностью моря.

В полосе г.г. Малоархангельск-Ливны-Елец, севернее поля мелкозернистых песков, развиты разномзернистые кварцевые пески с редкими зернами глауконита и углефицированными остатками. Пески крупно- и грубозернистые с подчиненным количеством мелкозернистой и глинистой фракций. Формирование пород происходило в условиях повышенной гидродинамической активности (зона IVB). Мощности песков колеблются от 13 до 17 м, в случае размыва они значительно меньше.

В этой зоне происходило формирование керамических глин в условиях спокойного гидродинамического режима. Здесь по данным работ [Андреенков, Савко, 2006; Крайнов, 2014; 2016] отложения апта делятся на 3 толщи – нижнюю, среднюю и верхнюю (см. рис. 6.5). В нижней развиты серые, светло-желтовато-серые, пепельно-серые, кварцевые, глинистые слюдистые пески. В средней преобладают глины светло-серые, темно-серые, неравномерно пятнистые за счет буровато-желтых, бурых, вишнево-красных, фиолетовых пятен "ожелезнения", придающих "мраморовидный" облик глинам. Они пропитаны гидроокислами железа, плотные, жирные, умеренно-пластичные, участками песчаные, алевритистые. Доля обломочной

примеси увеличивается в верхней части толщи. Верхняя толща сложена серыми, светло-серыми, слабослюдистыми, глинистыми песками с линзами серых глин, в кровле – с прослоями и линзами кварцитовидных песчаников.

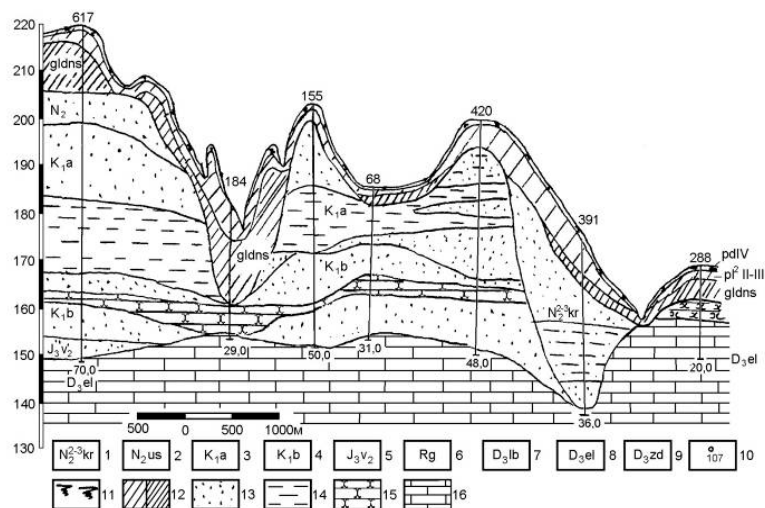
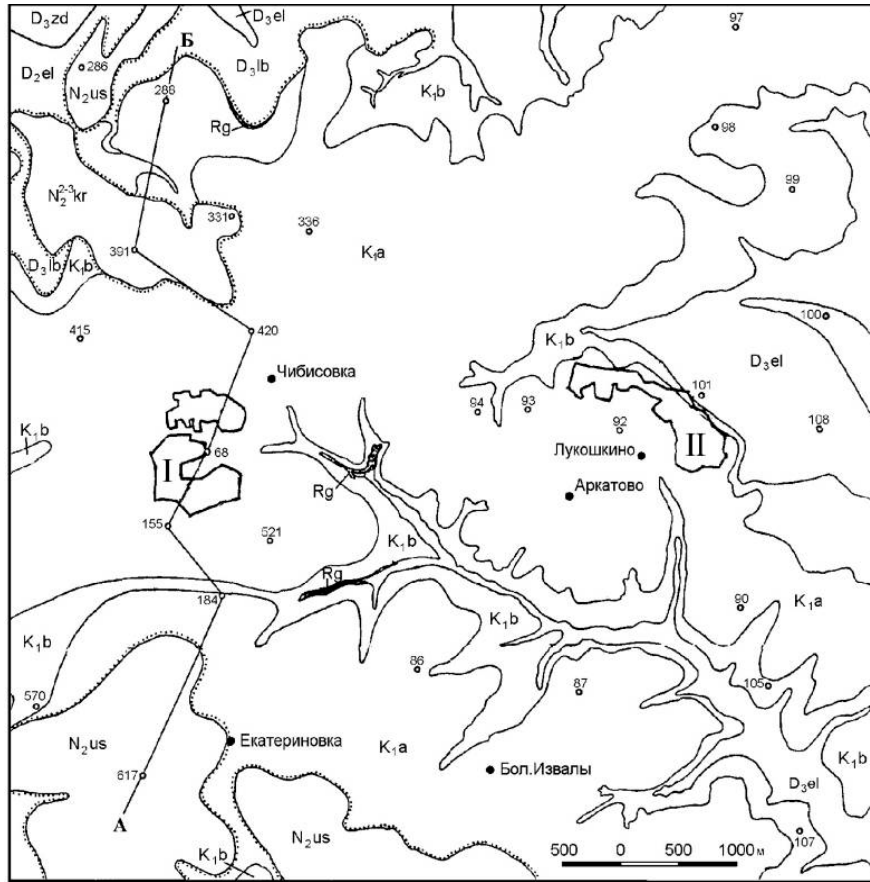


Рисунок 6.5 – Геологическая карта и разрез Чибисовско-Лукошкинской перспективной площади: [по Андреев, Савко, 2003]. Условные обозначения к карте: 1 – кривоборская свита (пески, глины); 2 – усманская свита (пески); 3 – аптский ярус (пески, песчаники, глины); 4 – барремский ярус (пески,

глины); 5 – средневожский подъярус (глины, пески); 6 – рудный горизонт (бурые железняки); 7 – лебедянский горизонт (известняки); 8 – елецкий горизонт (известняки); 9 – задонский горизонт (мергели, известняки); 10 – скважина и ее номер. Месторождения тугоплавких глин: I – Чибисовское; II – Лукошкинское. Условные обозначения к разрезу: 11 – почвенно-растительный слой; 12 – суглинки: а – покровные, б – моренные; 13 – пески; 14 – глины; 15 – песчаники; 16 – известняки

Глинистая толща апта разделяется на две пачки [Андреенков, 2000; Савко и др., 2001]: верхнюю и нижнюю. Верхнюю пачку слагают красновато-бурые, красные, реже серые, пятнистые, плотные, жирные, полукислые глины, с маломощными линзочками глинистых песков и алевроитов, умеренно пластичные, грубодисперсные и дисперсные. Крупнозернистых включений в них (обломки железистого песчаника) не более 5%, чаще – 1,0–1,7%, песчаных фракций не более 11%. Величина суммарных остатков на сите 0,06 мм изменяется от 0,7 до 29,3%, преобладает 7,0–12,5%. Нижняя пачка представлена серыми, светло-серыми и фиолетовыми тонкодисперсными глинами, содержащими

Содержание фракций менее 0,005 мм свыше 60%, фракции 0,006–0,01–от 22 до 30%. Выделяются 4 типа глин [Андреенков, 2000]: I – светло-серые, серые, пятнами окрашенные в розовый, красный и вишневые цвета за счет ожелезнения, плотные, среднепластичные, тонкодисперсные; II – светло-серые, серые, с значительным содержанием гидроокислов железа в виде прожилок, охристых стяжений и пятен красного, вишневого и розового цветов, пластичные, плотные, участками рыхлые, среднедисперсные с малой примесью песка; III – пестрой окраски, от серой до красновато-бурой и вишневой, неоднородные по пластичности, умеренно- и малопластичные, запесоченные и грубодисперсные; IV – равномерно окрашенные в желтые, коричневые, бурые цвета, рыхлые, умереннопластичные, грубодисперсные, с примесью песка. Первые два типа характерны для нижней пачки

глиноносной толщи, два другие слагают, в основном, верхнюю пачку, хотя отмечается незначительное количество тех или иных типов, как в верхней, так и в нижней пачках. Каждый из них соответствует определенной фациальной обстановке осадконакопления, имеет различные соотношения химического и минерального состава, что определяет выделение различных типов глин.

Литология и фации прибрежно-морской зоны

Севернее широты Липецка в прибрежно-морской зоне формировались прибрежно-морские пески с изменчивым гранулярным составом, как по разрезу, так и площади. Для них характерна разнонаправленная мульдообразная и пачечная косая слоистость. Пески отличаются хорошей сортировкой зерен, в них повышены содержания тяжелых минералов. В песках преобладают косые серии с направлением вытянутых косых слойков в разные стороны, а также с мелкой мульдообразной и «пучковидной» слоистостью, часто усложняющей слоевые поверхности в песках с первыми двумя типами слоистости.

Именно для песков с мелкой мульдообразной слоистостью характерно высокое содержание тяжелых минералов (Волчинская россыпь), которые сосредоточены преимущественно во фракции 0,25–0,1 мм. Участки с повышенным содержанием тяжелых минералов в одних случаях разобщены в плане глинистыми песками, в других – песками с высокими содержаниями фракций крупнее 0,25 мм. Россыпи с содержаниями Zr-Ti минералов залегают в виде вытянутых линзовидных тел шириной от 0,5 до 3 км и протяженностью от 1 до 3 км. Общая ширина полосы распространения рудоносного пласта, в которой встречены линзы длиной до 4 км и концентрацией полезных минералов более 10 кг/м³ [Савко и др., 2011].

Литология и фации мелководно-морской зоны

Она протягивается от Брянской области, охватывает широкой дугой северо-восточные районы Орловской, занимает самые северные районы Липецкой и всю Тамбовскую области (см. рис. 6.1). Зона представлена

кварцевыми мелкозернистыми песками с редкими крупными и гравийными зернами кварца. Преобладают фракции менее 0,25 мм, составляющие в сумме 60–80%. В обнажениях наблюдается разнонаправленная косая слоистость с косыми сериями слоев мощностью до 40 см, чередующимися с горизонтально-слоистыми сериями мощностью до 20 см. В некоторых сериях отмечается косая перекрестная слоистость. Пески содержат глинистую примесь в рассеянном виде или в виде тонких прослоев. На самом севере территории пески имеют зеленовато-серую окраску за счет примеси глауконита. В глинах, а иногда и песках отмечаются редкие УРО.

В Орловской области аптские отложения представлены тонко- и мелкозернистыми песками, нередко горизонтально-слоистыми, содержащими разные количества глауконита, слюдистыми, в различной степени глинистыми, с маломощными пластами глин, приуроченных к низам разрезов. В отдельных участках отмечаются разнозернистые пески с гравием в подошве. Такой участок наблюдается в районе г. Севска, где разрез аптского яруса представлен разнозернистыми песками, отлагавшимися в условиях среднего гидродинамического режима (ШБ). В пределах рассматриваемой зоны отмечаются линзы темно-серых запесоченных глин, формировавшихся в западинах морского дна ниже иловой линии. Глины имеют существенно каолиновый состав, содержат углефицированные пиритизированные остатки.

На северо-востоке территории значительное развитие получают слюдистые алевролиты, в верхних частях разрезов переходящие в алевритовые глины. Алевролиты содержат УРО, количество которых увеличивается одновременно с укрупнением размеров зерен. Вероятно, это результат воздействия течений. На обширной площади зоны встречаются участки, где мелкозернистые пески замещаются среднезернистыми, а иногда и разнозернистыми слюдистыми песками с примесью глауконита, отмечающегося не во всех разрезах.

На территории Тамбовской области рассматриваемая зона сложена серыми и темно-серыми мелко- и тонко-мелкозернистыми кварцевыми слюдистыми глинистыми песками с глауконитом (ПБВ-ПА) и примесью зерен полевого шпата (5–7%). Содержание глауконита колеблется в широких пределах, а в некоторых разрезах этот минерал становится породообразующим. В песках отмечается тонкая горизонтальная слоистость, подчеркнутая распределением глауконита и глинистого материала. Мощность апта здесь колеблется от 22 до 38 м.

На отдельных участках в основании аптской толщи встречаются темные до черных алевритистые глины с присыпками слюды по плоскостям напластования, иногда с желваками фосфоритов, а также темно-серые алевриты с линзами и прослоями песка, сильно слюдистые, содержащие остатки мелкой морской фауны. К северу от г. Тамбова имеются участки, где грубая часть разреза находится внизу, а глины и алевриты – вверху. На ограниченных участках аптская толща сложена целиком серыми песчаными глинами. К юго-востоку от Тамбова на обширном подводном поднятии развиты разномелкозернистые, от мелко- до крупнозернистых, глауконитово-кварцевые, слюдистые пески со значительной глинистой примесью, сформированные в условиях среднего и активного гидродинамического режима (зона ПБВ-ПА). Глины в этой зоне имеют ограниченное распространение, что ограничивает возможности поисков их керамических разновидностей.

Таким образом, аптские отложения представлены различными по генезису отложениями. С образованиями возвышенной аллювиальной равнины связаны огнеупорные глины латненского типа. Значительную роль в пределах возвышенной аллювиальной равнины играло «дозревание» вещества в условиях теплого гумидного климата при наличии значительного количества органического вещества [Савко, Михин, 2000]. Поэтому песчаные породы имеют почти мономинеральный кварцевый состав, а в глинах резко повышены количества каолинита и в них может присутствовать гиббсит.

В низовьях аллювиальной равнины по сравнению с её приподнятой частью процессы «дозревания» глинистого вещества были менее интенсивны из-за высокого уровня стояния грунтовых вод. Поэтому трансформации кристаллических решеток неустойчивых в восстановительно-кислой среде таких минералов как иллит и монтмориллонит были широко проявлены. Как следствие это вело к образованию огнеупорных глин криушанского типа с повышенными содержаниями смешанослойных минералов типа монтмориллонит + каолинит, монтмориллонит + иллит [Савко, 1987; Бушинский, 1977]. Они менее качественные по сравнению с латненскими, поскольку их огнеупорность ниже. Песчаные породы в обоих месторождениях имеют практически мономинеральный кварцевый состав. При наличии алеврито-песчаной примеси в глинах, они из огнеупорных превращаются в керамические полукислые и кислые разновидности, несмотря на процессы «проточного диагенеза».

К лагунно-морским отложениям приурочены тугоплавкие керамические глины. Они имеют иллит-каолинитовый состав, формировались за счет размыва КВ и материала их переотложения в источниках сноса. В благоприятных для осаждения глинистых илов обстановках лагунно-морской зоны образовалось большинство месторождений и проявлений керамических глин. Поэтому их поиски следует сосредоточить в этой зоне и работы в этом направлении уже привели к положительным результатам [Крайнов, 2015].

Керамические глины наиболее изучены в местах их приповерхностного залегания, где вскрываются эрозионными процессами и добываются. Вместе с тем фациальный анализ позволил выявить значительные поля развития пластов глин в пределах лагунно-морской зоны на юго-западе рассматриваемой территории, перекрытых на водоразделах осадочными породами мощностью в первые десятки метров. В связи с внедрением новых технологий разработки рыхлых полезных ископаемых при гидроскважинной добыче, эти глины после поисково-разведочных работ могут быть вовлечены

в промышленную разработку с минимальными экологическими последствиями.

6.2. Минеральный состав глин

В пределах рассматриваемого региона аптские глины формировались в различных фациальных условиях. Источниками сноса при этом служили более древние породы эрозионно-денудационной равнины, что показано на палеогеоморфологической карте (см. рис. 4.7). Её использование позволяет проследить историю глинистых минералов от источников сноса к различным обстановкам седиментации.

Минеральный состав глин возвышенной аллювиальной равнины, где расположены месторождения огнеупорных глин, рассмотрен в ряде работ [Бортников и др., 2008; 2008; 2012; Савко, Крайнов, 2015; Крайнов, 2016]

Краткая характеристика минерального состава глин низовьев аллювиальной равнины приведена с использованием работ по Криушанскому месторождению [Савко, 1990; Савко и др., 2011; Савко и др., 2011]. В основу характеристики глин лагунно-морской зоны положены данные А.В. Крайнова. Используются немногочисленные материалы из ранних работ по Лукошкинскому и Чибисовскому [Андреенков, 2000; Андреенков, Савко, 2003].

В фациях прибрежно-морской зоны иловый материал сбрасывался в более глубокие части морского водоёма и поэтому глинистые отложения в пляжевых обстановках не образуются. В мелководно-морской зоне глины содержат детрит тонкостенной фауны, зерна глауконита и имеют полиминеральный состав с иллитом, каолинитом и монтмориллонитом [Савко, 1988]. Эти глины нами не рассматривались, поскольку не могут быть керамическим сырьём из-за их минерального состава.

Источниками сноса для аптских отложений служили палеозойские и в меньшей степени – юрские и неокомские породы. Одним из поставщиков

терригенного материала были пролювиально-делювиальные кварц-каолиновые породы мамонской толщи среднефранско-фаменского возраста (D₃), детально охарактеризованные в главе 4. Протоисточником каолинита послужила девонская КВ гранитоидов, сланцев и гнейсов, занимавшая более 80% ее поверхности [Савко, 1988].

Северная граница распространения мамонской толщи почти совпадает с южной границей развития аптских отложений. По данным [Савко, 1988] глинистые породы юры и неокома имеют иллит-каолинитовый состав, а местами неокомские отложения, на которых с глубоким размывом, вплоть до девона, залегают аптские пески, полностью каолинизированы.

Породы мамонской толщи, содержащей вторичные каолины, в аптское время вместе с другими отложениями слагали эрозионно-денудационную равнину, при размыве которой рыхлый материал транспортировался на аллювиальную, лагунно-морскую и мелководно-морскую равнины (см. рис. 4.7). Эрозионно-денудационная равнина сформировалась в результате контрастного поднятия антеклизы в конце неокома-начале апта, приведшего к возникновению расчлененного рельефа суши с серией речных долин, протягивающихся с юга на север и северо-восток.

Верховья аллювиальной равнины располагались северней эрозионно-денудационной равнины и примыкали к Павловскому выступу кристаллического фундамента и своду антеклизы. Врезы долин в коренные породы достигают 30–40 м. Долинный комплекс аллювиальных отложений имеет двучленное строение. Нижняя часть сложена разномерными гравийными песками, верхняя – пойменными тонкозернистыми песками, алевритами и глинами. На площади, примыкающей к эрозионно-денудационной равнине, верхняя часть разреза отсутствует. Общее поле развития глинисто-алевритово-песчаных отложений образовалось в результате слияния изолированных речных долин перед трансгрессией морского бассейна, расположенного на севере региона. Полные мощности отложений колеблются от первых до 40 м, преобладающие – 15–20 метров. К

рассматриваемому типу рельефа приурочены месторождения огнеупорных глин латненского типа.

Минеральный состав глин возвышенной аллювиальной равнины

По данным дифрактометрии фракции размерностью менее 0,005 мм в составе изученных глин ЛМ преобладает каолинит, присутствует примесь монтмориллонита, гиббсита, иллита, смешанослойного минерала [Савко и др., 2011]. Соотношение минералов приводится в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Процентные соотношения глинистых минералов во фракции менее 0,005 мм по [Савко, Михин, 2000].

№	Карьер	Номер пробы	Монтмориллонит	Иллит	Каолинит	Гиббсит	Сорт
1	Стрелица Ближняя	158	20	-	80	-	ЛТО
2	Белый Колодец	160	15	-	80	5	ЛТ1
3	Белый Колодец	163	15	-	85	-	ЛТ2
4	Белый Колодец	172	10	Сл.	85	5	ЛТ3
5	Стрелица Ближняя	171	10	Сл.	90	-	ЛТПК
6	Средний	169	10	-	90	-	ЛТК
7	Волхновка	8	-	15	85	-	ЛТК

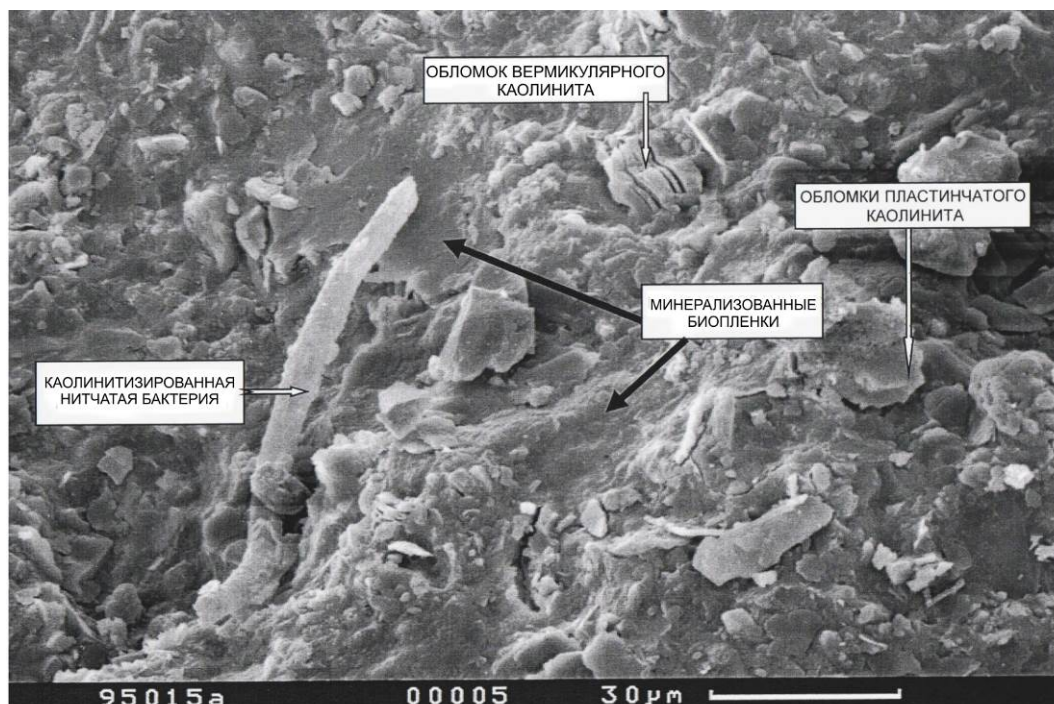
В глинах содержится кварц и углистое вещество, соотношение которых варьирует в широких пределах, особенно при переходах глин в глинистые пески и лигниты. В незначительных количествах имеются сульфиды, оксиды железа и титана. Гиббсит определяется только дифрактометрическим, а каолинит, монтмориллонит и иллит как микроскопическим, так и микронзондовым методами. Состав глинистых минералов по площади месторождения меняется.

Наиболее чистые каолиновые глины (содержание иллита и монтмориллонита составляет первые проценты, незначительная примесь гиббсита) отмечены в карьере Стрелицкий. Глины из карьеров Ендов Лог и Средний характеризуются заметным содержанием монтмориллонита (до

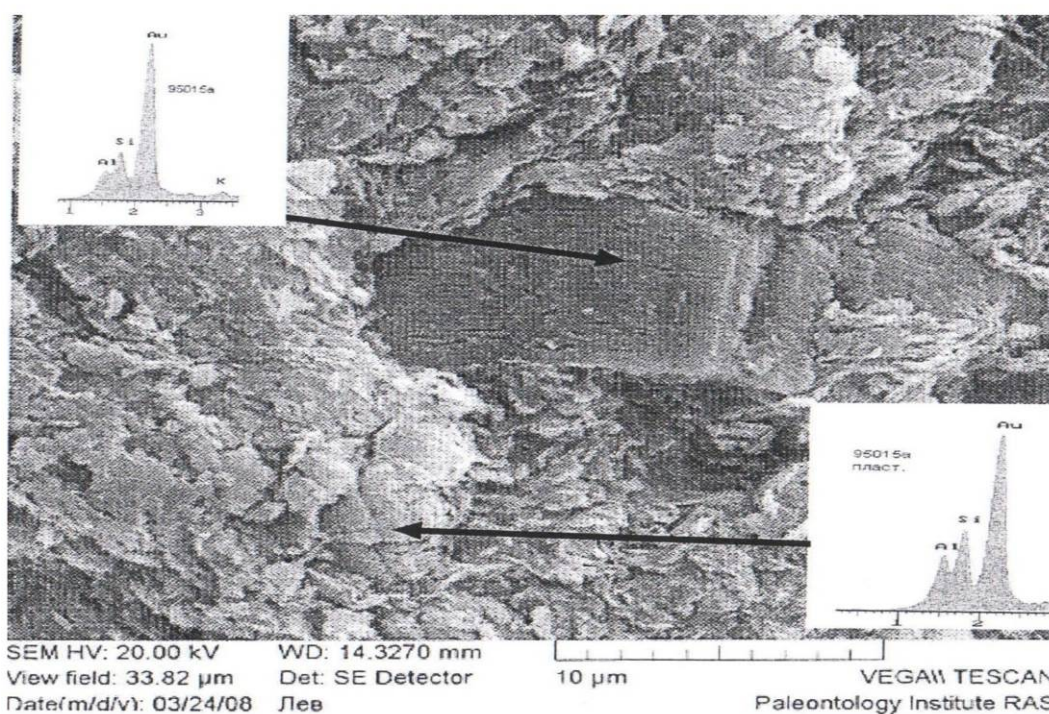
30%), в отдельных случаях присутствуют неупорядоченно смешанослойные образования [Савко и др., 2011]. К западу и северу от ЛМ глины аптского яруса имеют иллит-каолинитовый состав.

В результате проведенных методом СЭМ исследований (рис. 6.6) установлено, что минеральное вещество латненских глин состоит из двух фаз – кристаллической, и биоморфной, отмечаются тонкодисперсные образования. Эти фазы (в тех или иных соотношениях) формируются последовательно и (или) одновременно и могут переходить одна в другую. Кристаллическая фаза глин представлена терригенными минералами – обломками вермикулярного каолинита, кварца, полевого шпата и др., а также аутигенными – каолинитом, монтмориллонитом, гибб-ситом. Тонкодисперсные образования отображаются на электронно-микроскопических снимках в виде пленок. Пленки присутствуют во всех изученных пробах и характеризуются плоскими, бугорчатыми и гребневидными поверхностями. Часто они разбиты трещинами усыхания на отдельные фрагменты, образующие мозаичную картину. По трещинам отмечено завертывание рваных краев пленки. Судя по морфологическим признакам пленок можно предположить, что они развивались, в частности, по древесине (плоские, бугорчатые) и гелевидному веществу (гребневидные). Встречаются многослойные пленки. Содержание тонкодисперсных образований значительно. При «распускании» глин в воде образуются стойкие коллоиды. Биоморфная фаза представлена минеральными псевдоморфозами по древесине и минерализованными бактериальными формами [Розанов, 2003; Савко и др., 2011]. Всё это свидетельствует о процессах изменения глин в постседиментационных процессах.

Следует отметить невыдержанность глин по составу в разрезе, частую смену их разновидностей, обусловленную меняющейся примесью кварцевого и углистого материала. Почти мономинеральный каолинитовый состав.



А



Б

Рисунок 6.6 – Общий вид глины Латненского месторождения (А), аутигенный вермикулярный каолинит в массе обломочного пластинчатого каолинита (Б) [Савко и др., 2011]

огнеупорных глин обусловлен процессами «проточного» диагенеза полиминеральных глин, хотя и с преобладающей каолиновой компонентой, в

пределах аллювиальной равнины в восстановительно-кислых условиях старичных болот, богатых органикой [Савко, Михин, 2000].

По направленности этот процесс сходен с процессами выветривания, при которых происходит вынос щелочей, щелочноземельных элементов, кремния силикатов. При «проточном» диагенезе также мигрирует железо, приобретающее подвижность в при переводе из трех в двухвалентную форму огнеупорных глин обусловлен процессами «проточного» диагенеза полиминеральных глин, хотя и с преобладающей каолиновой компонентой, в пределах аллювиальной равнины в восстановительно-кислых условиях старичных болот, богатых органикой [Савко, Михин, 2000]. По направленности этот процесс сходен с процессами выветривания, при которых происходит вынос щелочей, щелочноземельных элементов, кремния силикатов. При «проточном» диагенезе также мигрирует железо, приобретающее подвижность в при переводе из трех в двухвалентную форму

Минеральный состав глин низовьев аллювиальной равнины

Изучен дифрактометрическими методами в образцах глин, вскрытых буровыми скважинами на Криушанском месторождении. Особенностью минерального состава пелитов является наличие помимо основных каолинита и иллита, унаследованных из источников сноса, смешанослойных минералов иллит + монтмориллонит, монтмориллонит + каолинит. Эти минералы образуются путем трансформационных преобразований кристаллических структур иллита и монтмориллонита.. Аллотигенный каолинит, устойчивый при рН ниже 7, не преобразуется.

Монтмориллонитовые пакеты в кристаллической решетке иллита формируются в кислой среде при выщелачивании катионов калия. На дифрактограммах (рис. 6.7) такие структуры характеризуются выполаживанием рефлекса 001 в сторону малых углов, появлением дополнительных отражений в области 11,1–11,3 Å и характерного рефлекса монтмориллонита 18 Å в насыщенном глицеринном образца.

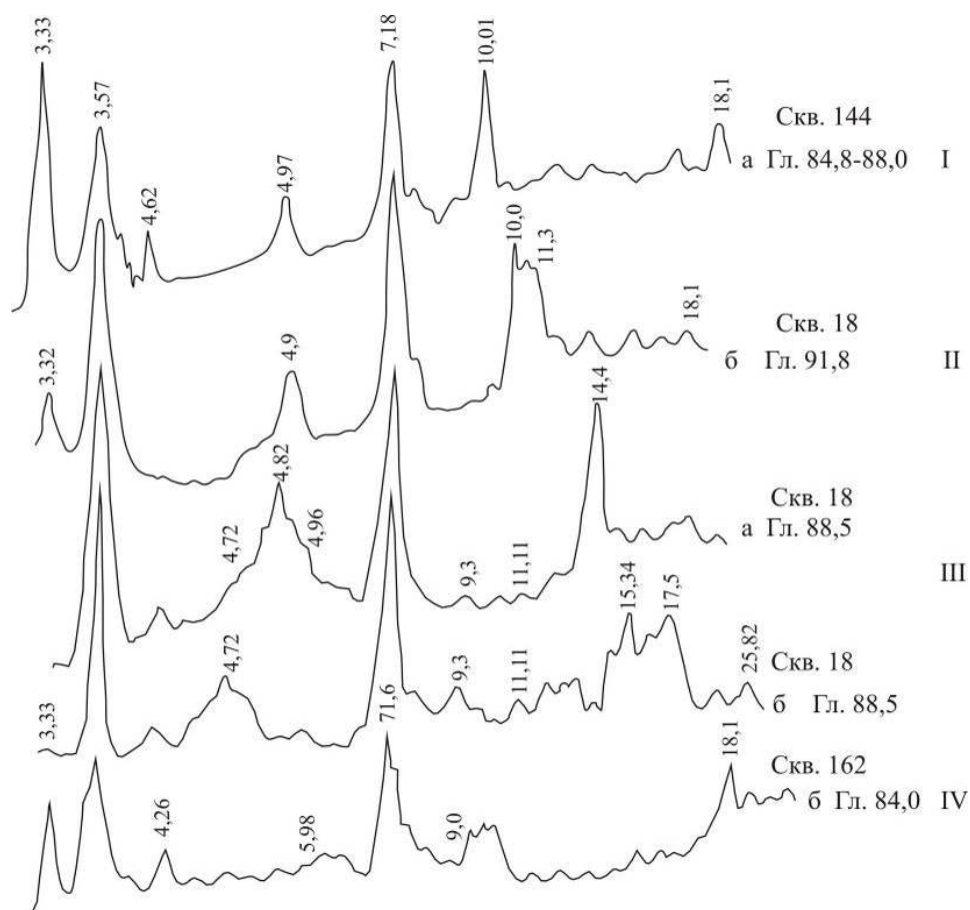


Рисунок 6.7 – Диффрактограммы глин Криушанского месторождения: а-воздушно-сухие образцы, б-насыщенные глицерином. По [Савко, 1988]

Дальнейший этап разложения иллита – появление смешанослойного минерала монтмориллонит-каолинит, заметно распространенного в осадочных породах [Котельников, Конюхов, 1986; Крайнов, 2016]. По данным этих работ основной критерий каолинит – монтмориллонитовых образований на кривой воздушно-сухого образца – рефлекс больший или равный $7,2 \text{ \AA}$, увеличивающийся после насыщения образца глицерином. При этом резко возрастает интенсивность совмещенных рефлексов 002 каолинита и 005 монтмориллонита. Конечным результатом разложения смешанослойных минералов и синеза является новообразованный каолинит. Нередко отмечаются гипс и тонкокристаллический кварц, образовавшиеся при «промывном» диагенезе [Бушинский, 1977]. Широкое развитие трансформационных минералов в криушанских глинах

свидетельствует о меньшей интенсивности этого процесса в них по сравнению с проявленными на ЛМ.

Минеральный состав глин лагунно-морской зоны

Он изучен по образцам из разрезов Лукошкинского, Чибисовского, Малоархангельского, Большекарповского месторождений, а также ряда проявлений керамических глин, открытых автором. Кроме того, учтены данные других исследователей, в том числе из совместных работ

В иммерсионных препаратах агрегаты глинистых частиц имеют изометрично-чешуйчатую, пластинчато-листовидную, щепковидную формы. На электронномикроскопических снимках (рис. 6.8) виден каолинит с примесью иллита.

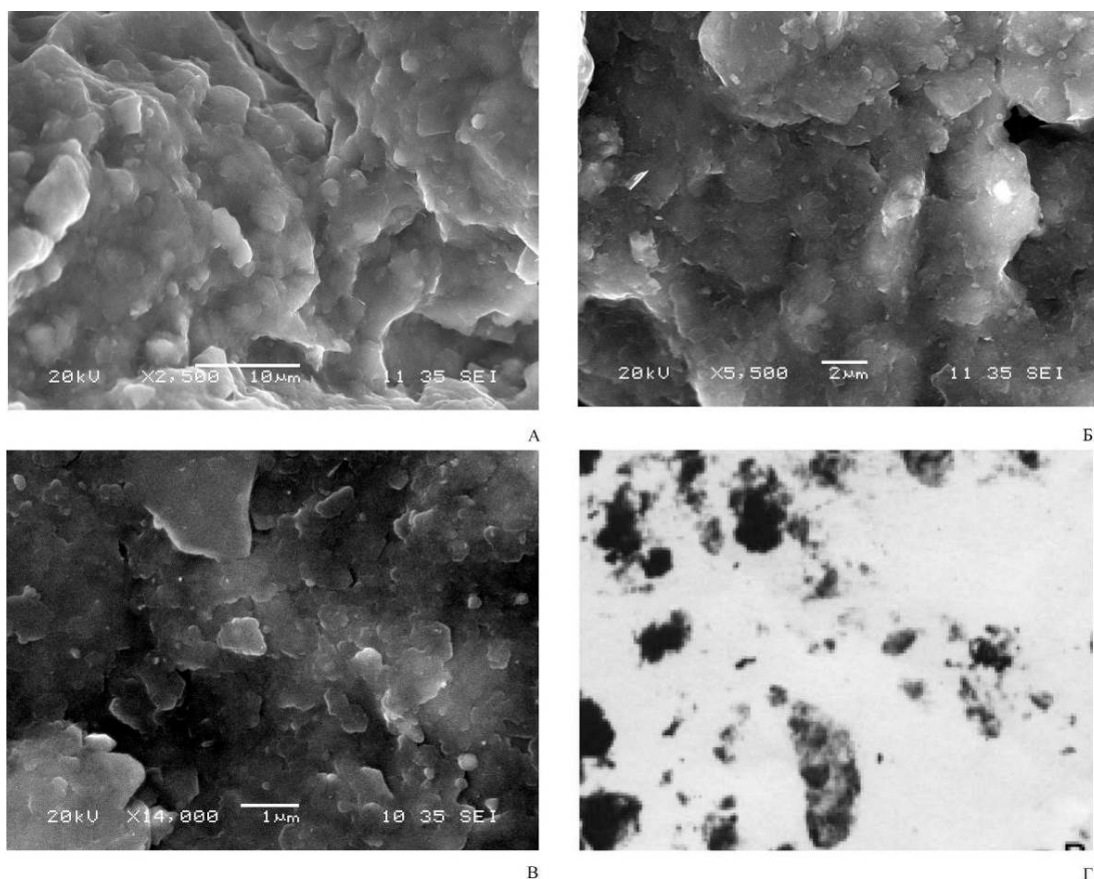


Рисунок 6.8. – Электронномикроскопические снимки кристаллов каолинита Лукошкинского месторождения (увеличение: А-2500х, Б-5500х, В-14000х Г – 10000х). Рисунок Г – полупрозрачные чешуйки иллита (по материалам [Андреенков, Савко, 2003])

Каолинит наблюдается в округлых формах со слабо выраженными псевдогексагональными очертаниями, а иногда с изменением псевдогексагональных пластинок, что выражается в расплывчатости их контуров, появлении зазубрин. Для этого минерала характерны два типа изменений: 1 – обломанность и появление зазубрин с четкими контурами, 2 – расплывчатость границ пластинок, "сглаживание" углов, приобретение зазубрин с нечеткими контурами [Крайнов, 2012]. Первый тип изменений обусловлен транспортировкой минерала от источника сноса в бассейн, а второй – воздействием изменившейся среды бассейна, поскольку каолинит устойчив в кислых средах, а в морских щелочных условиях становится неустойчивым [Котельников, Конюхов, 1986].

На дифрактограммах фракции менее 0,005 мм тугоплавких глин (рис. 6.9) четко выражены рефлексы каолинита 7,18; 3,56 Å и диоктаэдрической полиморфной разновидности иллита.

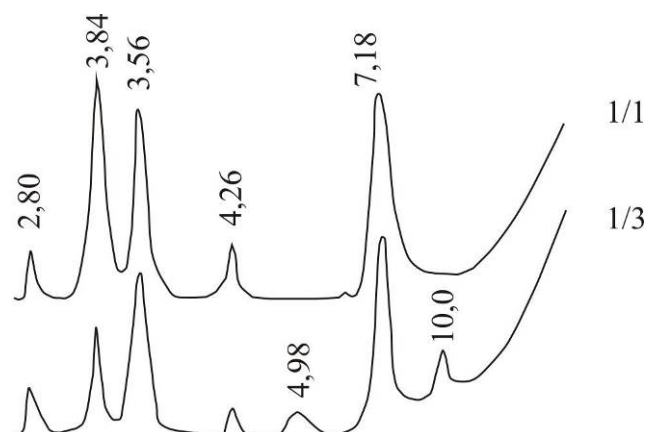


Рисунок 6.9 – Дифрактограммы аптских глин Лукошкинского месторождения

Последняя определяется по широким ассиметричным отражениям d , равным 10,1 Å, изменяющим свое значение при насыщении образца глицерином до 9,8–9,96 Å, и 5,0 Å, уменьшающимся до 4,96 Å в насыщенном состоянии.

Уменьшение значения d в иллите при насыщении глицерином может свидетельствовать о наличии в ее структуре незначительного количества

пакетов смешаннослойного минерала иллит+монтмориллонит. Следы последнего устанавливаются на дифрактограммах по незначительным рефлексам (18 Å) в насыщенных глицерином образцах [Андреенков, Савко, 2003].

Интенсивность рефлексов каолинита по разным образцам глин различна, что указывает на изменяющееся его количество. Плохая окристаллизованность каолинита и структурная неупорядоченность по оси «b» отличает его от каолинита огнеупорных глин Латненского месторождения [Савко, Михин, 2000; Савко и др., 2001; Савко и др., 2011] и, вероятно, является следствием осаждения глинистых частиц в щелочной морской среде. В этих условиях и происходит разупорядочивание структуры каолинита, на что указывает расплывчатость контуров его пластинок. В отличие от каолинита, окристаллизованность иллита проявлена лучше, о чем свидетельствует большое количество хорошо выраженных рефлексов.

В целом, в глинах на долю глинистой фракции приходится 56%. Содержание каолинита в этой сумме колеблется от 30 до 72%, в среднем 54–60%, иллита – от 20 до 50%, в среднем 32–36%, монтмориллонита – от 0 до 20%, в среднем 6–10%. Отмечается незначительное количество тонкораспыленного углистого вещества. Содержание псаммито-алевритистой фракции (остаток на сите 0,005 мм) в среднем по глинам составляет 44%. Она состоит преимущественно из кварца, содержание которого колеблется от 25,4 до 100%, (среднее 68,6%). Отмечается примесь полевых шпатов от 4,0 до 10,8% (8,4%), лимонита от 0,4 до 19,6% (2,7%), халцедона от единичных знаков до 1,4% (1,0%), реже слюд – до 3,6%, карбонатов – до 1,0%). В единичных знаках отмечается циркон, рутил, ильменит, гранат, дистен, лейкоксен, ставролит, марганцевые минералы.

На электронномикроскопических снимках глин Чибисовского и Большекарповского месторождений морфология частиц каолинита и иллита (рис. 6.10) схожа с вышеописанной для Лукошкинского и резко отличается от таковой для огнеупорных разностей (см. рис. 6.6). Дифрактометрический

анализ проб показал, что минеральный состав глин иллит-каолинитовый (каолинит – 75–80%, иллит – 25–20%) (рис. 6.11). Он выдержан по всей толще, меняются только процентные соотношения этих минералов в зависимости от количества примеси кварца. Этот состав глин выдержан на всей территории развития лагунно-морских фаций. Меняется только соотношение глинистой и кварцевой компонент. Так на дифрактограмме глины из Малоархангельского месторождения (см. рис. 6.11) помимо рефлексов каолинита и иллита отмечаются отражения кварца, свидетельствующие о его примеси.

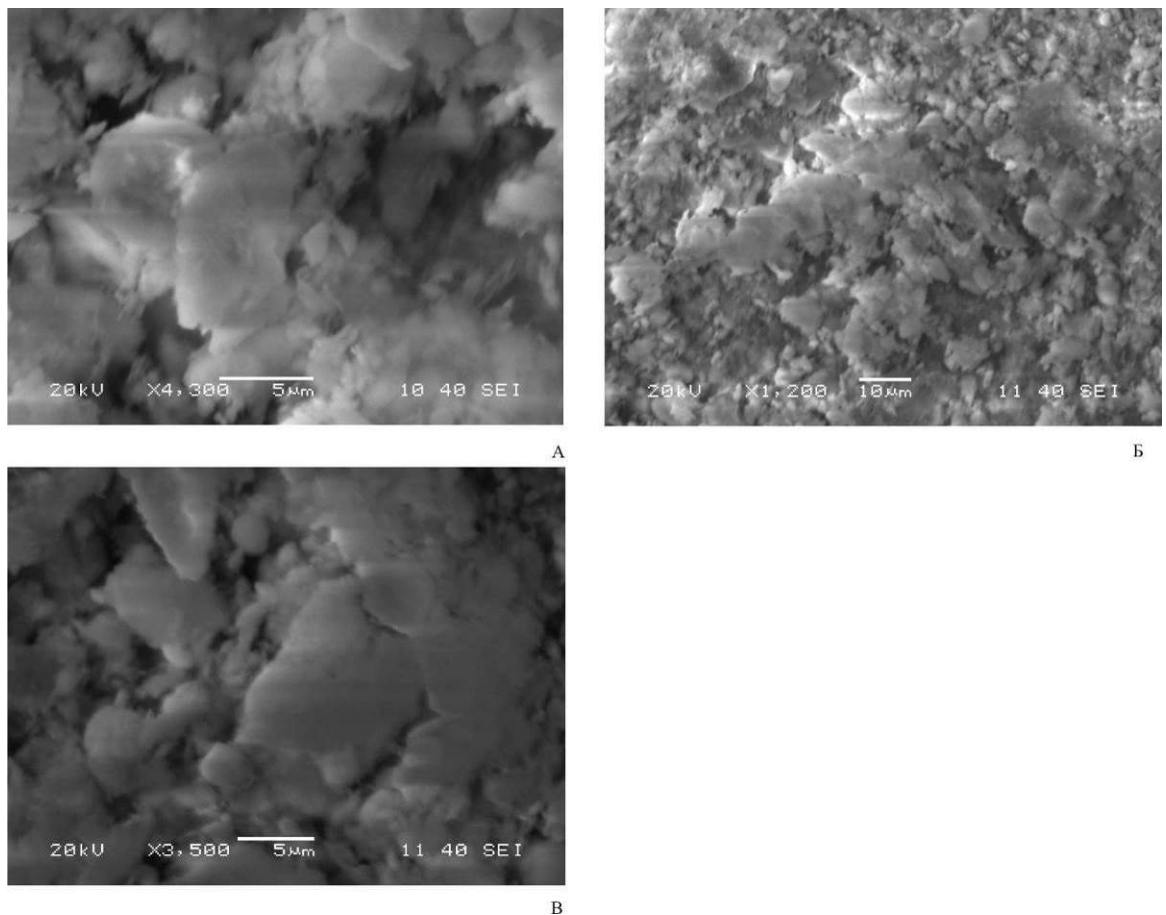


Рисунок 6.10 – Электронномикроскопические снимки каолинита Большекарповского месторождения (увеличение: А-4300х, Б-1200х, В-3500х)

Таким образом, глинистые минералы из пород лагунно-морской зоны имеют иллит-каолинитовый состав, унаследованный от образований источников сноса. Изменения каолинита в щелочной среде связаны с дроблением его кристаллов и некотором разупорядочивании структуры. Изменений для иллита не наблюдается.

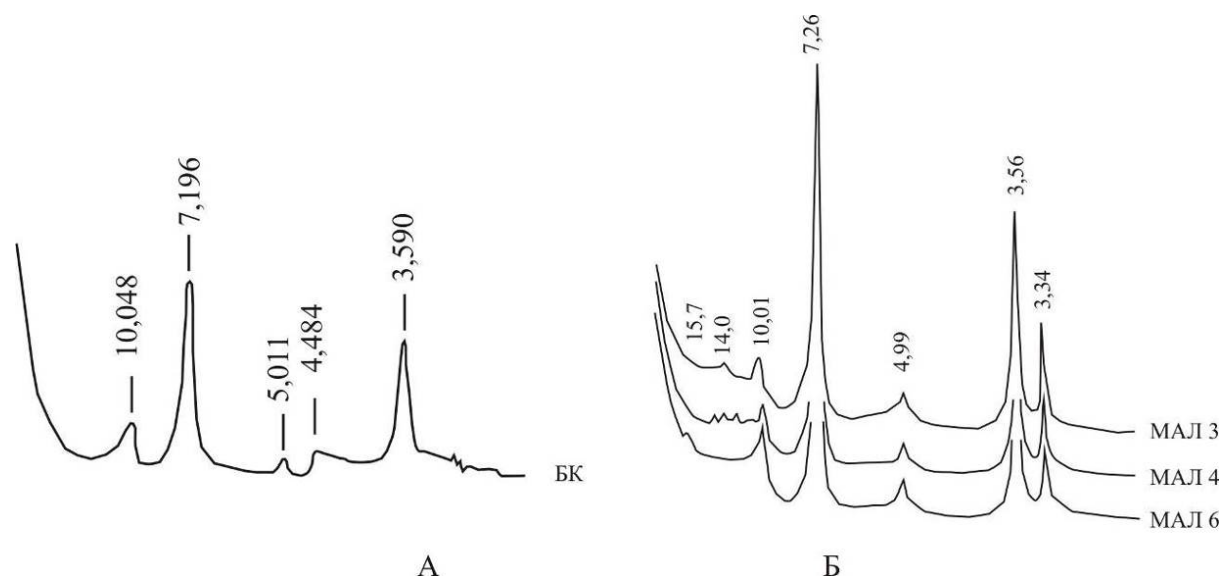


Рисунок 6.11 – Дифрактограммы глин месторождений Большая Карповка (А) и Малоархангельское (Б)

6.3. Химический состав глин

В зависимости от химического состава глин Латненского месторождения выделяются семь технологических сортов глин [Савко и др., 2004; Савко и др., 2001; Савко и др., 2011]. Их отнесение к тому или иному сорту определяется соотношением $Al_2O_3+TiO_2$ и SiO_2 , количеством железа, ухудшающим качество сырья. Носителями глинозема являются глинистые минералы и гиббсит, кремнезема – кварц и глинистая составляющая (силикатный кремнезём), железа – пирит, в незначительной степени оксиды железа, титана – ильменит, мелкие выделения которого всегда присутствуют в породе (табл. 6.2). Глины объединены в основные, полукислые и кислые сорта.

Глины объединены в основные, полукислые и кислые сорта.

1. Глины сортов ЛТ-О и ЛТ-1 пластичные с потерей при прокаливании 12–18%, содержащие на прокалённый вес 39–49% $Al_2O_3+TiO_2$ и менее 1,5% Fe_2O_3 , пригодные для изготовления шамотных изделий класса А высшего качества, относящиеся к первому особому или первому сортам. Эти наиболее чистые глины помимо каолинита содержащие монтмориллонит

и гиббсит, являются наиболее проработанными процессами «проточного» диагенеза в верховых болотах. Гиббсит увеличивает содержание глинозема в породе, а монтмориллонит является плавнем, способствующим созданию прочного черепка.

Таблица 6.2

Химический состав каолинистых глин (%). По [Савко и др., 2004].

	ппп	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	MnO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃
ЛТ-О	17,2	44,54	34,3	1,82	0,22	<0.1	0,62	0,32	0,001	0,87	0,034	<0.05
ЛТ-1	15,0	49,1	31,22	2,78	0,17	<0.1	0,51	0,41	0,002	0,73	0,027	<0.05
ЛТ-2	15,8	57,95	32,64	1,93	0,19	<0.1	0,39	0,26	0,003	0,76	0,026	<0.05
ЛТ-3	14,7	50,72	29,82	2,77	0,19	<0.1	0,49	0,39	0,001	0,83	0,036	<0.05
ЛТ-К	11,9	59,93	24,59	1,38	0,57	<0.1	0,33	0,23	0,009	0,93	0,027	<0.05
ЛТ-К	14,2	64,94	17,19	1,8	0,19	<0.1	0,53	0,25	0,003	0,81	0,039	<0.05
ЛТ-У	34,8	35,15	24,5	1,2	0,15	<0.1	2,52	0,31	0,007	1,16	0,046	0,08
ЛТ-У	38,3	31,08	25,33	1,17	0,16	<0.1	2,34	0,41	0,008	0,94	0,056	0,11

2. Пластичные с содержаниями не ниже 39% Al₂O₃+TiO₂ на прокаленное вещество, огнеупорностью 1690–1730⁰, спекающиеся при температуре 14000, пригодные для изготовления шамотных изделий класса Б, относящиеся к I-II сортам. В отличие от выше охарактеризованных глин в них имеется тонкодисперсный кварц, снижающий содержание Al₂O₃+TiO₂, и не всегда присутствует гиббсит

3. Пластичные слабо запесоченные, содержащие 30–35% Al₂O₃+TiO₂, имеющие огнеупорность 1670–1720⁰, не все спекающиеся при обжиге до температуры 1400⁰, пригодные для изготовления рядовых шамотных изделий класса Б, относящиеся к III сорту основных глин. Примесь кварца тонкопесчаной и алевритовой размерности ухудшает качество глин, уменьшая количество глинозема, не смотря на присутствие гиббсита. Последний является индикатором глубоко зашедшего процесса переработки неустойчивых в восстановительно-кислых условиях минералов. К ним, в первую очередь, относится иллит, один из основных компонентов глинистых пород в источниках сноса [Савко и др., 2004].

4. Пластичные запесоченные глины, содержащие 24–29% $Al_2O_3+TiO_2$ с огнеупорностью 1670–1720⁰, неспекающиеся при температуре 1400⁰, содержащие до 4% окиси железа, пригодные для изготовления полукислых изделий широко ассортимента, относящиеся к полукислым глинам I сорта. Характерной особенностью глин является практическое отсутствие иллита и монтмориллонита, преобразованные при «проточном» диагенезе в каолинит. Это отрицательно сказывается на плавлении глин при нагревании.

5. Малопластичные, сильно запесоченные, содержащие 18–25% $Al_2O_3+TiO_2$ с огнеупорностью 1670–1710⁰, дающие пористый черепок при обжиге до 1400⁰, пригодные для изготовления полукислых изделий широкого назначения, относящиеся к полукислым глинам II сорта. Они содержат больше кварца, чем полукислые глины первого сорта.

6. Малопластичные, сильно запесоченные, относящиеся к полукислым глинам III сорта и содержащие 15–18% $Al_2O_3+TiO_2$, с огнеупорностью 1670–1700⁰, несколько увеличивающиеся в объёме и дающие рыхлый черепок, пригодный для отощающей добавки и для получения рядовых полукислых изделий,.

7. Углистые с потерей при прокаливании 25–35%, содержащие $Al_2O_3+TiO_2$ 23–40% и больше, с огнеупорностью 1670–1730⁰, пригодные для производства шамотных изделий разнообразного назначения в зависимости от их состава и назначения. Особенностью углистых глин является постоянное присутствие гиббсита. Это свидетельствует о высокорекреационной среде осадка, богатого органикой.

По данным работ [Савко и др., 2004; Савко и др., 2011] прямой связи между минеральным составом глин и технологическим сортом не отмечено, поскольку на их сортность влияет содержание кварца, широко варьирующие в глинах месторождения. Лучшие основные сорта глин имеют каолинитовый состав, минимальную примесь кварца, содержат примесь гиббсита, увеличивающего содержание Al_2O_3 . Вместе с тем наличие монтмориллонита,

иллита и смешанослойных минералов повышает керамические характеристики глин.

Углистые глины (обр. ЛТ-У) отличаются от остальных анализируемых технологических сортов содержанием петрогенных оксидов и малых элементов, для них характерно более высокое содержание CaO, Fe₂O₃, P₂O₅, SO₃, более низкое – Al₂O₃, SiO₂, K₂O, TiO₂, близкое содержание Na₂O, MgO, MnO; более высокое Be, Mn, Σ (REE+Y), более низкое – Ti, Co, Ni, Cu, Rb, Zr, Nb, Sn, Sb, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Th [Савко, Михин, 2000].

Эта тенденция обусловлена фациальными условиями формирования различных технологических сортов огнеупорных глин. Углистые глины накапливались в пределах болотных ландшафтов за счет высокого содержания автохтонной растительности, количество органики могло достигать 50%. Акцессорные минералы, содержащие повышенные концентрации этих элементов, попадали в болотные условия в составе тонкого обломочного материала в небольшом количестве.

Каолинитовые глины, относящиеся к не углистым технологическим сортам, образованы в озерных и озерно-болотных условиях и характеризуются несколько более крупной фракционной размерностью обломочного материала, в составе которого находится основная часть тяжелой фракции (0,01–0,1 мм), представленной ильменитом, цирконом, рутилом [Савко, Михин, 2000]. Наличие органического вещества в составе не углистых технологических сортах глин обусловлено накоплением аллохтонной органики при формировании отложений. Именно более высокое содержание органики обусловило повышенное количество лантаноидов, иттрия, бериллия, марганца в углистых глинах, благодаря способности органики концентрировать эти элементы [Савко, Михин, 2000]. Вариации концентраций ряда элементов в остальных технологических сортах глин обусловлены различиями в содержании органики, различной сорбционной способностью глин, определяемая соотношением и количеством монтмориллонита, иллита и смешанослойных минералов.

На Лукошкинском и Чибисовском месторождениях все пробы по содержанию в них Al_2O_3 относятся к полукислым (28–14%), по количеству красящих оксидов (Fe_2O_3 и TiO_2) – с высоким (>3%) и средним содержаниями (1,5–3%). По химическому составу наиболее благоприятными для производства керамических изделий являются глины с содержанием SiO_2 65–75%, Al_2O_3 – 13–20%, Fe_2O_3 – 3–6%, CaO до 5%. Весьма вредна примесь SO_3 .

6.4. Влияние вещественного состава глин на их керамические свойства

Основными показателями, влияющими на керамические свойства глин, являются огнеупорность, спекаемость, пластичность, засоренность, чувствительность к сушке, прочность на сжатие. Все они определяются химическим, минеральным составами глин, их дисперсностью [Масленникова и др., 2002], наличием посторонних включений. Высококачественные керамические глины имеют низкую температуру спекания, а интервал спекания, когда происходит образование кристаллизационных структур в формируемом изделии, должен быть не менее 200° С. Глины, не обладающие таким интервалом спекания, могут быть использованы при введении добавок, регулирующих этот интервал. При обжиге должен быть плотный, спекшийся черепок без деформаций, пятен и выплавок.

Важным свойством керамических глин является *огнеупорность*, во многом зависящая от их химического состава. Для её выявления использовано 72 определения химического состава и показателя огнеупорности глин месторождений: Латненское, Большекарповское, Лукошкинское, Чибисовское, Малоархангельское, а также глин проявлений, описанных автором. Эти данные приведены в таблице 6.3.

Зависимость огнеупорности глин от химсостава можно проследить по диаграмме рассеяния (рис. 6.12.). Из неё ясно, что этот параметр определяется содержаниями Al_2O_3 .

С увеличением легкоплавких соединений огнеупорность значительно падает. Это относится, в основном, к глинам с содержанием $Al_2O_3+TiO_2$ от 10 до 22%. При дальнейшем увеличении глинозема линии температур огнеупорности, керамические глины направлены в сторону более высоких содержаний легкоплавких примесей.

Таблица 6.3

*Сокращенный химический анализ и определение показателя
огнеупорности керамических глин Воронежской антеклизы.*

№ п/п	№ пробы	Интервал отбора, м	Показатель огнеупорности, °С	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	ппп
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Лук 3	4,2–5,8	1580	72,78	0,91	16,06	1,42	6,26
2	Лук 4	5,8–7,1	1580	75,27	1,03	14,83	1,01	5,11
3	Лук 5	7,1–8,4	1560	74,2	1,18	15,71	1,13	5,01
4	Лук 6	8,4–9,7	1500	62,08	1,21	21,42	4,49	7,00
5	Лук 7	9,7–10,5	1560	68,25	1,05	17,98	3,2	6,49
6	Лук 2/4	2,4–3,4	1560	71,98	1,73	16,01	2,04	6,49
7	Лук 2/5	3,4–4,6	1500	60,39	1,35	21,89	6,48	7,83
8	Лук 2/6	4,6–5,9	1580	58,72	1,08	24,46	4,26	7,75
9	Лук 2/7	5,9–7,1	1580	58,41	1,08	25,04	3,69	8,01
10	Лук 2/8	7,1–8,2	1500	78,43	0,92	11,68	2,71	4,57
11	Лук 2/9	8,2–9,3	1500	52,33	1,11	23,53	10,48	7,99
12	ЧБ-1	8,8–11,8	>1580	55,31	1,29	27,18	3,35	9,83
13	ЧБ-2	5,3–8,8	1560	68,07	1,04	19,31	2,18	6,05
14	ЧБ-3	2,3–5,3	1580	74,49	1,18	15,76	1,34	5,99
15	МАЛ 3	6,0–7,0	1580	64,96	0,97	20,93	2,58	7,62
16	МАЛ 4	7,0–8,0	1580	63,58	1,02	21,24	3,5	7,91
17	МАЛ 5	8,0–9,5	1500	58,23	1,01	21,52	7,37	8,77
18	МАЛ 6	9,5–10,5	1480	63,26	0,96	19,38	6,18	7,36
19	МАЛ 7	10,5–11,5	1500	59,75	1,01	20,74	5,86	9,31
20	БК 1	9,9–10,6	>1580	59,18	1,02	24,36	4,34	8,72
21	БК 2	10,6–12,3	>1580	62,45	1,14	23,53	2,62	7,9
22	БК 3	12,3–13,8	1560	74,92	1,56	15,69	0,8	5,7
23	БК 4	13,8–14,7	1500	53,85	1,08	24,62	7,95	9,86
24	ЛАТ 1/1	27,75–28,35	>1580	44,86	1,61	35,18	1,46	15,4

25	ЛАТ 1/2	28,35–28,85	>1580	49,02	1,99	33,27	1,54	13,01
26	ЛАТ 1/3	28,85–29,25	>1580	54,05	1,71	30,58	0,84	11,59
27	ЛАТ 1/4	29,25–29,85	>1580	56,22	1,73	29,63	0,81	10,61
28	ЛАТ 1/5	29,85–30,45	>1580	61,92	1,46	25,29	0,86	9,48
29	С1	7,2–12,1	1430	71,42	1,05	16,29	3,76	5,71
30	С5	9,7–11,0	1430	73,26	0,94	14,91	3,2	5,06
31	С6	8,4–13,5	1430	72,56	0,92	14,71	4,45	5,31
32	С8/1	11,1–14,8	1450	75,31	0,92	14,39	2,58	4,67
33	С8/2	14,8–20,2	1450	71,18	1,00	16,86	2,69	5,7
34	ЧД2/1	8,0–9,5	1520	70,66	1,06	18,31	2,01	6,22
35	ЧД2/2	9,5–11,0	1500	76,3	1,1	14,67	1,32	5,69
36	ЧД2/3	11,0–12,5	1430	71,87	1,01	15,72	4,22	5,36
37	ЧД2/4	12,5–14,0	1450	73,49	1,00	14,72	3,49	5,00
38	ЧД2/5	14,0–15,5	1410	63,28	1,07	19,45	6,48	6,49
39	ЧД2/6	15,5–16,5	1470	73,55	0,96	15,56	2,75	5,1
40	ЧД3/2	11,5–13,2	1450	67,16	0,99	19,48	3,46	5,94
41	ЧД3/3	13,2–14,7	1500	72,23	0,91	17,02	2,33	5,51
42	ЧД3/4	14,7–16,7	1450	68,44	0,94	17,86	4,49	6,03
43	ЧД4/1	10,0–12,0	1400	65,72	0,98	17,9	7,21	5,71
44	ЧД5/1	7,7–10,5	1450	70,27	1,3	17,5	3,64	5,76
45	ЧД6/1	7,7–9,7	1500	67,71	1,25	19,68	3,31	6,21
46	ЧД6/2	9,7–11,7	1470	68,44	1,07	18,75	3,31	6,46
47	ЧД6/3	11,7–13,5	1430	75	0,93	15,2	2,05	4,98
48	ЧД7/1	6,5–8,2	1440	72,08	0,94	15,83	4,13	5,29
49	ЧД7/2	9,0–11,0	1450	58,22	0,97	22,46	7,38	7,89
50	ЧД7/3	11,0–12,7	1450	64,76	1,09	18,9	6,08	6,65
51	ЧД8/1	7,4–9,4	1500	72,25	1,18	17,34	1,51	6,13
52	ЧД8/2	9,4–11,5	1500	71,68	1,05	17,08	2,7	6,02
53	ЧД8/3	11,8–13,8	1450	63,61	1,02	19,1	6,62	6,67
54	ЧД8/4	13,8–15,8	1490	63,86	1,09	20,81	4,64	7,24
55	ЧД9/1	7,6–9,8	1450	69,38	1,05	17,67	3,75	6,25
56	ЧД9/2	10,7–11,2	1440	71,49	0,88	15,5	4,44	5,5
57	ЧД9/3	11,8–13,9	1450	74,11	1,01	15,47	2,56	5,53
58	ЧД10/1	8,6–10,6	1390	64,05	1,04	17,91	7,91	6,42
59	ЧД10/2	10,6–12,8	1420	73,95	0,92	15,08	3,07	5,04
60	ЧД10/3	13,1–14,2	1400	71,5	0,96	15,52	4,64	5,04
61	ЧД11/1	9,1–11,1	1490	70,03	1,21	18,72	2,12	5,74
62	ЧД11/2	11,1–13,1	1450	67,74	0,99	18,08	4,62	6,1
63	ЧД11/3	13,1–15,2	1450	67,78	0,93	18,08	4,68	6,05
64	ЧД12	6,2–11,0	1470	65,39	1,04	20,91	3,49	6,63
65	ЧД13	8,0–11,5	1500	65,85	0,97	20,75	2,64	7,32
66	ЧД14	8,2–12,3	1400	62,59	0,99	19,61	7,27	6,54
67	ЧД17	6,5–11,2	1450	64,14	1,09	19,82	5,02	6,55
68	ЧД19	5,3–11,3	1500	66,71	0,9	19,81	3,31	6,31

69	ЧД20	5,1–8,4	1450	64,18	1	19,15	5,95	6,36
70	ЧД22/1	6,5–8,5	1450	66,37	1,13	18,93	4,57	6,73
71	ЧД22/2	8,5–10,5	1450	72,73	0,86	15,93	3,2	5,28
72	ЧД22/3	10,5–12,6	1470	63,69	1,07	19,03	6,88	6,64



Рисунок 6.12 – Диаграмма рассеяния: показатель огнеупорности и Al_2O_3 . $P = 1394,7 + 5,8870 * Al_2O_3$

Огнеупорность также имеет прямую зависимость от содержания фракции менее 001 мм. Этот параметр глин на месторождениях определяется в зависимости от геологического строения, результатов технологических испытаний и экономической конъюнктуры, а не только по содержанию в них глинозема, как указывалось ранее [Савко и др., 2011].

Минеральный состав влияет на воздушную усадку, которая заметно выше у глин, содержащих монтмориллонит, смешаннослойные минералы и иллит. Отсутствие или малые количества этих минералов отрицательно сказываются на спекании глин и интервале спекания. В то же время повышенные количества монтмориллонита могут вызвать пучение при

обжиге особо ответственных изделий. Потери при прокаливании обусловлены двумя основными причинами – наличием органики и минералов, содержащих повышенные количества воды, как в межслоевых пакетах, так и в кристаллических решетках. Поэтому оптимальный минеральный состав огнеупорных глин – каолинитовый с примесью монтмориллонита до 35%, обеспечивающий повышенную дисперсность, понижение температуры спекания и растянутый интервал спекаемости без заметного уменьшения огнеупорности.

Одним из важнейших технологических параметров керамических изделий является *спекаемость*, определяемая по количеству воды, поглощенной образцами при обжиге при разных температурах. Этот параметр находится в зависимости от химического состава глин. Наибольшим интервалом спекаемости обладают глины с повышенным содержанием глинозема, низким кремнезёма, с большим количеством каолинита, небольшим кварца, имеющие высокую дисперсность (свыше 45%), незначительное количество грубозернистых фракций. При повышении температуры обжига свыше 1200°C в зависимости от увеличения содержания Fe_2O_3 , $CaO+MgO$ может произойти резкое вспучивание глин, что является отрицательным свойством как для огнеупорных, так керамических глин.

Объемный вес формируемых образцов при спекании равномерно увеличивается в зависимости от уменьшения водопоглощения и увеличения температуры обжига. Предел прочности на сжатие у готовых изделий из сильно спекающихся глин достаточно высокий и колеблется в пределах от 530 до 1160 кг/см². Изменение прочности изделий аналогично поведению спекаемости. При увеличении содержания каолинита прочность изделий несколько уменьшается. Изучение спекаемости латненских глин по полной усадке, водопоглощению и кажущейся плотности при температурах от 1000 до 1450⁰ позволило выделить три группы [Савко и др., 2011]:

1. Среднетемпературного спекания (сильно спекающиеся). Отличаются светло-бежевым с серым оттенком цветом черепка, поверхность

гладкая, грани ровные. Полная усадка более 20%, водопоглощение менее 2%, у пробы 162– 3,91% (образцы: 156, 157, 158, 159, 160, 162). Глины первой группы спекаются до водопоглощения 2% при 1250°С. Их отличают высокие содержания Al_2O_3 (табл. 6.4), повышенное количество монтмориллонита, высокая дисперсность. Наилучшие показатели у глины из пробы 159, где содержания Al_2O_3 хотя и меньше, чем в остальных пробах этой группы (37,3%), но количество монтмориллонита достигает 35%. Водопоглощение у черепка из этой глины при температуре 1250° всего 0,58%.

Таблица 6.4

Сокращенный химический анализ глин Латненского месторождения [Савко и др., 2004].

№ проб	Al_2O_3	Fe_2O_3	П.п.п.	Сорт	№ проб	Al_2O_3	Fe_2O_3	П.п.п.	Сорт
156	37,5	1,16	13,9	ЛТ1	164	33,1	1,08	11,1	ЛТ2
157	38,6	1,08	12,8	ЛТ1	165	34,5	1,48	12,1	ЛТ2
158	40,3	1,20	13,3	ЛТО	166	29,5	1,08	10,4	ЛТ3
159	37,3	1,12	12,8	ЛТ1	167	29,4	1,12	10,2	ЛТ3
160	38,1	1,12	13,8	ЛТ1	168	26,5	1,16	9,9	ЛТПК
161	34,6	0,96	11,7	ЛТ2	169	20,2	0,88	6,9	ЛТК
162	39,1	1,12	13,2	ЛТО	171	26,6	1,12	9,4	ЛТПК
163	34,3	1,04	12,5	ЛТ2	172	32,8	1,08	32,3	ЛТ У

2. – Высокотемпературного спекания (среднеспекающиеся). Характеризуются светло-бежевым с серым оттенком цветом черепка, гладкой поверхностью, ровными грани. Полная усадка – 17–19%, водопоглощение от 2 до 5% (образцы: 161, 163). Глины второй группы спекаются при контрольной температуре 1350° с водопоглощением у черепка 2,54 и 5,14%, а при температуре 1400° – менее 2%. Они отличаются от глин первой группы повышенным содержанием кварца и пониженным – монтмориллонита, хотя помимо него может быть гиббсит.

3. Высокотемпературного спекания (среднеспекающиеся и неспекающиеся). Характеризуется светлым с кремовым оттенком цветом черепка, с гладкой или слегка шероховатой поверхностью. Полная усадка

7,60 – 19,0%, водопоглощение – выше 5% (образцы: 164–172). Глины третьей группы из проб 164 и 166 близки к спеканию при температуре 1450° , из пробы 165 спекаются при этой температуре, а глины проб 167–172 – не спекаются и имеют водопоглощение свыше 5%. Это обусловлено значительной примесью кварцевого песчано-алевритового материала и низкой дисперсностью глин.

Таким образом, лучшие основные сорта глин имеют каолинитовый состав, минимальную примесь кварца, содержат примесь гиббсита, увеличивающего содержание Al_2O_3 . Вместе с тем наличие иллита, монтмориллонита, и смешанослойных минералов повышает температуру и интервал спекаемости глин, что благоприятно сказывается на качестве получаемых огнеупорных изделий. Связи между химическим составом и цветом черепка не выявлено. Окраска глинистого сырья разнообразна: от светло-серого до темно-коричневого цветов, черепка – белая, светло- и темно- бежевая, коричневая, темно-коричневая, кирпично-красная.

Засоренность глин отрицательно влияет на их керамические свойства. Глины ЛМ по этому параметру в основной своей части (94,12%) относятся к группе с низким содержанием включений (остаток на сите 0,5 мм – 0,02 – 0,6%), а группа с высоким их содержанием составляет всего 5,88%. Включения различны по размерам и представлены кварцевыми зёрнами различных размеров и гравием, окисленными конкрециями пирита и марказита (0,5–15 мм), обломками кристаллических пород (0,5–7 мм), редко включениями известняков.

Как показано выше, огнеупорные глины по минеральному составу монтмориллонит-каолинитовые. В некоторых пробах отмечены следы иллита и гиббсита. Наибольшее содержание каолинита отмечается в глинах сорта ЛТПК (90%) и ЛТК (85–90%) при этом содержание монтмориллонита 10%. В глинах сорта ЛТ-2 и ЛТ-3 каолинита 85% и монтмориллонита 15 и 10% соответственно. Наименьшее содержание каолинита отмечено в глинах сорта ЛТ-О и ЛТ-1 – 80%, (монтмориллонита 20 и 15% соответственно). Следы

иллита отмечены в сортах ЛТ-3 и ЛТПК; в сортах в сортах ЛТ-1 и ЛТ-3 по 5% гиббсита [Савко и др., 2011].

По данным гранулометрического состава выделяется три типа глин: высокодисперсные (51,94%) с содержанием фракции менее 0,001 мм от 62,44 до 85,80%, среднедисперсные (23,53%), с этой же фракцией 42,84–53,76% и низкодисперсные (24,53%) – 28,28–36%. По запесоченности пробы подразделяются на: песчано-алевритово-глинистую породу, песчано-алевритистую, слабозапесоченную алевритистую глину. Почти все глины алевритистые, а количество фракций 0,063–0,01 и 0,01–0,005 мм колеблется от 13 до 50%. Низкая дисперсность глин определяется высоким содержанием кварцевой алевритовой примеси. В высокодисперсных глинах, количества монтмориллонита повышены.

Пластичность глин определяет их формовочные свойства. На неё влияет наличие примесей и минеральный состав глин. По определениям пластичности огнеупорных глин ЛМ [Савко и др., 2004] большая часть проб относится к средне- (число пластичности 15,44–23,45) и умереннопластичным (9,45–14,60) – по 47,06% и только одна проба (159) – к высокопластичным (число пластичности 27,49). Сходная картина для тугоплавкого сырья Большекарповского, Лукошкинского, Чибисовского, Малоархангельского месторождений и выявленных проявлений.

Пластичность напрямую связана с дисперсностью. Но, тем не менее, к умереннопластичным относятся и высоко-, и средне-, и низкодисперсные глины. Не отмечается определенной зависимости между степенью запесоченности и пластичности глин, поскольку для одной и той же группы пластичности содержание песчаной фракции может колебаться от 1,36 до 23%. Вместе с тем наибольшее число пластичности у глин с высокими содержаниями монтмориллонита (35% проба № 159). В умереннопластичных глинах оно понижено и обычно не достигает 10%.

Для производства керамических изделий по химическому составу наиболее благоприятными являются иллит-каолинитовые тугоплавкие глины

с содержаниями SiO_2 – 65–75%, Al_2O_3 – 13–20%, Fe_2O_3 – 3–6%, CaO – до 5%. Примесь SO_3 является вредной. Роль плавня в них играет иллит. По данным многолетней эксплуатации Лукошкинского месторождения, многочисленным технологическим испытаниям, проведенным при оценке качества тугоплавких глин Лукошкинского, Чибисовского и других участков и залежей в составе глиноносной толщи выделяется 4 керамические группы в зависимости от определенного соотношения вещественного состава.

По данным многолетней эксплуатации Лукошкинского и других месторождений и проявлений, многочисленным технологическим испытаниям, проведенным при оценке качества тугоплавких глин толщи апта, выделяется четыре керамические группы (табл. 6.5) в зависимости от определенного соотношения вещественного состава [Андреенков, Савко, 2003; Савко и др., 2004; Савко и др., 2011].

I группа. Глины светло-серые, серые, местами слабо ожелезненные и окрашенные в вишневые и красные тона, полукислые, с низким количеством красящих окислов. Это наиболее тонкодисперсные среднепластичные глины с содержанием фракции менее 0,005 мм более 60%, фракции от 0,06 мм до 0,01 мм в пределах 22–30%, менее 0,001 мм от 45,6 до 66,1%. Пластичность составляет 15–22,7. Коэффициент чувствительности к сушке колеблется от 0,91 до 1,07, интервал спекания лежит в пределах 1200°– 1280°C. Предел прочности на сжатие обожженных черепков при Т 1150°–520–11601 кг/см. Черепок светло-оранжевый.

II группа. Глины серые, красновато-бурые и вишневые, неоднородные по пластичности, с незначительной примесью песка. Содержание фракции 0,005 мм составляет не менее 50%, фракции 0,06–0,01 мм колеблется в пределах 11,55–27,63% (среднее 23%). Количество SiO_2 варьирует в пределах 66,06–74,50% (70,71%). Содержание Al_2O_3 падает по сравнению с таковым в I группе, Fe_2O_3 незначительно возрастает. При обжиге черепок приобретает темно-оранжевый, коричневый, уплотняется чуть хуже черепка глин I группы.

III группа. Глины серые, светло-серые, бурые желтовато-бурые, красные, с примесью до 5–7% тонкозернистого песка и алеврита, умеренно пластичные, грубодисперсные, реже дисперсные. Резко отличаются от глин I и II групп снижением тонко-дисперсной фракции до 30–40% и возрастанием фракции 0,006–0,01 мм до 32–40%. При обжиге не спекаются, черепок окрашен в яркие тона. Предел прочности на сжатие от 231 до 616 кг/см².

Таблица 6.5

Химический состав и показатель огнеупорности глин Лукошкинского месторождения [Андреенков, Савко, 2003]

Керамические группы	SiO ₂ , %	Al ₂ O ₃ , %	Fe ₂ O ₃ , %	Огнеупорность, °С
I	61,66–70,04	17,43–25,25	2,25–7,07	1525–1570
II	66,06–74,50	14,67–19,84	2,25–7,07	1485–1610
III	61,12–81,88	17,40–22,19	1,18–7,25	1520–1600
IV	61,10–71,80	14,70–22,87	5,04–7,25	1385–1550

IV группа. Глины красновато-бурые, красные, пятнистые, плотные с мелкими линзочками глинистого песка, в целом, полукислые, реже кислые, с высоким содержанием красящих окислов. Эти глины, количество которых незначительно, по всем показателям, кроме содержания Fe₂O₃, близки к глинам I группы. Однако повышенное содержание гидроокислов железа при обжиге приводит к вспучиванию. Количество этих глин незначительно.

В зависимости от керамических свойств, химического и гранулометрического составов глины Лукошкинского месторождения отгружаются потребителям по двум сортам. Первый используется для производства облицовочных керамических плиток, второй – в основном, для изготовления лицевого кирпича. Кроме того, тугоплавкие глины Лукошкинского, Чибисовского и других месторождений имеют довольно широкий спектр применения в качестве строительных материалов. Это дренажная плитка для полов, кислотоупорный кирпич, стеновые керамические камни, канализационные и дренажные трубы, различные

кислотоупорные изделия, могут быть использованы для получения минеральных красок и терразитов – цветных штукатурных смесей.

Для производства светлого, розового и оранжевого лицевого кирпича М-«100» и М-«125» используют глины III керамической группы как в чистом виде, так и в качестве компонента шихты легкоплавких к сушке глин. При этом берется от 20 до 50% тугоплавких глин как составной части шихты лицевого кирпича наряду с легкоплавкими суглинками, песком и шамотом. Для производства облицовочных и фасадных плиток пригодны глины II керамической группы с Al_2O_3 не менее 17%. В качестве добавок необходимо введение плавней и отощителей.

Для плиток полов коричневого и светло-коричневого цвета используют глины I керамической группы с содержанием Al_2O_3 не менее 19%. При этом для увеличения интервала спекания необходимо в шихту вводить плавни – пегматит, полевые шпаты, нефелиновый сиенит и другие. Оптимальный состав шихты: тугоплавкие глины – 70%, нефелиновый сиенит – 20%, стеклобой – 10%. Лучшее количество электролитов для этой массы: сода 0,08%, жидкое стекло – 0,35%, влажность – 50%.

Из глин IV керамической группы получают минеральные краски красивых бежевых, розовых и желтых оттенков. Из сильно запесоченных разностей производят терразиты желтых, красных, серых цветов. Исходный состав шихты: глина запесоченная – 77%, цемент марки «400» – 18%. известь («пушонка») – 5% [Савко и др., 2011].

1. На *Большекарповском месторождении*, по данным ООО «Пласт-Импульс», проводящего разработку, карьер в настоящее время осуществляет добычу глин по 10 сортам [ТУ 5751–001–35428869–2012; ТУ 5751–002–35428869–2012], нумерованным в порядке глубины залегания (в то время как на момент утверждения запасов в ГКЗ 1982 году выделялось лишь 2 сорта) [Вергель и др., 2004; Савко и др., 2005]. В производстве керамической плитки основной интерес представляют глины пестроцветные (БК-4), светло-серая (БК-8), темно-серая (БК-7), табачно-зеленая (БК-10). Для

производителей керамического гранита интересны беложгущиеся разновидности глин: БК-6 (темно-серая) и БК-11 (голубая).

1. Пестроцветная глина БК-4 – каолинит-иллитовая умеренно-пластичная, обладает широким интервалом спекания, огнеупорностью 1250 °С. При обжиге дает красно-коричневый плотный черепок. Хорошо подходит в качестве основы для облицовочной и напольной глазурованной плитки в чистом виде или в смеси со среднепластичными глинами и суглинками. Невысокое содержание водорастворимых солей делает ее довольно чувствительной к разжижению. Высокое содержание плавней в глине позволяет уменьшить содержание полевошпатных материалов в шликере напольной плитки. Среднее содержание глинозема (Al_2O_3) – 23,5% (но не менее 21%); кремнезема (SiO_2) – 61,5% (но не более 64%); красящих оксидов ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$) – 7,25%.

2. Темно-серая глина БК-7 является алевритистой светложгущейся глиной. Ввиду великолепной разжижаемости она подходит в качестве основной глины для шликера напольной плитки и в качестве добавки (25%) в шликер облицовочной плитки при использовании в качестве второго компонента пластичных местных суглинков или пластичных иллитовых глин. При обжиге дает кремовый черепок. Среднее содержание глинозема (Al_2O_3) – 22,5% (но не менее 19,5%); кремнезема (SiO_2) – 62,8% (но не более 66%); красящих оксидов ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$) – 3,90%.

3. Светло-серая окрашенная глина БК-8 относится к алевритовым и содержит достаточно много пылеватых частиц, что обуславливает невысокую пластичность, но хорошую разжижаемость. При использовании совместного помола глин и отощающих добавок грубодисперсная структура глины БК-8 позволяет получить более текучий шликер, а также улучшить форму гранул пресс-порошка при сушке в атомизаторах, то есть увеличить насыпную плотность пресс-порошка и уменьшить неравномерность прессования. Среднее содержание глинозема (Al_2O_3) – 19,5% (но не менее

18,5%); кремнезема (SiO_2) – 64,2% (но не более 68%); красящих оксидов ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$) – 4,12%.

4. Табачно-зеленая глина БК-10 обладает хорошей пластичностью и широким интервалом спекания. Может применяться в качестве добавки в шликер облицовочной плитки при недостаточной пластичности местных глин и суглинков или в качестве основного пластичного сырья, если по каким-либо причинам необходимо увеличить содержание в шликере непластичных компонентов (например, для снижения водопоглощения или усадки черепка). Среднее содержание глинозема (Al_2O_3) – 25,9% (но не менее 22,0%); кремнезема (SiO_2) – 60,2% (но не более 62%); красящих оксидов ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$) – 5,45%.

На *Малоархангельском месторождении* глины по содержанию глинозёма (Al_2O_3) – полукислые; с высоким количеством красящих оксидов (TiO_2 и Fe_2O_3). В целом, показатели сходны с таковыми у глин Лукошкинского Чибисовского и Большекарповского месторождений. Глины пригодны для изготовления: керамической плитки канализационных труб, химически стойких изделий.

6.5. Характеристика общих особенностей генезиса аптских глин

Минеральный состав, содержание петрогенных оксидов и малых элементов аптских глинах определяются сочетанием ряда факторов: палеогеографического, фациального, климатического, петрографического, минерального и геохимического.

К основным факторам становления месторождений отнесены общие, создающие предпосылки для их образования и частные, определяющие вид гипергенных полезных ископаемых. В первую группу по нашим представлениям входят климатический, структурно-тектонический, стратиграфический и палеогеоморфологический факторы. Вторая группа включает фациальный и диагенетический факторы.

Климат играет основополагающую роль в формировании гипергенных месторождений полезных ископаемых. Наиболее благоприятным является энергоемкий и геохимически активный климат экваториальных муссонов. В палеогеографическом отношении рассматриваемый регион в аптское время был в северной субтропической зоне, протягивающейся от Северной Америки через Северную и Северо-Западную Европу, через большую часть Восточно-Европейской платформы, Западную Сибирь до Дальнего Востока и Японии. Для суши этой зоны характерно развитие каолиновых КВ и угленосных формаций. Растительные остатки мезофитовой флоры относятся к вечнозеленым формам. На Украинском щите наряду с каолинами известны нижнемеловые бокситы. В морских бассейнах формировались терригенно-олигомиктовые и карбонатно-глинистые формации. Среднегодовые температуры колебались в пределах 18–20°C [Савко, 2006]. Севернее располагалась зона умеренного гумидного климата с листопадными растениями и заметным количеством кремнистых осадков в морских отложениях. На юге рассматриваемая территория граничила с гумидной и аридной подзонами тропической зоны, характеризующимися среднегодовыми температурами 22–27°C [Синицын, 1962].

В структурно-тектоническом плане рассматриваемая территория расположена в центральной части северного крыла Воронежской антеклизы – палеозойской структуры Восточно-Европейской платформы [Шевырев и др., 2004]. В юрское и раннемеловое время происходила её кардинальная перестройка с неоднократными поднятиями и опусканиями, трансгрессиями и регрессиями мелководных морей. В аптское время в результате поднятий почти вся территория антеклизы превратилась в сушу, за исключением её северо-восточной части, где осталось море.

Контролирующая роль палеогеоморфологического фактора отчетливо проявляется для всех месторождений глиен рассматриваемого региона. В аптский южный склон Воронежской антеклизы представлял возвышенную денудационную поверхность, которая в северном направлении переходила в

аллювиальную, лагунно-морскую и мелководно-морскую равнины. В это время здесь образовались речные системы с серией долин, протягивающихся с юга на север и северо-восток. Характерной чертой долин являлось широкое развитие в их пределах пойменных и старичных отложений содержащих линзы огнеупорных и тугоплавких глин [Михин и др., 2000; Музылев, 2003]. Материал для них поставлялся главным образом за счет размыва развитых в пределах денудационной равнины пород мамонской толщи (D_3m) мощностью до 250 м и песчано-глинистых пород верхнего девона, в меньшей степени юры и неокома [Савко и др., 2011; Савко и др., 2007].

Фациальный и диагенетический локальные факторы второй группы определяли размещение, строение, условия формирования и вещественный состав месторождений глин Воронежской антеклизы. Фациальный фактор играл решающую роль в локализации содержащих каолинит пород в пределах старичных озерных, озерно-болотных, лагунно-морских ландшафтов.

В континентальных условиях глины формировались на относительно возвышенных участках речных долин. тогда как в лагунно-морских обстановках – в пониженных частях водоемов ниже иловой линии. Фациальный фактор определял формирование каолинитовых глин в пределах озерных, болотно-озерных и болотных ландшафтов на возвышенных участках речных долин. В верховых болотах глины обогащались автохтонной органикой. Пойменный аллювий представлен «пастиловидными» алевритами, русловой – кварцевыми песками. Все типы пород переслаиваются и могут замещать друг друга в латеральном направлении. Поэтому фациальный фактор ответственен за вещественный состав глин, который неоднороден и определяется соотношениями глинистого, песчаного и углистого материала. В минеральном составе глинистого вещества ведущую роль играет каолинит при меняющейся в количественном отношении примеси других минералов. Ведущая роль

каолинита вызвана повышенными содержаниями этого минерала в источниках сноса.

Распределение фаций в пределах лагунно-морской равнины по сравнению с аллювиальной более выдержанно, что определялось расположением поднятий и впадин рельефа преадаптской поверхности осадконакопления. Образование глинистых осадков, имеющих обычно горизонтальную слоистость, происходило в отрицательных структурах ниже зоны волнения. Запесоченность глин в ряде разрезов связана, по-видимому, с проявлениями штормовой деятельности, когда песчаный материал сбрасывался с поднятий во впадины.

Почти мономинеральный каолиновый состав огнеупорных глин обусловлен процессами «проточного» диагенеза [Бушинский, 1977] полиминеральных глин, хотя и с преобладающей каолиновой компонентой, в пределах аллювиальной равнины в восстановительно-кислых условиях старичных болот, богатых органикой. Она во многом определяла окислительно-восстановительные и кислотнo-щелочные условия среды аутигенного минералообразования, а отсюда и поведение различных элементов в слоистой толще месторождения. По направленности этот процесс сходен с процессами выветривания. Происходило разложение и вынос неустойчивых компонентов – щелочей, щелочноземельных элементов, кремния силикатов глинистого осадка, обогащение его оксидами алюминия и титана вплоть до появления гиббсита. При «проточном» диагенезе Fe из неподвижной трехвалентной формы переводилось в подвижную двухвалентную и мигрировало из глин, улучшая их качества.

Наиболее качественные огнеупорные глины имеют существенно каолиновый состав с примесью гиббсита. Монтмориллонит и иллит играют роль плавней при обжиге глин с образованием качественного черепка. И не случайно сорта ЛТ-О и ЛТ-1, использующиеся для получения наиболее ответственных изделий, при высоком содержании Al_2O_3 практически всегда содержат монтмориллонит.

При «проточном диагенезе» значительную роль играют процессы трансформации кристаллических структур глинистых минералов. Особенно это касается иллита, второго по содержанию после каолинита глинистого минерала в источниках сноса [Савко, 1988] и неустойчивого в кислых условиях болотных ландшафтов. При миграции калия из структуры иллита получают промежуточные структуры иллит + монтмориллонит, монтмориллонит, монтмориллонит + каолинит, а также новообразованные каолинит и гиббсит. Последние два минерала являются продуктом распада промежуточных минералов. При воздействии «проточного» диагенеза на алевритистые и запесоченные разности глин в них происходит разложение неустойчивых минералов и образование кварц-каолинитового продукта. Это полукислые и кислые разности тугоплавких глин могут использоваться в керамическом производстве при непременно добавке плавней, поскольку без них это неспекающееся сырьё. Примером развития таких глин является выделенный автором участок Бахчеево.

В пределах лагунно-морской равнины развиты иллит-каолинитовые и каолинит-иллитовые глины, наследующие минеральный состав пород источников сноса. Это алевритистые и запесоченные кислые и полукислые разности глин, в которых процессы диагенеза, проходившие под толщей морской воды, не оставили заметных химических преобразований глинистых илов при превращении их в породу. Т.е., в отличие от континентальных глин аптского возраста лагунно-морские глины северной части ЦЧР не подвергались процессам проточного диагенеза

Таким образом, каолинит в аптских отложениях полигеничен. Он образовался в девонских корах выветривания, за счет которых сформировалась мамонская песчано-каолиновая толща, бывшая основным источником сноса для аптских отложений. На аллювиальных равнинах аптского времени происходило новообразование каолинита, который вместе с аллотигенной его разностью слагает почти мономинеральные каолинитовые глины. Терригенный материал, отлагавшийся в лагунно-

морских условиях, не подвергался изменениям и там глины имеют полиминеральный состав с содержаниями каолинита не более 50%. Они являются тугоплавким сырьем.

В региональном плане климатический, структурно-тектонический, стратиграфический и геоморфологический факторы аптского времени определяли условия локализации в регионе месторождений глинистого сырья в целом. Локальные факторы (фациальный и диагенетический) ответственны за размещение, генезис и вещественный состав огнеупорных и тугоплавких керамических глин рассматриваемой территории.

Глава 7. КЕРАМИЧЕСКИЕ ГЛИНЫ КАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В кайнозое нами выделяется 4 стратиграфических уровня развития керамических глин: I – киевский (эоцен), II – полтавский (верхний олигоцен), III – шапкинский (нижний миоцен), IV – усманский (нижний плиоцен) [Крайнов, 2019]. К первому уровню приурочено Сергиевское месторождение, Горшеченское и Калачское проявления керамических глин, ко второму – Шрамовское (Россошанское), к третьему – Краснояружское, Краснопольское, Колотиловское и другие, к четвертому – Байгоровское месторождения (рис. 7.1). Государственным балансом запасов учтены два месторождения – Краснояружское и Шрамовское, которые находятся в нераспределенном фонде недр [Государственный баланс, 2016].

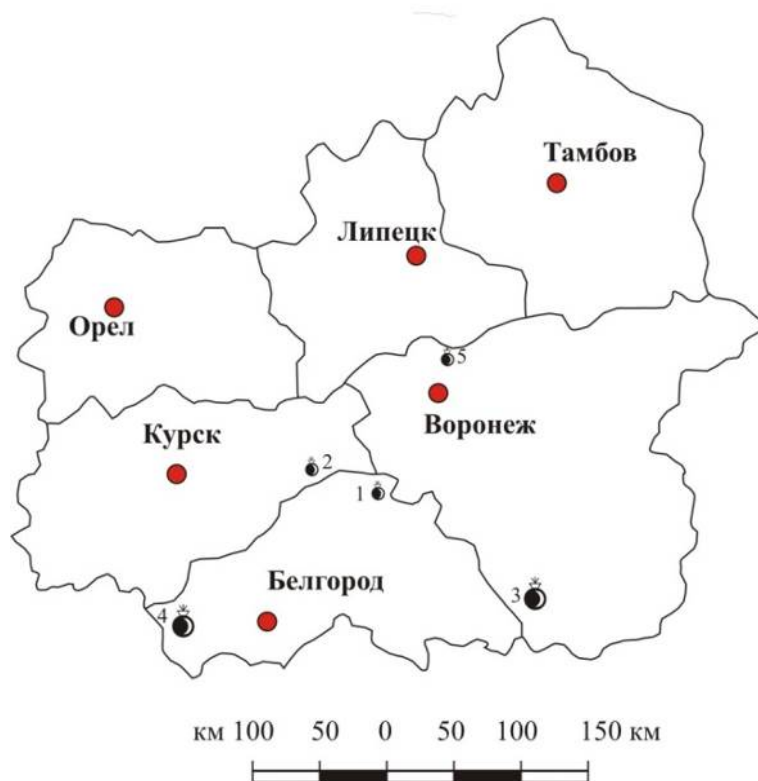


Рисунок 7.1 – Схема расположения кайнозойских месторождений и проявлений керамических глин Центрально-Черноземного района [Крайнов, Дмитриев, 2019]. 1 – Сергиевское, 2 – Горшеченское, 3 – Шрамовское (Россошанское), 4 – Краснояружское, 5 – Байгоровское.

7.1. Керамические глины киевских отложений

Глины киевской свиты (см. табл. 1.6) пользуются широким распространением и установлены приблизительно на 80% площади её развития, а их мощность составляет не менее 20 м. Они изучались рядом исследователей [Бартенев, Савко, 2001; Горюшкин, Савко, 2006; Калущая, 1977; 1980;1980;1981; Савко и др., 2014]. По их данным киевские глины имеют иллит-монтмориллонитовый состав и рассматриваются обычно в качестве бентонитовых (бентонитоподобных). О глинах, имеющих повышенное содержание каолинита и которые могут рассматриваться в качестве керамических, имеются крайне скудные сведения [Бартенев, Савко, 2001; Дмитриев, 2016; Крайнов, Дмитриев, 2019].

Такие глины развиты в верхних частях разрезов киевской свиты (верхнекиевская подсвита) и приурочены к мелководно-морским образованиям, тяготеющим к районам выклинивания рассматриваемых образований и источникам сноса (рис. 7.2). Нами изучены геология и вещественный состав верхнекиевских глин, в т.ч. на примере Сергиевского месторождения и Горшеченского проявления.

Сергиевское месторождение (см. рис. 7.1) расположено в Губкинском районе Белгородской области у села Сергиевка. В его геологическом строении принимают участие отложения палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. Полезной толщей служат зеленовато-серые и серые глины мелководно-морских фаций, залегающие выдержанным слоем мощностью 1,8–7,7 м, в среднем 5,77 м.

В основании толщи залегают бучакские глауконит-кварцевые пески, во вскрыше – кварцевые берекской свиты олигоцена (средняя мощность 1,7 м), четвертичные суглинки (2,5 м) и почвенно-растительный слой (0,4–0,6 м) [Савко и др., 2005]. Глины формировались в мелководно-морских условиях на глубинах порядка 100 м [Дмитриев, 2016].

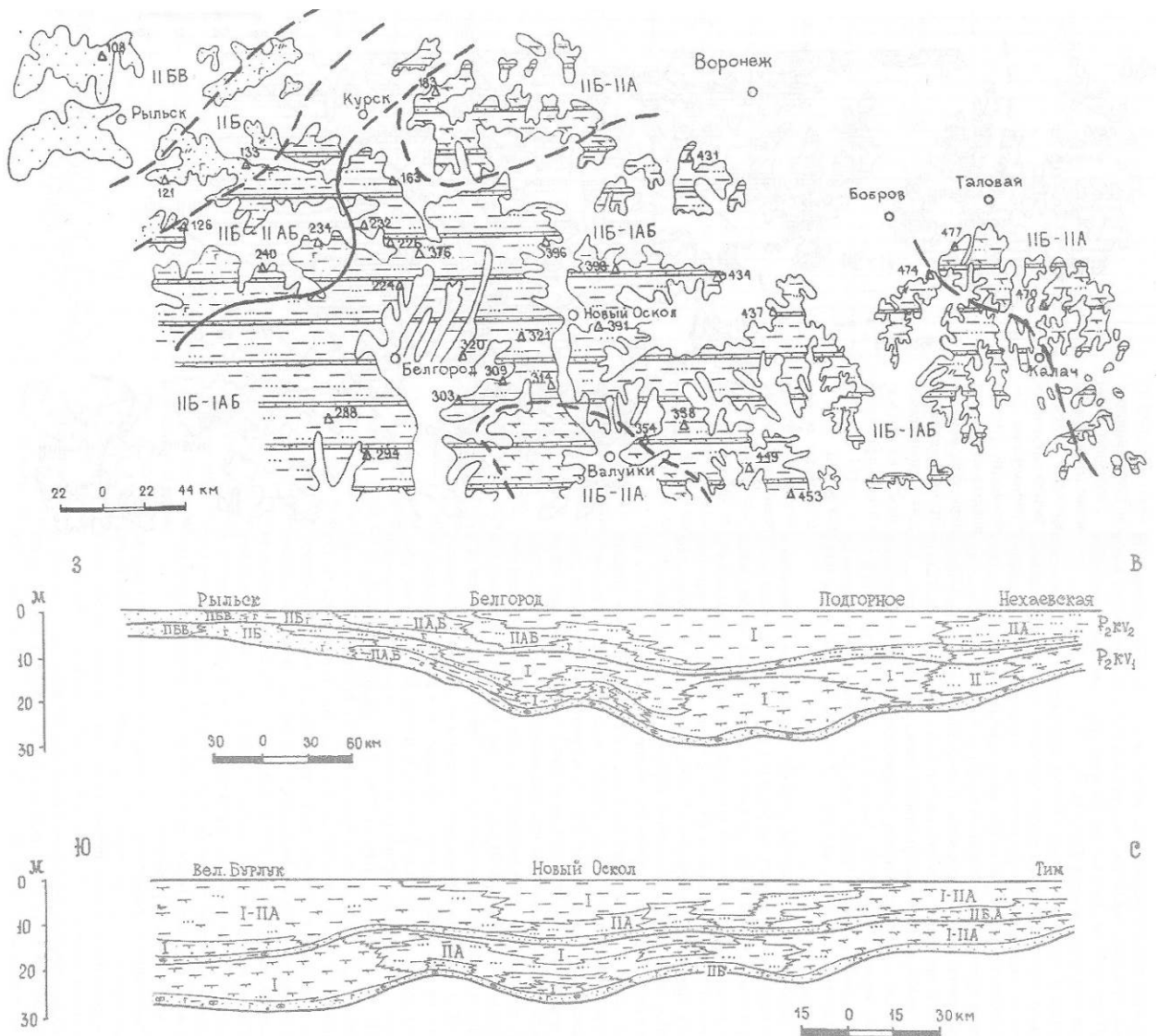


Рисунок 7.2 – Фациальная карта и разрез позднекиевского времени по [Бартенев, Савко, 2001]. Условные обозначения см. на рис. 4.5

По данным электронной микроскопии основная часть вещества вежнекиевской подсветы сложена на 75 и более процентов глинистыми чешуйками различного размера, часто изогнутыми (рис. 7.3). Органические остатки (1–2%) представлены диатомовыми водорослями и спикулами губок. В обломочной части присутствуют кварц, глауконит, акцессорные минералы.

Рентгеноструктурный анализ показал, что глинистая оставляющая имеет монтмориллонит-каолинит-иллитовый состав. На долю каолинита приходится от 20 до 40% породы. Монтмориллонит в заметных количествах приводит вспучиванию керамического сырья, поэтому его содержания свыше

25–30% в породе при приготовлении шихты недопустимы. Глауконит и минералы железа являются вредными примесями, поскольку отрицательно влияют на окраску керамики.

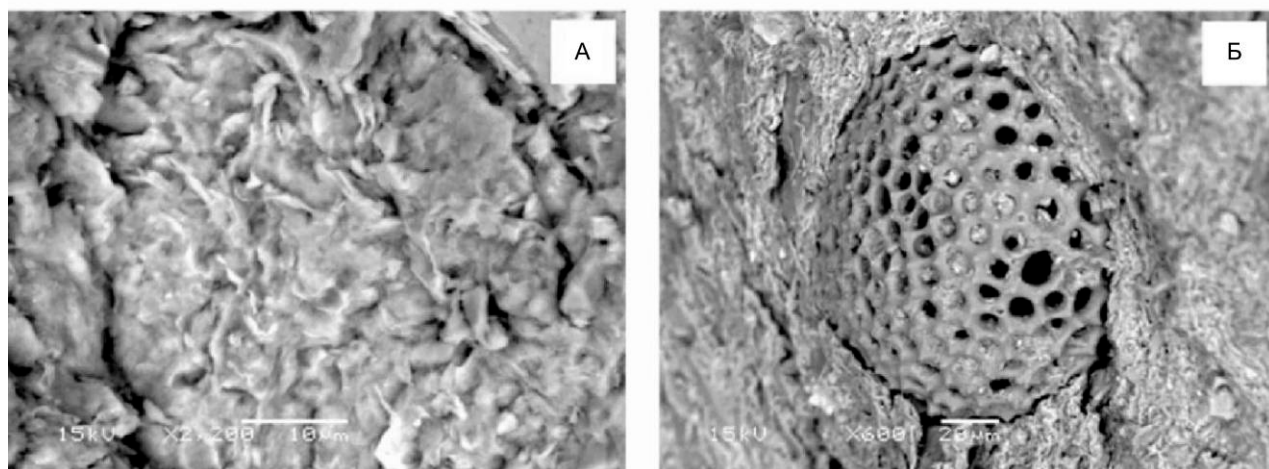


Рисунок 7.3 – Электронно-микроскопические снимки глины киевской свиты: А) основная глинистая масса хлопьевидного облика, увеличение 2200 (с. Сергеевка, обр. БС 2/1); Б) створка диатомовой центрικής формы, увеличение 600 (с. Сергеевка, обр. БС 2/1) [Дмитриев, 2016]

По химическому составу глины кислые и полукислые: Al_2O_3 – 10,27–23,15%, SiO_2 – 57,80–73,93%. Содержание красящих оксидов высокое: Fe_2O_3 – 3,55–5,65 %. Показатель огнеупорности – 1400–1480 °С.

На основании лабораторно-технологических испытаний выяснено, что глины Сергеевского месторождения весьма чувствительны к сушке и обжигу, но при значительном отощении шамотом (до 40–60%) могут быть использованы для производства грубых керамических изделий. Кроме того, рассматриваемые глины пригодны для производства качественного глинистого раствора, используемого при бурении.

Горшеченское проявление расположено в Горшеченском районе Курской области, в 1 км к северу от поселка Горшечное. Полезная толща приурочена к отложениям киевской свиты палеогеновой системы. Глины присутствуют в виде линз, слоев среди песчаного разреза. Средняя мощность их составила 6,0 м, вскрышных пород – 4,2 м.

Глины коричневые, красно-коричневые, пестро-цветные, среднепластичные (число пластичности 19,9–23,0 ед.), низко- и среднedisперсные (содержание частиц менее 0,001 мм – 35,9–41,9%). Они кислые и полукислые, с высоким содержанием красящих оксидов. При обжиге дают черепок светло-оранжевого и оранжевого цвета.

На электронно-микроскопических снимках преобладают чешуйки каолинита (рис. 7.4) размером менее 5 мкм. Они неправильной формы, вызванной изменением псевдогексагональных пластинок, что выражается в расплывчатости их контуров, появлении зазубрин. Редко встречается каолинит в округлых формах со слабо выраженными псевдогексагональными очертаниями.

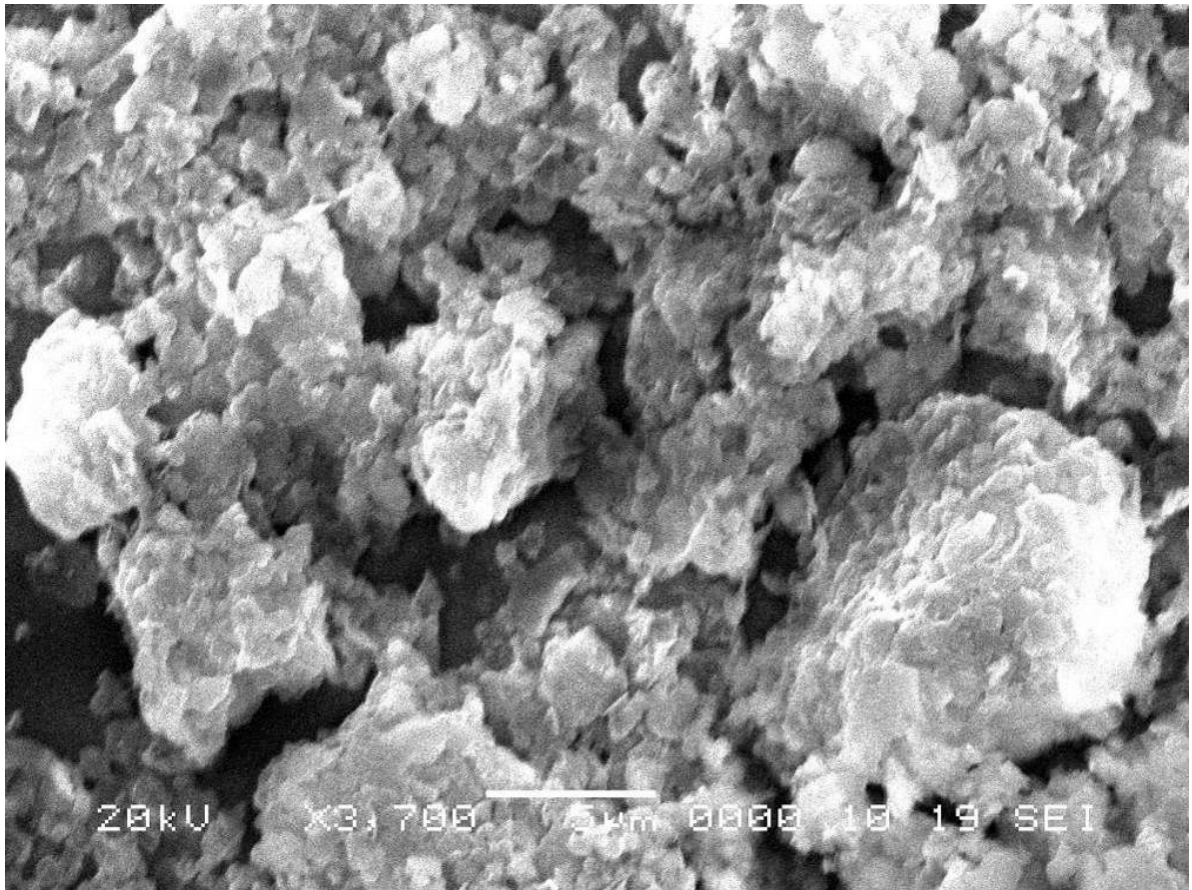
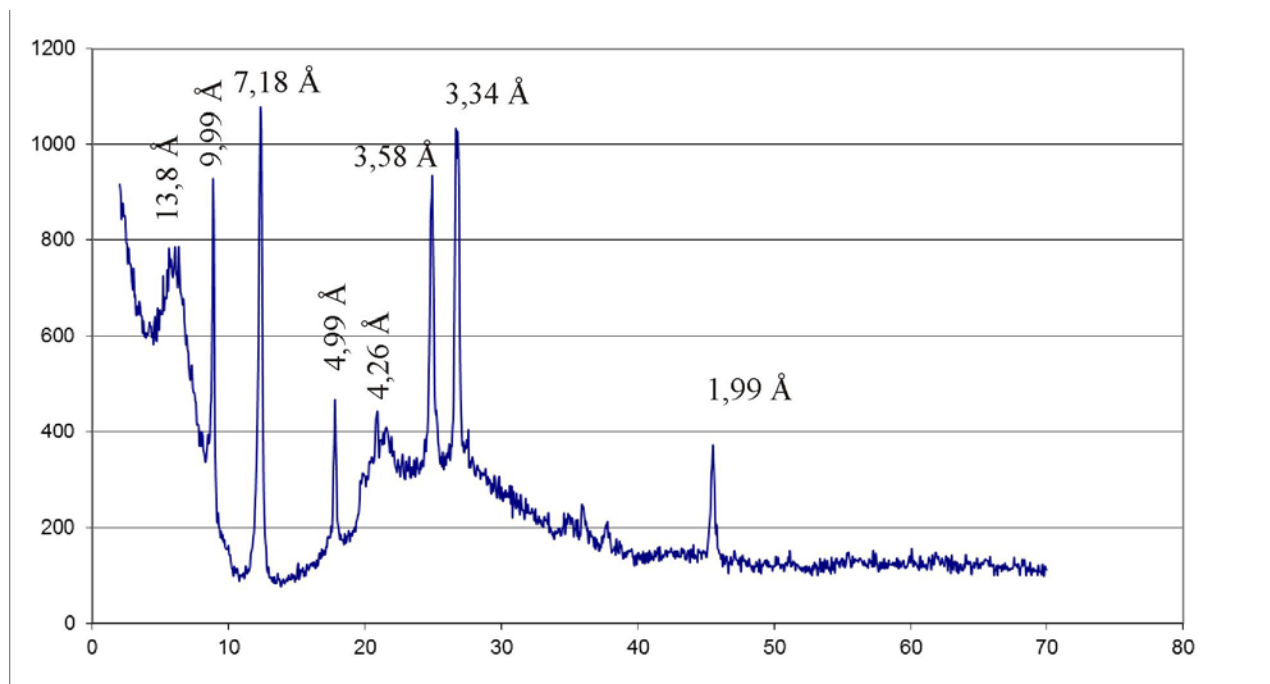


Рисунок 7.4 – Каолиниты из глин Горшеченского проявления. РЭМ JSM 6380 LV, аналитик к. г.-м. н. Н.С. Базилов.

На дифрактограммах для глин устанавливается монтмориллонит-иллит-каолинитовый состав с примесью кварца (рис. 7.5). Каолинита обычно более 50%, тогда как монтмориллонита не превышает 10-15 %.

Таким образом, исследование минерального состава глин Горшеченского проявления показал его идентичность с составом глин Сергиевского месторождения. Это дает возможность предполагать их сходные, хотя и невысокие технологические свойства.



Peak Number	Pos. [$^{\circ}2\text{Th.}$]	d-spacing [Å]	Минералы	Rel. Int. [%]	FWHM Left [$^{\circ}2\text{Th.}$]	Area [cps* $^{\circ}2\text{Th.}$]
1	6.3944	13.8111	Монтмориллонит	17.46	1.4811	356.9184
2	8.8449	9.9894	Иллит	76.81	0.1720	200.2625
3	12.3124	7.1828	Каолинит	100.00	0.2956	328.9206
4	17.7594	4.9902	Иллит	28.22	0.2019	58.9804
5	20.7861	4.2698	Кварц	6.17	0.1200	35.4139
6	21.5370	4.1227	Гетит	6.19	0.3024	21.4052
7	24.8623	3.5783	Каолинит	61.38	0.2908	191.6682
8	26.7305	3.3323	Кварц	75.13	0.3487	269.3917
9	35.9240	2.4978	Каолинит	10.47	0.1200	39.3305
10	37.6776	2.3855	Каолинит	4.12	0.3367	14.2809
11	45.4584	1.9936	Каолинит	25.13	0.2714	76.4811

Рисунок 7.5 – Дифрактограмма фракции менее 0,005 мм глин

Горшеченского проявления.

7.2. Керамические глины полтавских отложений

Отложения полтавской серии распространены в южной части Воронежской антеклизы, слагают верхние части водоразделов и представлены преимущественно кварцевыми песками и алевритами, содержащими линзы и пласты глин на отдельных участках [Бартенев, Савко, 2001]. Мощности полтавских отложений колеблется от первых до 42 м. Они наибольшие для юго-западных районов, а в центральной части поля распространения этих образований составляют 20–25 м, на севере – 10–15 м.

В наиболее полных разрезах полтавской серии выделяется 3 пачки, две нижних из них относятся к олигоцену (берекская свита), а верхняя – к нижнему миоцену (шапкинская свита). Отложения олигоцена мелководно-морские с меняющимися гидродинамическими режимами (рис. 7.6). Нижний миоцен представлен породами континентального генезиса [Холмовой, 1993].

В разрезе олигоцена отмечаются глинистые горизонты, различающиеся по литологии и минеральному составу [Бартенев, Савко 2001]. В нижней части разреза глины серые, зеленовато-серые, желтовато-серые, желтоватые, темно-серые. Мощность глинистого горизонта не превышает 3,5–4,0 м. Они состоят из каолинита, монтмориллонита и иллита (рис. 7.7, А, Б), содержание которых меняются по площади. Каолинит преобладает в серых глинах, монтмориллонит – в зеленовато-серых. Темно-серые глины, распространенные на юге Воронежской области, иллит-каолинитовые с примесью монтмориллонита. На Рудаевском месторождении охр они пригодны для изготовления керамических изделий.

На западе Курской и северо-западе Воронежской областей нередко встречаются линзовидные прослои (0,3–2,5 м) светло-серых глин, иногда с сиреневым оттенком, плотных, обычно алевритистых и запесоченных, содержащих тонкие прослойки светлосерого тонкозернистого песка или алеврита.

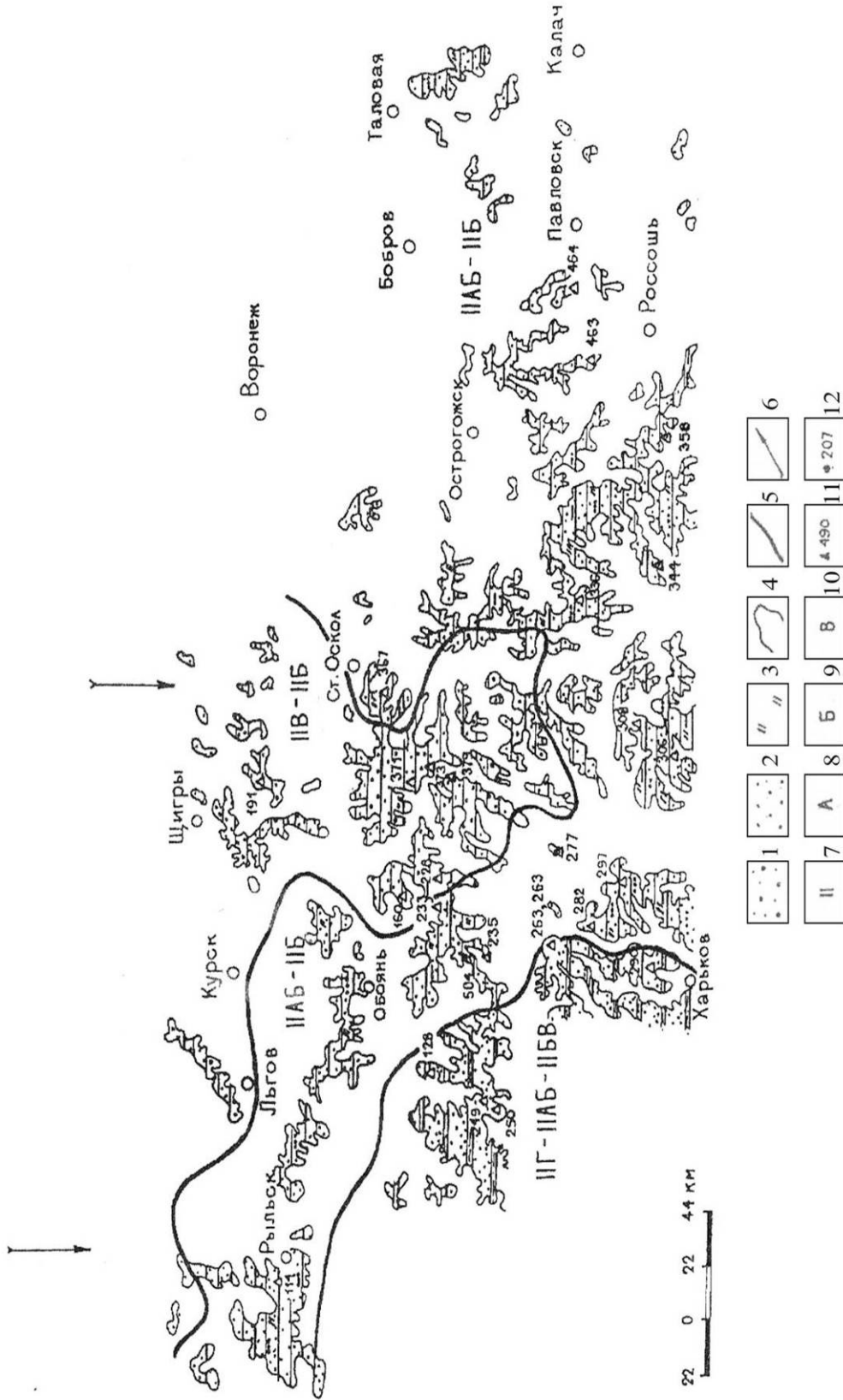


Рисунок 7.6 – Фациальная карта Воронежской антеклизы. Полтавское время.: 1 – песок разнозернистый, 2 – песок среднезернистый, 3 – слюдистость, 4 – границы распространения отложений, 5 – границы фациальных зон, 6 – направление сноса терригенного материала, 7 – мелководно-морские фацции, 8–10 – гидродинамическая активность: 8 – слабая, 9 – средняя, 10 – сильная, 11 – обнажения и их номера, 12 – скважины и их номера. По [Савко и др., 2001]

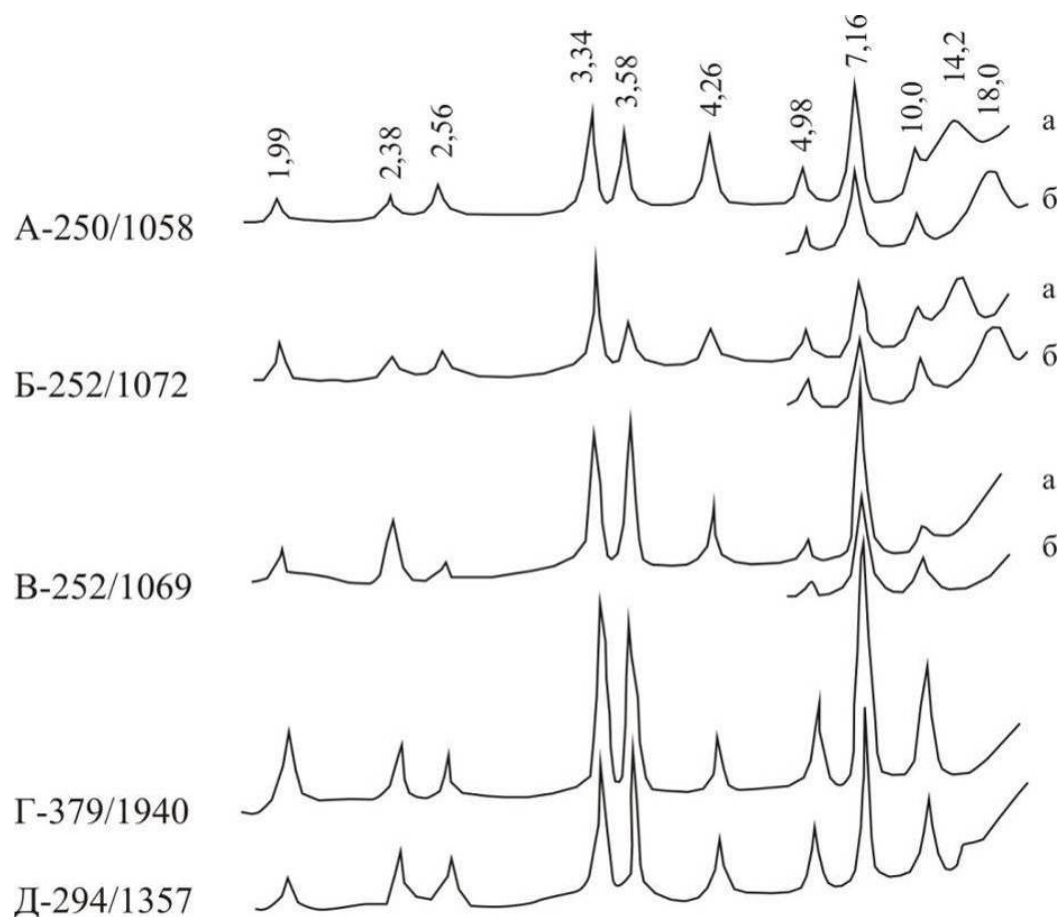


Рисунок 7.7 – Дифрактограммы фракции $<0,005$ мм пород берекской свиты: а – воздушно-сухие образцы, б – насыщенные глицерином. По [Савко и др., 2001]

Линзы глин располагаются в толще песков неравномерно, но чаще в средней или верхней частях разреза. Глины состоят из каолинита (75–90%), остальная часть приходится на иллит (см. рис. 7.7 В, Г, Д).

В последнее время на юге Воронежской области открыто новое крупное месторождение керамических глин с запасами более 100 млн тонн. Оно расположено в 25 км южнее города Россошь (рис. 7.8) и приурочено к отложениям нижней части полтавской свиты олигоцен-миоценового возраста, слагающим водораздельные пространства на отметках 180–200 м.

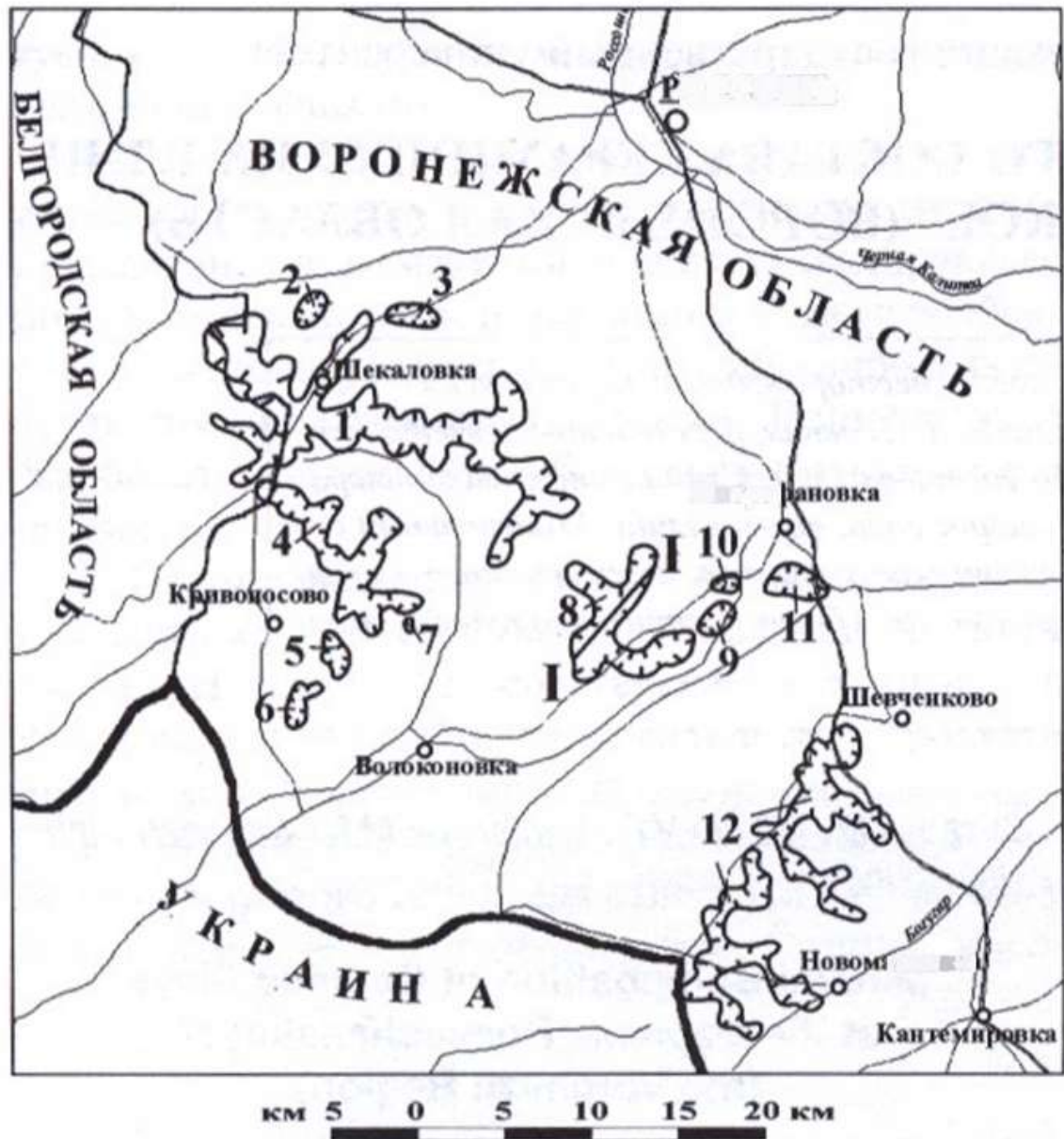


Рисунок 7.8 – Обзорная схема района Россошанского месторождения керамических глин [Горюшкин, Савко, 2006]. 1–12 – участки месторождения, I-I – линия разреза.

Подстилающими породами являются глауконит-кварцевые пески харьковской свиты верхнего эоцена, а перекрывающими – четвертичные суглинки (рис. 7.9). Общая мощность свиты более 30 м.

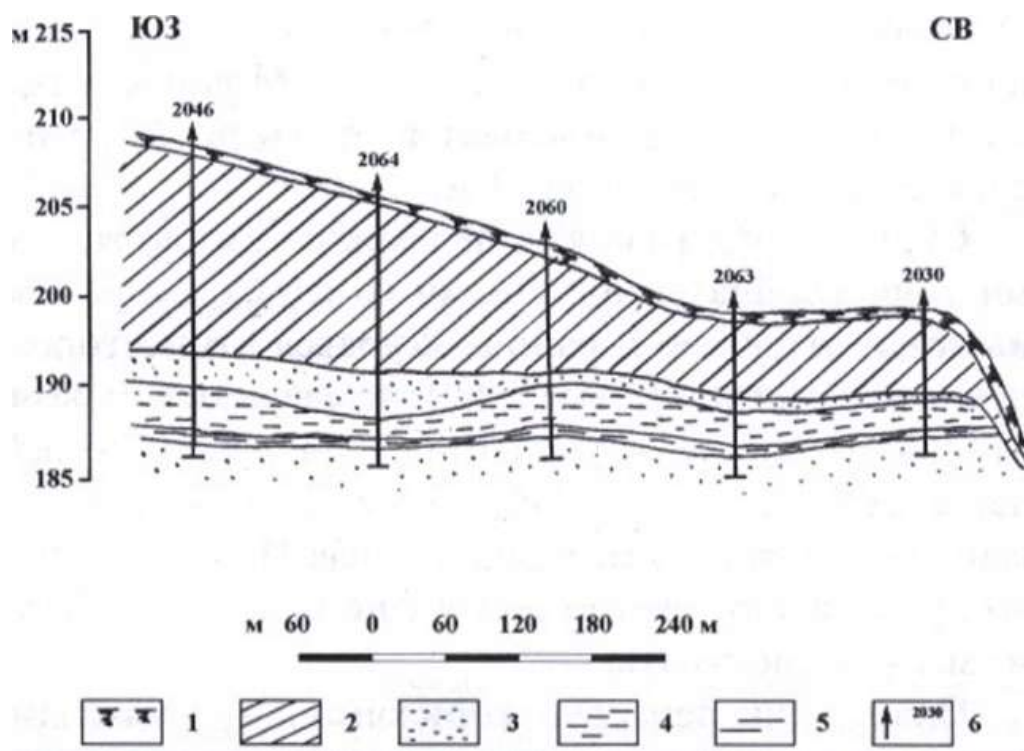


Рисунок 7.9 – Геологический разрез по участку "Шрамовский" [Горюшкин, Савко, 2006]. 1 – почвенно-растительный слой; 2 – суглинки покровные; 3 – пески; 4 – желтые глины; 5 – зеленые глины; 6 – скважины

Нижняя часть полтавской свиты представлена мелкозернистыми кварцевыми песками (6–8 м) с небольшим количеством глауконита и многочисленными прослоями тонкослоистых глин, количество которых увеличивается снизу вверх. Глинистые пески постепенно переходят в глины. Пласт глин повсеместно имеет двучленное строение. Нижняя его часть сложена глинами серыми с зеленоватым оттенком, верхняя – светло-желтыми. Первые внизу иногда содержат линзочки шоколадных глин.

Для светло-серых разностей характерна тонкогоризонтальная слоистость с размером слойков менее 1 мм, видимых только в увлажненных глинах и при полировке. В их верхней части появляются линзочки и прослойки светло-желтых глин, имеющих резкие, но неровные контакты. Мощность рассматриваемых глин колеблется от 0,4 до 2,5 м и в среднем составляет около 1 м.

Светло-серые разности перекрыты светло-желтыми тонкослойчатыми глинами со слоями разных цветов и оттенков. В районе Журавского месторождения охр светло-желтые глины замещаются охрами. Мощность светло-желтых разностей колеблется от 0,5 до 1,5 м. Общая же мощность пласта глин 2,8 м. В районе села Поддубное резко преобладают светло-серые глины, а у села Шрамовка – светло-желтые.

Пласт глин перекрыт горизонтально-слоистыми пестроцветными полтавскими песками мощностью до 17 м с линзами песчаников различной крепости и светло-коричневыми суглинками мощностью до 20 м (см. рис. 7.9), содержащими в основании шоколадные и темно-коричневые горизонтально-слоистые глины мощностью до 5 м.

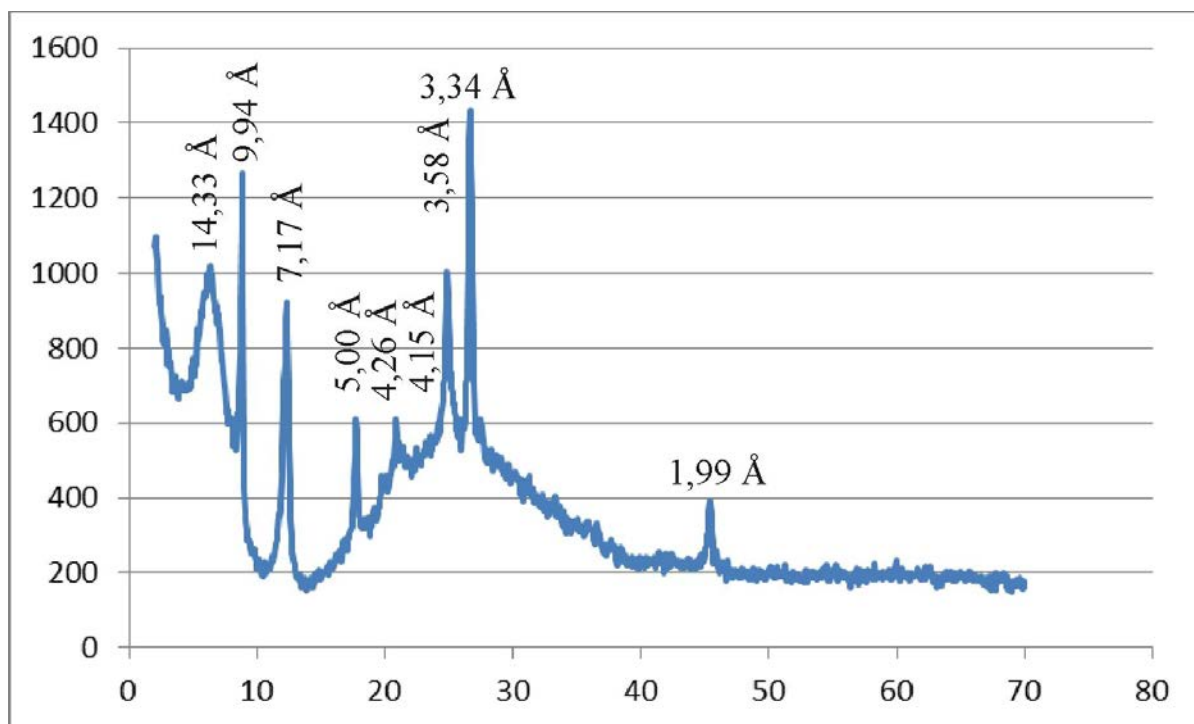
Светло-желтый цвет глин и пестрая окраска залегающих над ними песков, как и образование охр, обусловлены эпигенетическими процессами в неоген-четвертичное время при воздействии на глины подземных вод на границе водоупор (глины) и водоносный горизонт (пески) [Горюшкин, Савко, 2006]. Красящим минералом является гетит.

Изучение гранулометрического состава глин показало высокое содержание в них фракции менее 0,001 мм (обычно более 50%) и низкое – алеврито-песчаной, поскольку общий остаток на сите 0,063 мм составляет 1,89–8,36%. Все это позволяет относить глины к средне- и высокодисперсным. В последних, составляющих не более 3% от объема глин и развитых в остальных прослоях, количество фракции менее 0,001 мм несколько больше 60%, а алеврито-песчаная примесь не превышает 2%.

Низкодисперсные глины эпизодичны. Высокая и средняя дисперсность глин обуславливает большое число пластичности, по которому они относятся к высоко- и среднепластичным. Обычно показатели дисперсности и пластичности несколько большие у светло-серых глин по сравнению с желтыми, что вызвано уменьшением содержания фракции менее 0,001 мм в последних. Глины относятся к группе с низким содержанием крупнозернистых включений, причем 29% – это группа с мелкими

включениями, 71% – со средними. Включения представлены гидроокислами железа размером 0,5–2,0 мм и зернами кварца (0,5–2,5 мм). Цвет обусловлен ожелезнением.

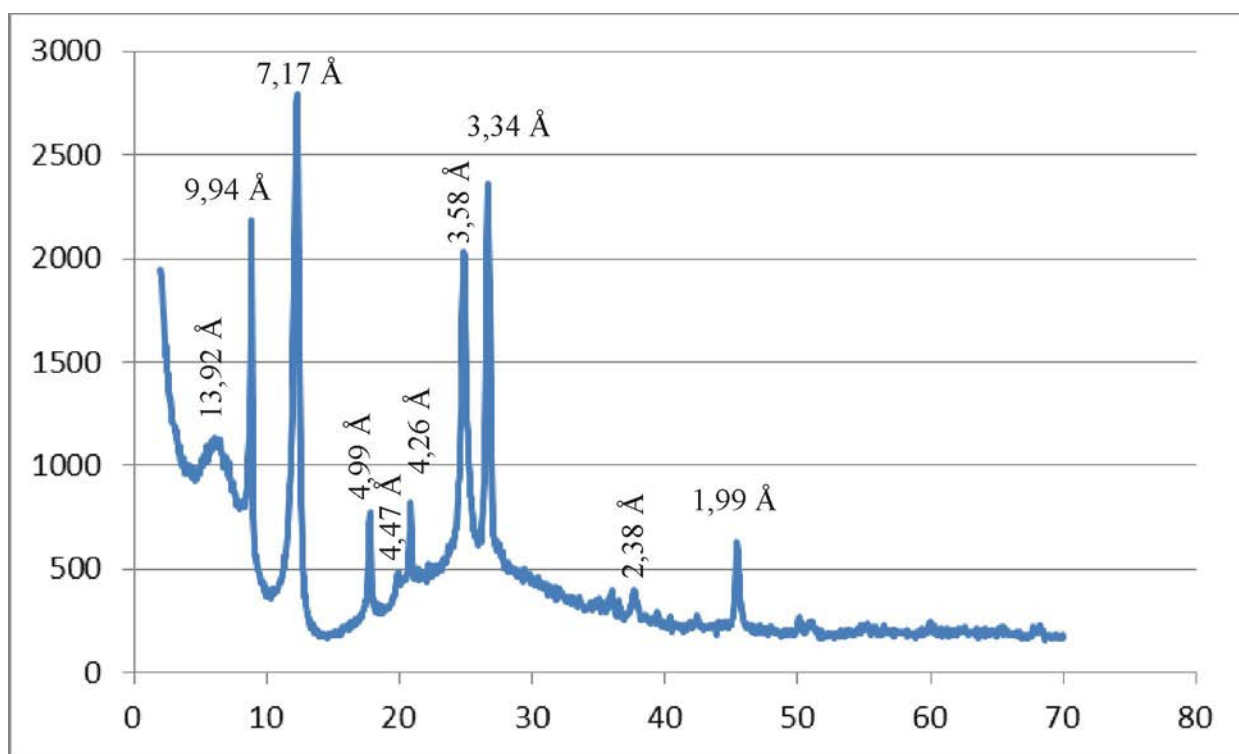
По данным рентгеноструктурного анализа состав глин монтмориллонит-иллит-каолинитовый. Монтмориллонит определяется по межплоскостным расстоянием 13,93–14,33 Å; иллит – 9,94 Å, 5,0 Å, 3,34 Å; каолинит – 7,18 Å, 4,47 Å, 3,58 Å. В пробе также присутствует кварц (рис. 7.10).



Peak Number	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Минералы	Rel. Int. [%]	FWHM Left [°2Th.]	Area [cps*°2Th.]
1	6.16(6)	14.33068	Монтмориллонит	40.29	1.5(1)	795.53
2	8.891(1)	9.93774	Иллит	100.00	0.35(2)	166.42
3	12.33(1)	7.17285	Каолинит	65.48	0.70(3)	312.50
4	17.72(2)	5.00000	Иллит	28.99	0.38(5)	87.56
5	20.83(9)	4.26026	Кварц	8.23	0.2(2)	15.29
6	21.4(2)	4.15694	Гетит	6.61	2(1)	73.29
7	24.85(3)	3.58063	Каолинит	36.77	0.50(6)	180.28
8	26.64(1)	3.34354	Кварц	88.28	0.28(2)	248.36
9	45.4020	1.99765	Каолинит	27.44	0.2952	55.18

Рисунок 7.10 – Дифрактограммы фракции менее 0,005 мм глин

Шрамовского месторождения



Peak Number	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Минералы	Rel. Int. [%]	FWHM Left [°2Th.]	Area [cps*°2Th.]
1	6.3(4)	13.92618	Монтмориллонит	11.01	1(2)	368.68
2	8.888(5)	9.94182	Иллит	63.37	0.38(1)	336.92
3	12.324(6)	7.17649	Каолинит	100.00	0.71(1)	1120.35
4	17.76(1)	4.98873	Иллит	21.09	0.27(3)	97.85
5	19.83(5)	4.47293	Каолинит	4.97	0.20(9)	28.79
6	20.84(2)	4.25907	Кварц	17.10	0.21(4)	58.48
7	24.84(1)	3.58116	Каолинит	57.28	0.49(2)	582.89
8	26.661(8)	3.34084	Кварц	74.16	0.29(2)	493.00
9	36.0(1)	2.49154	Каолинит	4.13	0.4(2)	24.82
10	36.51(5)	2.45934	Кварц	4.46	0.06(7)	8.10
11	37.69(4)	2.38504	Каолинит	7.05	0.27(9)	41.10
12	39.5(1)	2.28219	Каолинит	2.79	0.2(2)	9.99
13	45.43(2)	1.99478	Каолинит	16.99	0.33(4)	117.56
14	50.14(7)	1.81787	Каолинит	3.68	0.3(1)	16.87
15	50.9(1)	1.79408	Каолинит	2.28	0.4(3)	31.53

Рисунок 7.10 (продолжение) – Дифрактограммы фракции менее 0,005 мм глин Шрамовского месторождения

По данным растровой электронной микроскопии в глинах Шрамовского месторождения встречаются 2 генерации кристаллов каолинита. Первая генерация плохо окристаллизована, чешуйки имеют размер, преимущественно менее 1 мкм (рис. 7.11 а, б). Наблюдается полное отсутствие гексагональных хорошо окристаллизованных пластинок. Такая

форма чешуек типична для аллотигенного каолинита. Каолинит второй генерации представлен вермикулярными кристаллами размером от 10 до 40 мкм (рис. 7.11 в, г). Также на снимках можно видеть изометричные кристаллы.

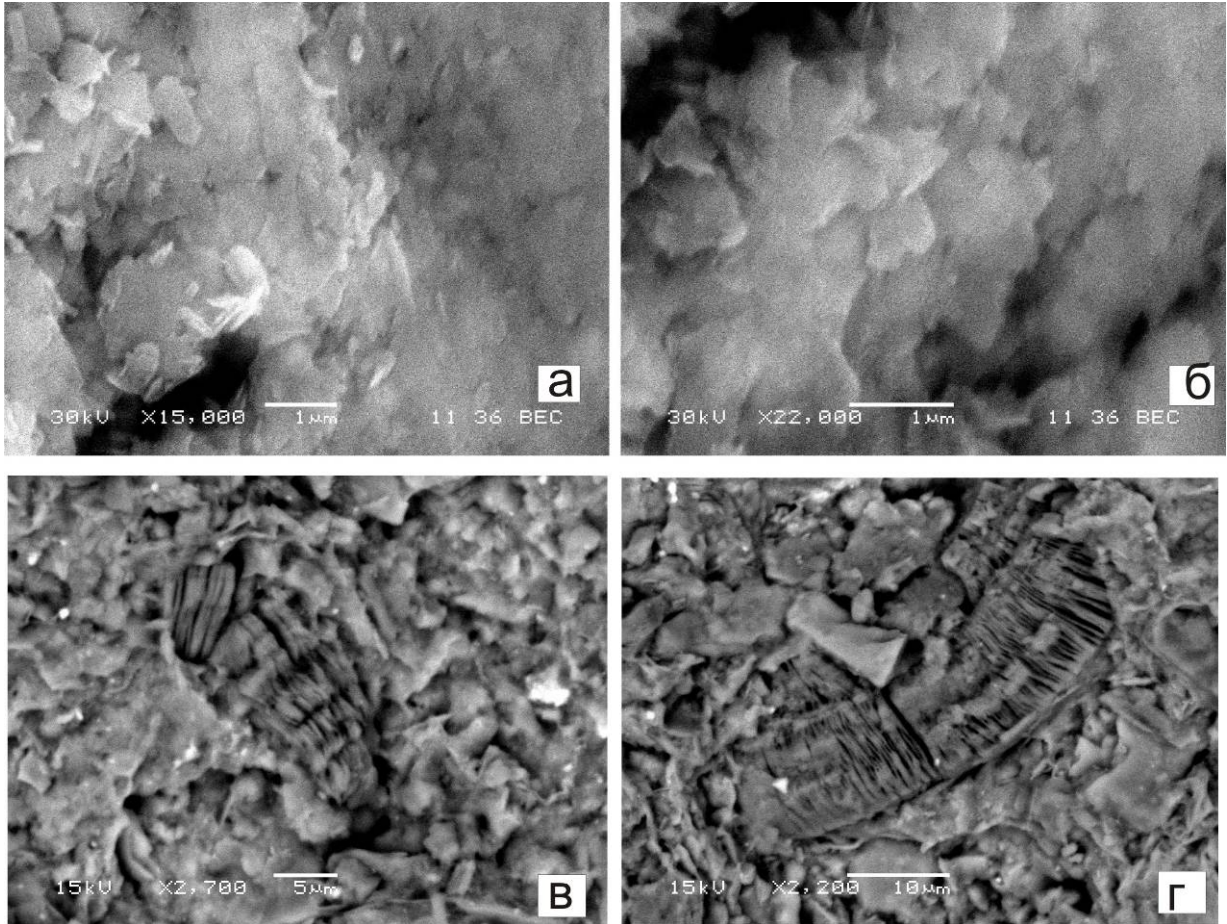


Рисунок 7.11 – Каолиниты из глин Шрамовского месторождения. РЭМ JSM 6380 LV, аналитик к. г.-м. н. С.М. Пилюгин

По содержанию глинозема глины Шрамовского месторождения относятся к группам полукислых и кислых тугоплавких (с показателем огнеупорности 1400–1560°C), с высоким и средним содержанием красящих оксидов (табл. 7.1), средне- и высокопластичным (число пластичности 18,7–28,9). При обжиге кислые разновидности дают кирпичный, полукислые – светло-коричневый цвета черепка.

Минеральный состав глины Шрамовского месторождения определяет благоприятные свойства керамического сырья. Однако, высокое содержание кремнезема ухудшает качество керамических изделий. Получать различную керамическую продукцию высокого качества возможно путем введения корректирующих добавок. Так, например, добавление нефелинового концентрата приводит к улучшению спекаемости; доломита или мела – регулирует влажностное расширение; кварцевого песка – уменьшает термический коэффициент линейного расширения и термической стойкости изделий.

Таблица 7.1

Сокращенный химический анализ и определение показателя огнеупорности керамических глин кайнозойского возраста

№№ пп	№№ пробы	Содержание в%					Показатель огнеупорности, °С
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	ппп	
1	ШР 2-1	76,58	9,92	0,58	6,31	4,21	1400
2	ШР 2-2	81,04	9,20	0,59	2,68	4,26	1430
3	ВШ 1	59,57	22,58	1,22	4,63	8,56	1560
4	КЯ 1-1	66,80	15,20	1,41	6,99	7,87	1480
5	КЯ 1-2	68,05	15,80	1,40	5,95	7,30	1480

7.3. Керамические глины шапкинских отложений

В раннем миоцене сформировались отложения шапкинской свиты (см. табл. 1.7). Этот стратотип описан в опорном обнажении Е.М. Розановской и назван "шапкинской толщей" (рис. 7.12). Глины шапкинской свиты развиты на возвышенных участках водораздельных пространств рек Псела, Ворсклы, Северного Донца, Оскола, где повсеместно залегают на песчаных породах полтавской серии олигоцена. Рассматриваемые образования образуют крупные линзы в песчаных породах и в виде цепочек прослеживаются с севера на юг на западе Курской и Белгородской областей. Мощность

шапкинских отложений составляет в среднем 8–10 м, глубина залегания от поверхности от 1–2 до 10 метров. Возраст свиты по аналогии с подобными образованиями Левобережной Украины определяется ранним неогеном [Холмовой и др., 2014].

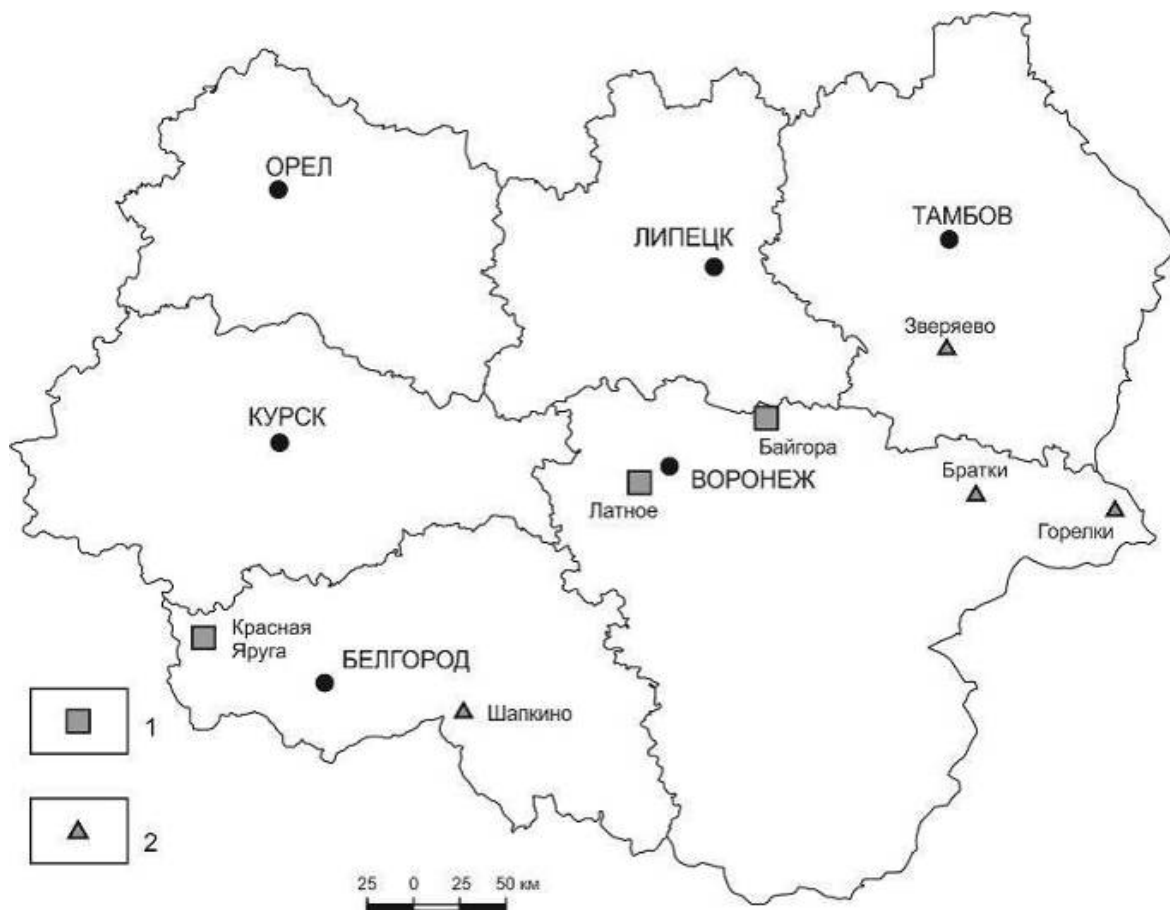


Рисунок 7.12 – Схема расположения точек изучения. 1 – месторождения, 2 – обнажения [Холмовой и др., 2014]

В шапкинской свите установлены два типа отложений – делювиально-аллювиальный и озерно-болотный [Савко, 2000; Савко и др., 2005]. В последнем преобладают озерные образования. По простиранию один тип фациальных отложений замещается другим.

С глинами озерной фации связаны месторождения (Краснопольское, Колотиловское, Краснояружское, Новеньское) и проявления (Готнянское, Курская Дуга) керамических глин в Белгородской области. Отложения озерной фации залегают в небольших впадинах преднеогенового рельефа и имеют ограниченное распространение. Они подразделяются на две пачки – нижнюю и верхнюю.

Первая представлена светло-серыми, серыми плотными среднепластичными глинами, в основании (0,8–2,4 м), тонкопесчанистыми, в кровле обогащенными гидроокислами железа в виде конкреций и в форме расплывчатых пятен размером до нескольких сантиметров. Вверх по разрезу пластичные глины постепенно переходят в полуплитчатые и сухарные разности (1,3–1,7 м), не размокающие в воде, содержащие конкреции гидроокислов железа. В подошве пачки иногда отмечаются включения базального галечника. Среди галек наблюдаются как хорошо, так и слабо окатанные, размеры их достигают 3 см. Общая мощность нижней пачки от 2,4 до 5,1 м.

Разрез верхней пачки начинается с глин (до 6,5 м). Они серые и светло-серые с оттенками голубоватых, желтоватых и розоватых тонов, вязкие, жирные, обильно впитывающие воду и интенсивно при этом набухающие, с железистыми и марганцовистыми налетами, гнездами каолинита размером до 1 см в диаметре и рассеянными гравийными зернами кварца в основании. В кровле слоя часто присутствуют конкреции углекислого кальция, достигающие иногда 20 см в диаметре. Выше залегают желтовато-бурые и светло-серые мелко- и среднезернистые глинистые кварцевые пески (от 0,7 до 2,5 м), иногда с неясной горизонтальной слоистостью, гнездами и прослойками глин. Завершается разрез отложениями делювиально-аллювиальной фации слоистыми, слюдистыми (до 2 м) представленной пестроцветными глинами с преобладанием вишнево-красных тонов, песчанистыми и сильно-песчанистыми, с прослоями кварцевых песков, разнозернистых, плохо сортированных, глинистых. Формирование шапкинских отложений происходило в цепочковидных мелких впадинах аллювиальной равнины.

Краснояружское месторождение расположено на юго-западе Белгородской области, в 4 км юго-восточнее крайних домов райцентра Красная Яруга. Полезная толща приурочена к краснояружской толще миоцена и состоит из двух горизонтов: нижний –огнеупорных мощностью до

5,3 м; верхний –тугоплавких глин, мощностью до 11,9 м. Средняя мощность полезной толщи 7,22 м. Полезная толща представлена глиной светло-серой со слабым желтоватым или зеленоватым оттенками, неслоистой, жирной на ощупь, средне- и высокопластичной, пятнами ожелезненной.

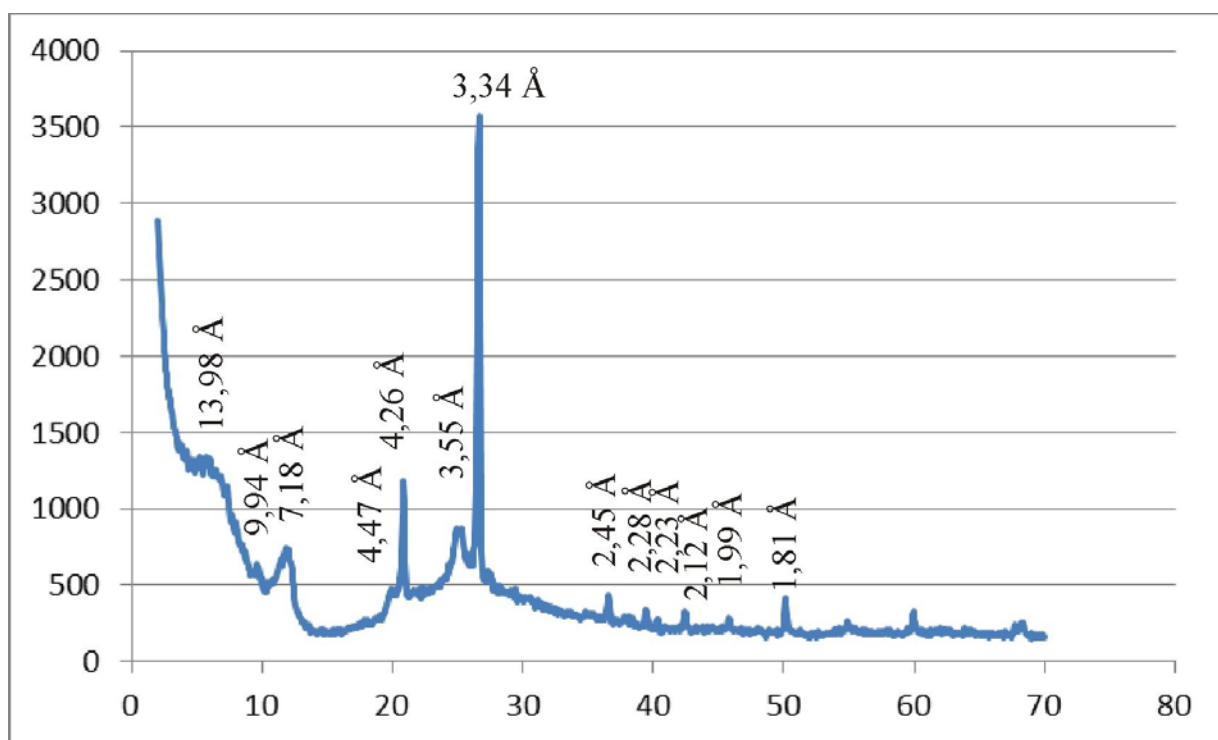
По данным рентгеноструктурного анализа глина имеет монтмориллонит-каолинитовый состав. Монтмориллонит характеризуется межплоскостным расстоянием 13,98 Å, каолинит – 7,22 Å, 4,47 Å, 3,54 Å. В пробе отмечаются кварц и следы иллита (рис. 7.13).

По данным растровой электронной микроскопии для каолинита из глин Краснояружского месторождения (рис. 7.14) размер частиц каолинита колеблется от 0,1 до 1,5–2,0 мкм, обычно менее 0,5 мкм. Гексагональные грани, характерные для неизмененного (первичного) каолинита коры выветривания, отсутствуют. Пластинчатые частички минерала имеют сглаженные (обломанные) в процессе переноса и вторичного переотложения формы. Грани пластинок обычно имеют неровные контуры, часто с волнистыми корродированными краями. По данным [Вергель и др., 2004] на электронно-микроскопических снимках каолинит отмечается в непрозрачных изометрично-пластинчатых образованиях, лишь изредка присутствуют хорошо ограниченные кристаллы.

По классификации сырья для керамической промышленности эти глины относятся к группам полукислых тугоплавких (с температурой плавления 1480°C), с высоким содержанием красящих оксидов (см. табл. 7.1), средне- и высокопластичным (число пластичности 16,6–31,3). При обжиге дают кирпичный цвет черепка.

Полиминеральный состав глин Краснояружского месторождения обуславливает их хорошие керамические свойства. Наличие каолинита препятствует вспучиванию, водопоглощению и большой усадке черепка при обжиге. Присутствие монтмориллонита обеспечивает пластификаторские свойства глинистой массы, однако этот же минерал определяет формовочную влажность (до 25,07%) и высокую чувствительность к сушке (воздушная

линейная усадка 9,80–13,20%). Обычное суммарное преобладание иллита и монтмориллонита при наличии каолинита дает возможность отнести это сырье к группе среднетемпературного спекания (1200–1250 С).



Peak Number	Pos. [°2Th.]	d-spacing [Å]	Минералы	Rel. Int. [%]	FWHM Left [°2Th.]	Area [cps*°2Th.]
1	6(1)	13.98040	Монтмориллонит	3.87	3(4)	397.43
2	9.62(4)	9.94319	Иллит	2.18	0.10(9)	14.24
3	12.00(3)	7.18158	Каолинит	10.71	1.39(8)	335.13
4	19.82(6)	4.47532	Каолинит	3.58	0.3(1)	43.66
5	20.86(1)	4.25594	Кварц	23.89	0.28(2)	142.67
6	25.08(4)	3.54826	Каолинит	9.18	0.84(9)	214.08
7	26.638(4)	3.34375	Кварц	100.00	0.241(8)	527.63
8	36.56(5)	2.45569	Кварц	5.40	0.28(8)	34.85
9	39.45(5)	2.28250	Кварц	4.11	0.23(9)	23.91
10	40.3(1)	2.23651	Кварц	2.49	0.2(2)	12.76
11	42.43(5)	2.12866	Кварц	4.17	0.20(9)	20.51
12	45.74(7)	1.98194	Кварц	3.01	0.1(1)	14.32
13	50.13(2)	1.81816	Кварц	8.26	0.20(4)	43.99
14	55.0(1)	1.66794	Кварц	1.32	1.3(3)	28.98
15	59.95(3)	1.54175	Кварц	5.81	0.20(6)	28.23
16	68.3(1)	1.37302	Кварц	2.50	1.1(2)	54.25

Рисунок 7.13 – Дифрактограммы фракции менее 0,005 мм глин Красноярского месторождения.

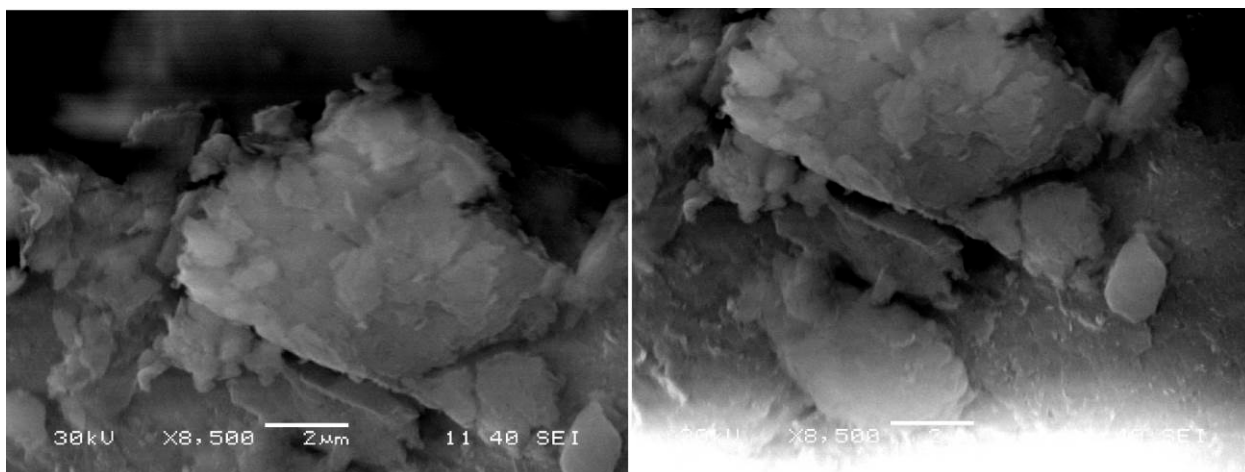


Рисунок 7.14 – Каолиниты из глин Краснояружского месторождения. РЭМ JSM 6380 LV, аналитик к. г.-м. н. С.М. Пилюгин

По результатам испытаний глин Краснояружского месторождения полузаводских проб, произведенных НИИСТРОЙКЕРАМИКА, огнеупорные глины пригодны: для изготовления огнеупорного кирпича марок Б и В, при условии добавки в шихту не менее 20% каолинита; для облицовочных плиток, при условии обогащения на сите 01 и соблюдении состава шихт и параметров; для получения художественного литья, по методике, разработанной НИИХИП для Борисовского керамического завода. Тугоплавкие глины могут применяться для изготовления тугоплавкого кирпича, при условии введения эффективных отощающих добавок.

7.4. Керамические глины усманской свиты

Нижнеплиоценовые отложения усманской свиты неогена распространены в бассейне Верхнего Дона на территории Окско-Цнинской низменности. Они сформировались в пределах широкой аллювиальной равнины [Холмовой, 1993]. Глины в этих отложениях входят в состав одного из четырех аллювиальных комплексов мощностью до 32 м. Они по составу полиминеральные, отличаются высокими значениями массовой доли глинистой составляющей, к тому же существенно увеличивающейся (на 5–10%) при дезинтеграции глинистых агрегатов. В поле развития

нижнеплиоценовых отложений по прогнозу Г.В. Холмового разведано Байгоровское месторождение керамических глин (рис. 7.15), по которому имеются наиболее полные данные, характеризующие их как полезное ископаемое. Месторождение находится в 1,5 км западнее с. Верхняя Байгора Верхнехавского района Воронежской области (см. рис. 7.1) и является типичным для глин верхнеусманской свиты [Холмовой, 1993].

В геологическом строении месторождения принимают участие отложения, представленные аллювиально-озерными отложениями нижнего плиоцена и четвертичными суглинками, разнообразными как по литологическому составу, так и генезису. Глины продуктивного горизонта слагают верхнюю часть отложений усманской свиты. Вскрышные породы представлены флювиогляциальными песками, моренными глинами и аллювиально-делювиальными суглинками общей мощностью до 11 м.

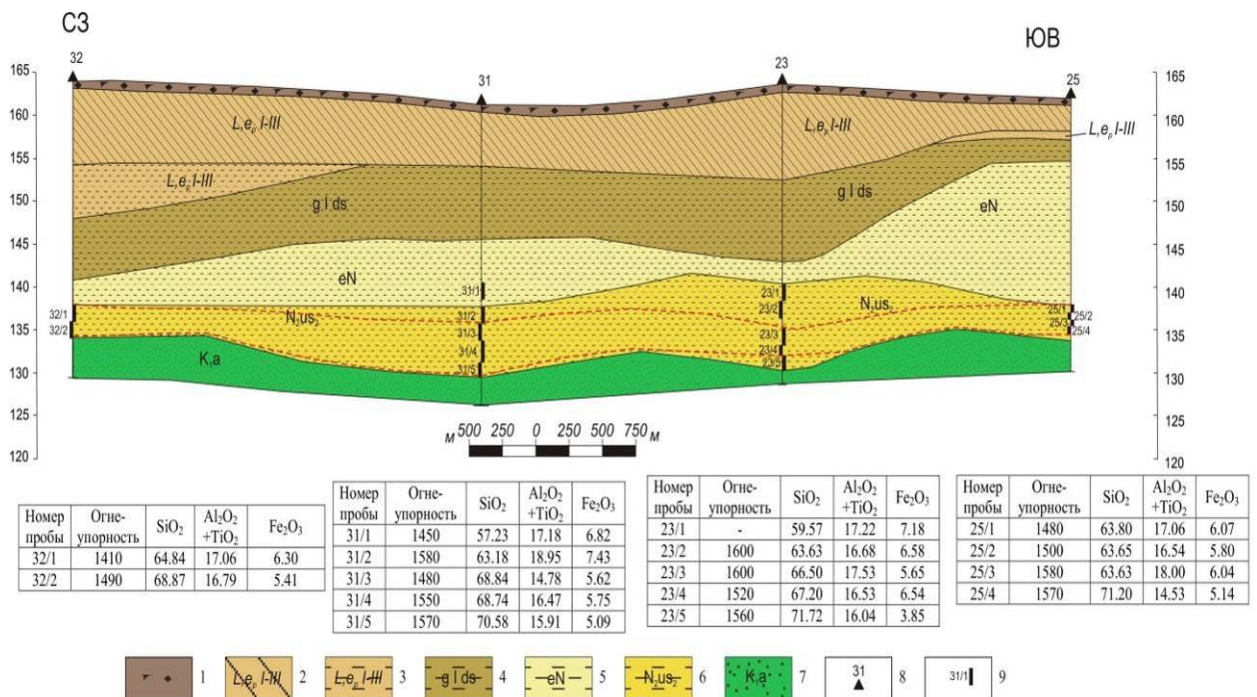


Рисунок 7.15 – Разрез Байгоровского месторождения керамических тугоплавких глин. 1 – почвенно-растительный слой; 2–3 – субэральные отложения (L.e.p. I-III): 2 – суглинки, 3 – глины; 4 – глины донской морены (g l ds); 5 – глины неогеновой коры выветривания (eN); 6 – керамические глины усманской серии плиоцена (N.us.); 7 – пески аптского яруса (K.a); 8 – скважины и их номера, 9 – пробы и их номера

Полезная толща мощностью от 3,5 до 10,0 в среднем 7,5 м представлена глинами светло-серыми с желтоватым, зеленоватым и розоватым цветами, придающими им мраморовидный облик. Они очень плотные, жирные, тугопластичные, подстилаются разномелкозернистыми, преимущественно мелкозернистыми, кварцевыми песками, желтовато-серыми, нередко с зеленоватым оттенком, в различной степени глинистыми. По гранулярному составу глины средне-, иногда высокодисперсные (фракции $> 0,005$ мм от 54,1 до 81,7%). В кровле пласта отмечаются характерные округлые красные выделения оксидов железа. Средняя мощность вскрыши составляет 20,1 м.

Отличительной особенностью минерального состава глин Байгоровского месторождения является наличие в них значительного количества каолинита (37,5–72,5%) и монтмориллонита щелочноземельного типа (25,0–47,5%) при малом содержании иллита (0–10%) [Холмовой, 1985; 1993]. Такой состав свидетельствует о переработке глин процессами «проточного диагенеза» в условиях раннеплиоценовой аллювиальной равнины, хотя и в значительно меньшей степени, чем для таковой аптского возраста, рассмотренной в главе 6.

По содержанию глинозема глины кислые (Al_2O_3 – 12,0–15,63, TiO_2 – 0,23–0,94, SiO_2 – 57,60–76,67); с высоким содержанием красящих оксидов (Fe_2O_3 – 3,53–7,46); п.п.п. – 3,41–10,28. Показатель огнеупорности – 1380–1520 °С [Вергель и др., 2004; Холмовой и др., 2014], что позволяет относить глинистое сырье Байгоровского месторождения к тугоплавкому типу. По спекаемости эти глины сильно- и среднеспекающиеся, низко- и среднетемпературного спекания, с широким интервалом спекания (1030–1250 °С). По пластичности они относятся к высокопластичным с числом пластичности более 25, иногда до 55. Цвет черепка после обжига коричневатокрасный, светлокрасный, темнокрасный, светлобурый, часто с волосяными трещинами и вспучиванием. Рассмотренное глинистое сырье

является пригодным для производства низкосортных керамических изделий из-за повышенных содержаний железа (более 2,5%) и недостаточного количества оксида алюминия. С добавками других, менее пластичных глин они могут применяться для производства облицовочных материалов, половых плиток и кислотоупоров.

Полузаводские испытания, произведенные во ВНИИСТРОМе, установили пригодность глин для производства пустотелого облицовочного кирпича марки 100 согласно ГОСТ 7484–69. При этом шихта должна иметь следующий состав: пестроцветных глин 15,8%, сухарных глин 8,6%, темно-серых глин 32%, песков 23,6%, шамота, изготовленного из равной смеси пестроцветных и сухарных глин [Холмовой и др., 2014]. Темно-серые глины, с добавкой 20% сухарных глин и шамота, изготовленного из равной смеси этих глин, пригодны для производства пустотелого кирпича марки 150.

В раннеплиоценовое время по Г.В. Холмовому [1993] формирование керамических глин байгоровского типа происходило в пойменной фации констративной фазы накопления долинного аллювия. При этом наиболее мощные глины накапливались между локальными поднятиями или перед ними. Так Байгоровское месторождение керамических глин приурочено к Приваловскому неотектоническому поднятию третьего порядка. Источником сноса для каолинита, по мнению этого автора, служили каолиновые глины из аллювиальной толщи апта, развитой северо-западной месторождения. Вместе с тем, учитывая значительную мощность аллювия усманской свиты подвешенность слоев глин в ней, процессы «проточного» диагенеза, приводящие к повышению содержания каолинита, вполне могли иметь место.

По данным работы [Холмовой и др., 2014] наиболее перспективны для поисков тугоплавких глин прибортовые части долин достаточно крупных рек раннеплиоценового возраста. Здесь формировались линзы старичных глин среди среди песчаных образований за счет размыва девонских и

нижнемеловых пород в источниках сноса, глинистая составляющая которых имела иллит-каолинитовый состав.

Таким образом, в кайнозойе установлены четыре стратиграфических уровня образования керамических глин, по два в палеогене и неогене. В палеогене это киевский (средний эоцен) и берекский (верхний олигоцен) уровни, в неогене – шапкинский (нижний миоцен) и усманский (нижний плиоцен).

В *киевское время* формирование керамических глин происходило в мелководно-морских условиях [Савко и др., 2001; Савко и др., 2004] при размыве аптских и палеозойских каолинитсодержащих пород. Мелководно-морские фации неблагоприятны для формирования керамических глин, так как каолинит – главный минерал, определяющий их свойства не устойчив в щелочной морской среде. Это подтверждается дифрактограммами, на которых содержание каолинита, смектита и иллита примерно одинаковое. Поэтому киевские отложения наименее перспективны из рассматриваемых для выявления в них меторождений керамических глин.

В *берекское время* при регрессии палеогенового бассейна в прибрежно-морской зоне мелководного бассейна образовались полиминеральные керамические глины Шрамовского месторождения. Источником сноса для них помимо содержащих каолинит аптских и палеозойских пород были палеогеновые, особенно киевские отложения. Невысокие технологические свойства керамического сырья обусловлены значительным содержанием в нем монтмориллонита и иллита, характерных для морских обстановок.

Миоценовые тугоплавкие глины образовались в озеровидных старичных бассейнах выровненной аллювиальной равнины в перстративную фазу накопления аллювия. Их разрез сходен с перевернутым каолиновым профилем выветривания, когда в нижней части первого залегают каолиновые глины, а в верхней – полиминеральные. В глинах новопетровской свиты встречены вермикулярные кристаллы каолинита, что может быть свидетельством проточного диагенеза [Бортников и др., 2010].

Следовательно, в озерно-болотных условиях происходило дозревание глинистого осадка, поэтому отложения новопетровской свиты миоцена наиболее перспективны из кайнозойских для наращивания минерально-сырьевой базы керамических глин.

В *плиоценовое время* формирование керамических глин байгоровского типа происходило в пойменной фации констративной фазы накопления долинного аллювия [Холмовой, 1985; Холмовой 1983]. При этом наиболее мощные глинистые толщи накапливались между локальными поднятиями или перед ними. Источником сноса для каолинита, служили каолинитовые глины из аллювиальной толщи апта, развитой северо-западной месторождения и размывающейся притоками крупной неогеновой реки. Вместе с тем, учитывая значительную мощность аллювия усманской свиты, подвешенность слоев глин в ней, можно предполагать наличие процессов проточного диагенеза, сходными с таковыми в озерно-болотных условиях аптского времени [Бортников и др., 2010], приводящих к повышению содержания каолинита. Следовательно, глины плиоцена наиболее перспективны в качестве керамического сырья. По мнению Г.В. Холмового [Холмовой, 1985; Холмовой 1983], наиболее перспективны для поисков тугоплавких глин прибортовые зоны долин достаточно крупных рек со слабо констративным аллювием, в области питания которого эродировались глинистые породы.

Технологические свойства можно прогнозировать после проведения полевых и лабораторных исследований вещественного состава глин. Для керамических глин следует выбирать участки с минимальным содержанием монтмориллонита в их составе. Различные добавки могут перевести рассматриваемые керамические глины в более высокие сорта.

Глава 8. МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ГЛИН ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Несмотря на то, что керамические глины являются одним из самых важных и ценных видов сырья на территории Центрально-Черноземного экономического региона, однако минерагеническому районированию для данного вида сырья не уделено должного внимания. Так, для листа масштаба 1:1 000 000 М-37 (Воронеж) [Государственная геологическая., 2011] (рис. 8.1) выделяется лишь Воронежский минерагенический район, в то же время на листе N-37 (Москва) [Государственная геологическая., 1999], несмотря на наличие в его пределах крупных месторождений, не выделены районы развития керамических глин. Также не выделены более крупные таксоны – минерагенические зоны.



Рисунок 8.1 – Выкопировка из схемы минерагенического районирования листа М-37 (Воронеж)

Воронежский минерагенический район, согласно предлагаемому районированию, приурочен к распространению песчано-глинистых отложений аптского яруса нижнего мела и объединяет Латненское месторождение огнеупорных глин и Большекарповское тугоплавких, однако,

при минерагеническом районировании не были учтены особенности генезиса аптских глин.

Помимо аптских, месторождения и проявления керамических глин известны в отложениях киевской (эоцен), берекской (верхний олигоцен), шапкинской (нижний миоцен), усманской (нижний плиоцен) свит. С киевскими образованиями связано Сергиевское месторождение и Горшеченское проявление низкокачественных керамических глин, с берекскими – крупное, но некондиционное, Россошанское, с шапкинскими – мелкие Краснопольское, Колотиловское, Краснояружское, Новенькое, с усманскими – среднее по запасам Байгоровское. Государственным балансом запасов учтены Краснояружское и Шрамовское месторождения, которые находятся в нераспределенном фонде недр.

Большой интерес представляет мамонская песчано-каолиновая толща (ПКТ) верхнего девона, развитая на юге Воронежской антеклизы [Савко и др., 2019]. С ней многие авторы связывали возможности нахождения месторождений каолинов, проводились поисково-разведочные работы на прогнозируемых участках. Но только в 2017 году было разведано первое месторождение вторичных каолинов Козынка, которые относятся к керамическому сырью. Это подтвердило перспективность ПКТ на подобные месторождения и необходимость в более обоснованном прогнозе на них.

Эта информация, ранее проведенные исследования генезиса аптских глин [Крайнов, 2015; Vortnikov et. al., 2010; Vortnikov et. al., 2011; Савко и др., 2011], а также выделенные в результате работ по ГДП-200 [Крайнов, 2015] проявления керамических глин позволяют внести существенные коррективы в минерагеническое районирование исследуемой территории.

8.1. Керамические глины мамонской толщи

С середины XX века ПКТ рассматривалась как перспективная для поисков в ней месторождений керамических глин. Начиная с этого времени,

активно проводились поисково-разведочные работы, выделялись перспективные участки, которые разбуривались разными количествами скважин, но месторождений каолинов не выявлено. При этом подсчитывались прогнозные ресурсы каолинов в десятки миллионов тонн. В качестве попутно-добываемого сырья принимались кварцевые каолинсодержащие и относительно чистые пески в качестве стройматериалов, прогнозные ресурсы которых на порядок выше, чем каолинов. В работе [Савко и др., 2012] выделены прогнозные участки для постановки поисково-разведочных работ на каолины (4 участка) и кварцевые пески (6 участков). Постепенно пришло осознание того, что кварцевые пески сами по себе или попутно добываемые, представляют не менее ценное, чем каолины, полезное ископаемое как стекольное, формовочное и строительное сырьё. Вместе с тем содержащие каолинит разности песков могут служить источником получения обогащенного каолина. В 2017 году в пределах листа М-37-ХVII (Павловск) выявлено месторождение вторичных каолинов Козынка [Савко и др., 2018].

После выявления этого месторождения, нами выделена ***Мамонская минерагеническая зона*** по границе распространения ПКТ. Территориально она приурочена к югу Воронежской области, частично, к востоку Белгородской, северу Ростовской и северо-западу Волгоградской областей (рис. 8.2). Общая площадь её распространения около 28 000 км² и четко разделяется на 3 участка: Западный, Центральный и Восточный.

Западный участок протягивается от границы Курской и Белгородской областей до г. Павловска на 280 км при ширине полосы от 25 до 60 км. Этот участок наименее перспективен на огнеупорное сырьё, ввиду резкого преобладания обломочных пород и большой мощности перекрывающих отложений (от 40 до первых сотен метров).

Центральный участок располагается к востоку от долготы г. Павловска до г. Калач. Его длина и ширина порядка 60 км каждая. Восточный участок прослеживается восточнее долготы г. Калач. Именно по границам

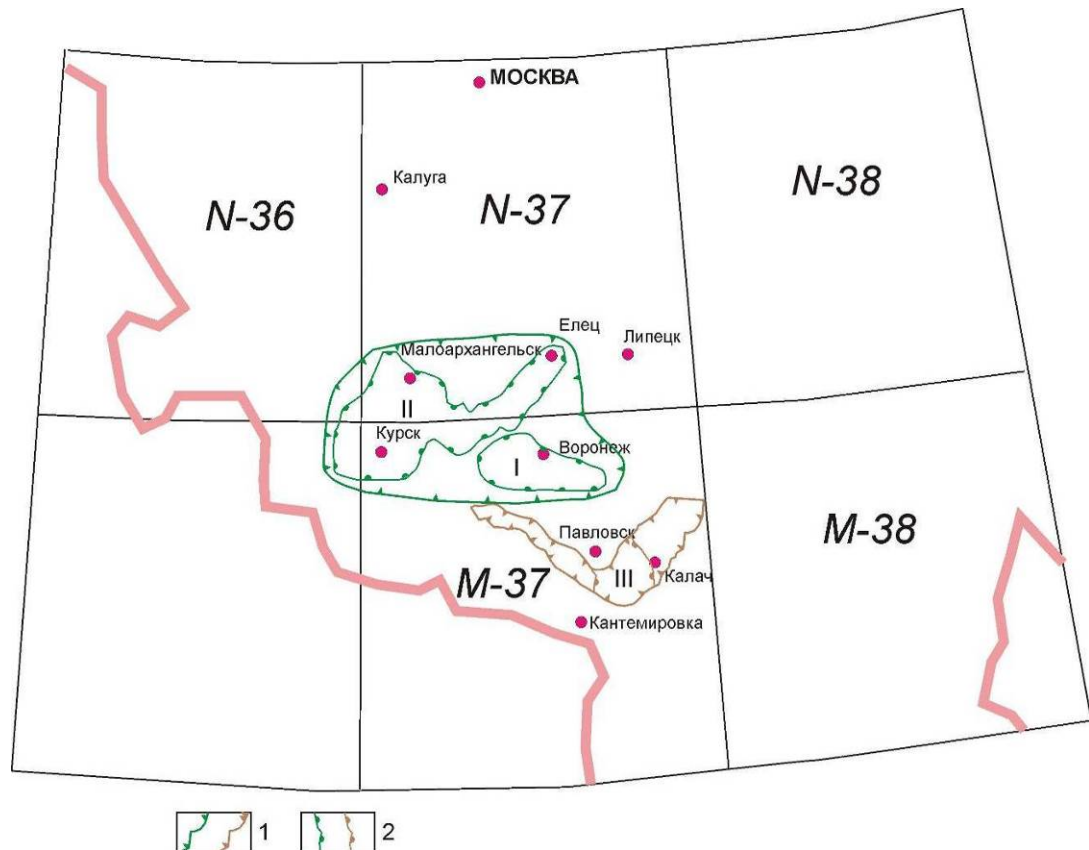
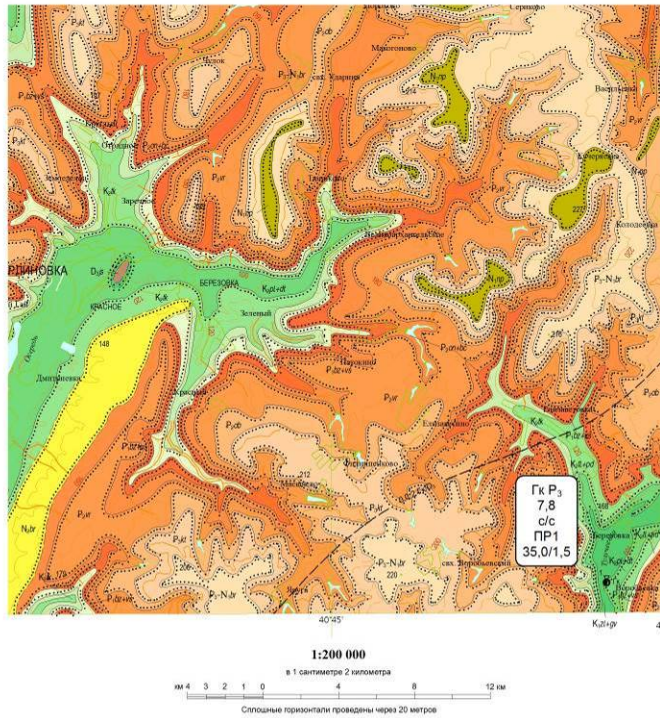


Рисунок 8.2 – Предлагаемая схема минерагенического районирования для керамических глин листов N-37, M-37. Условные обозначения: 1 – зеленым – Малоархангельск–Воронежская минерагеническая зона; коричневым – Мамонская минерагеническая зона; 2 – минерагенические районы: I – Воронежский, II – Курско-Елецкий, III – Павловск-Калачский

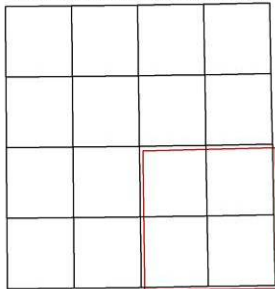
территории центрального участка выделен Павловск-Калачский минерагенический район. Основанием послужило наличие месторождения, а также выявленные на фациальных картах континентальные фации, благоприятные для формирования месторождений керамических глин.

Здесь мамонская песчанно-каолиновая толща содержит относительно мощные пласты глин и каолинитсодержащих песков и залегает неглубоко. При проведении работ по ГДП-200 листа M-37-XI (Бобров) в пределах Павловск-Калачского минерагенического района выявлена перспективная Воробьевская площадь (ВП) на глины керамические и огнеупорные (рис. 8.3). Основанием послужило наличие Воробьевского проявления и

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ПЕРСПЕКТИВНОЙ ВОРОБЬЕВСКОЙ ПЛОЩАДИ
НА ГЛИНЫ КЕРАМИЧЕСКИЕ И ОГНЕУПОРНЫЕ



Обзорная карта со схемой размещения перспективного объекта М-37-ХІ (Бобров)



У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

ПЕРИОД	ЭПОХА	ВЕК	СТРУКТУРНО-ФАЦИАЛЬНАЯ ЗОНА БАССЕЙНА ПАЛЕО-ДОНА		
НЕОГЕН	ПЛИОЦЕНОВАЯ	Занклий	N _{zr}	Антюповская свита. Пески разнозернистые, в различной степени глинистые, глины песчаные (до 16 м)	
			N _{zr}	Березинская свита. Глины запесоченные, пески средне-мелкозернистые, в различной степени глинистые (до 10 м)	
		Мессиний	N _{pr}	Перешибинская свита. Пески мелкозернистые, глины (до 8 м)	
	МИОЦЕНОВАЯ	Серраваллий		N _{tm}	Тамбовская свита. Алевриты глинистые, пески разнозернистые, глины и алевриты (до 38,6 м)
			N _{ur}	Уваровская свита. Пески разнозернистые, алевриты (до 13,6 м)	
		Бурдигал	N _{lr}	Новопетровская свита. Пески (до 5 м)	
ПАЛЕОГЕН	ОЛИГОЦЕНОВАЯ	Хатт	P _{3-N}	Береская свита. Пески, песчаники, глины и алевриты (до 15 м)	
		Рюпель	P _{4r}	Кантемировская свита. Пески и алевриты (до 18 м)	
	ЭОЦЕНОВАЯ	Приабон	P _{5b}	Обуховская свита. Глины, пески (до 12 м)	
		Бартон	P _{4v}	Киевская свита. Пески, песчаники, мергели и глины (до 19 м)	
		Ипр и лютет	P _{3on}	Обованская и бучакская свиты объединенные. Пески и песчаники тоно-мелкозернистые с прослоями глин (до 25 м)	
	ПАЛЕОЦЕНОВАЯ	Зеланий и тивет	P _{2ev}	Буковская и вешенская свиты объединенные. Пески и песчаники мелко-тонкозернистые, глины (до 22 м)	
	МЕЛ	ПОЗДНЯЯ	Сантон	K _{2l-rd}	Толучеевская и подгоронская свиты объединенные. Мел, мергели и опоки (до 30 м)
Коньяк			K _{2b}	Чернынская свита. Мел (до 15 м)	
Турон			K _{2k}	Тускарская свита. Мел, мел песчанистый (до 45 м)	
Сеноман			K _{2l-rd}	Полтинская и дятловская свиты объединенные. Пески (до 17 м)	
РАННЯЯ		Альб	K _{2l-rd}	Злыдинская и гавриловская свиты объединенные. Пески (до 17 м)	
		Апт	K _{2l-rd}	Криушанская и девятская свиты объединенные. Пески и глины (до 24 м)	
		ПОЗДНЯЯ	Фран	D _{2b}	Чаплыгинская свита. Пески, песчаники, алевриты и глины (до 41 м)
	D _{2r}		Ястребовская свита. Пески, песчаники, алевриты и глины (до 24 м)		

Геологические границы:
а - согласно залеганию стратиграфических подразделений - достоверные
б - предполагаемые
в - несогласное залегание стратиграфических подразделений - достоверные
г - предполагаемые

0,02 ГлОД - Перспективная Воробьевская площадь на глины керамические и огнеупорные

Гк Р3 7,8 с/с ПР1 35,0/1,5

Вид полезного ископаемого: Гк - глины керамические.
Р3,7,8 - категории и величины прогнозных ресурсов в млн т
с/с - оценка перспективности объектов. Числитель - степень перспективности: с - средняя, знаменатель - надежность ее определения: с - средней надежности 35,0/1,5 - в числителе - средняя мощность вскрыши, в знаменателе - средняя мощность продуктивного горизонта в метрах

1 - проявление керамических глин, 1 - номер проявления

Рисунок 8.3 – Геологическая карта перспективной Воробьевской площади на глины керамические и огнеупорные в пределах листа М-37-ХІ (Бобров).

континентальных фаций (озерно-болотных и аллювиальных пойменно-старичных), благоприятных для формирования месторождений керамических глин.

Для перспективной ВП на глины керамические и огнеупорные подсчитаны прогнозные ресурсы по категории P_3 . Запасы эталонного месторождения Козынка по категории C_1+C_2 10 млн т, прогнозные ресурсы по категории P_1 – 6,64 млн т, приведенные к условным запасам категории C_2 – 3,32 млн т. Удельная продуктивность эталонного объекта составляет $P_n=13,32/2,2=6,66$ млн т/км². Удельная продуктивность, приведенная к рудному узлу: $6,66$ млн т/км²* $0,2*0,2=0,266$ млн т/км². Площадь перспективной ВП составляет 147 км², коэффициент подобия $k=0,2$.

$$G_n = 0,266 \text{ млн т/км}^2 * 147 * 0,2 = 7,8 \text{ млн т. Принимаем } G_n = 7,8 \text{ млн т.}$$

Западный участок располагается к востоку от долготы г. Калач. В пределах участка в ПКТ появляются переходные и морские фации, снижается доля континентальных отложений, поэтому западный участок мало перспективен на обнаружение месторождений.

8.2. Керамические глины аптского яруса

Ранее проведенные по ним исследования, а также полученные данные при ГДП-200 листов М-37-I (Курск), М-37-II (Кшень), М-37-III (Касторное), N-37-XXXIII (Елец), позволяют внести изменения в схему минерагенического районирования для листов масштаба 1:1 000 000 N-37 и М-37 (см. рис. 8.2). *Малоархангельск–Воронежская минерагеническая зона* проходит через северную и северо-западную части листа М-37 (Воронеж), южную и юго-западную части листа N-37 (Москва), и захватывает юго-восточную и северо-восточную оконечности листов N-36 (Смоленск), и М-36 (Киев) соответственно. Зона выделена по суммарному распространению континентальных и лагунно-морских фаций апта, в которых происходило

формирование керамических глин. В пределах этой минерагенической зоны нами выделено 2 района: *Воронежский* и *Курско-Елецкий*.

Воронежский рудный район расположен в северной части листа М-37 и объединяет в себе 2 крупных месторождения огнеупорных глин: Латненское и Криушанское, а также ряд проявлений, выявленных при ГДП-200 (рис. 8.4). Его контуры приурочены к границам распространения фаций высокой и низкой аллювиальных равнин. Как показано в ранее проведенных работах [Крайнов, 2015; Vortnikov et. al., 2010; Vortnikov et. al., 2011; Савко и др., 2011], именно в этих обстановках происходило формирование огнеупорных разновидностей керамических глин. Почти мономинеральный каолинитовый состав огнеупорных глин Воронежского района обусловлен процессами «проточного» диагенеза [Савко, 1990] полиминеральных глин иллит-каолинитового состава, поступающих в седиментационный бассейн с юга территории при размыве мамонской толщи. Эти процессы разложения и выноса неустойчивых компонентов (щелочей, щелочноземельных элементов), обогащение глинистого осадка оксидами алюминия и титана вплоть до появления гиббсита происходили на аллювиальной равнине в старичных болотах, богатых органикой. При «проточном» диагенезе Fe из неподвижной трехвалентной формы переводилось в подвижную двухвалентную и мигрировало из глин, улучшая их качества

В пределах *Воронежского минерагенического района* выделено четыре минерагенических узла развития керамических глин: I – Большекарповский, II – Касторенский; III – Старо-Ведугский, IV – Латненский (см. рис. 8.4). Подсчитанные прогнозные ресурсы по трем рудным узлам по категории P_3 в сумме составляют 26,4 млн т.

Курско-Елецкий минерагенический район проходит через северную и северо-западную части листа М-37 (Воронеж), южную и юго-западную части листа N-37 (Москва), и захватывает юго-восточную и северо-восточную

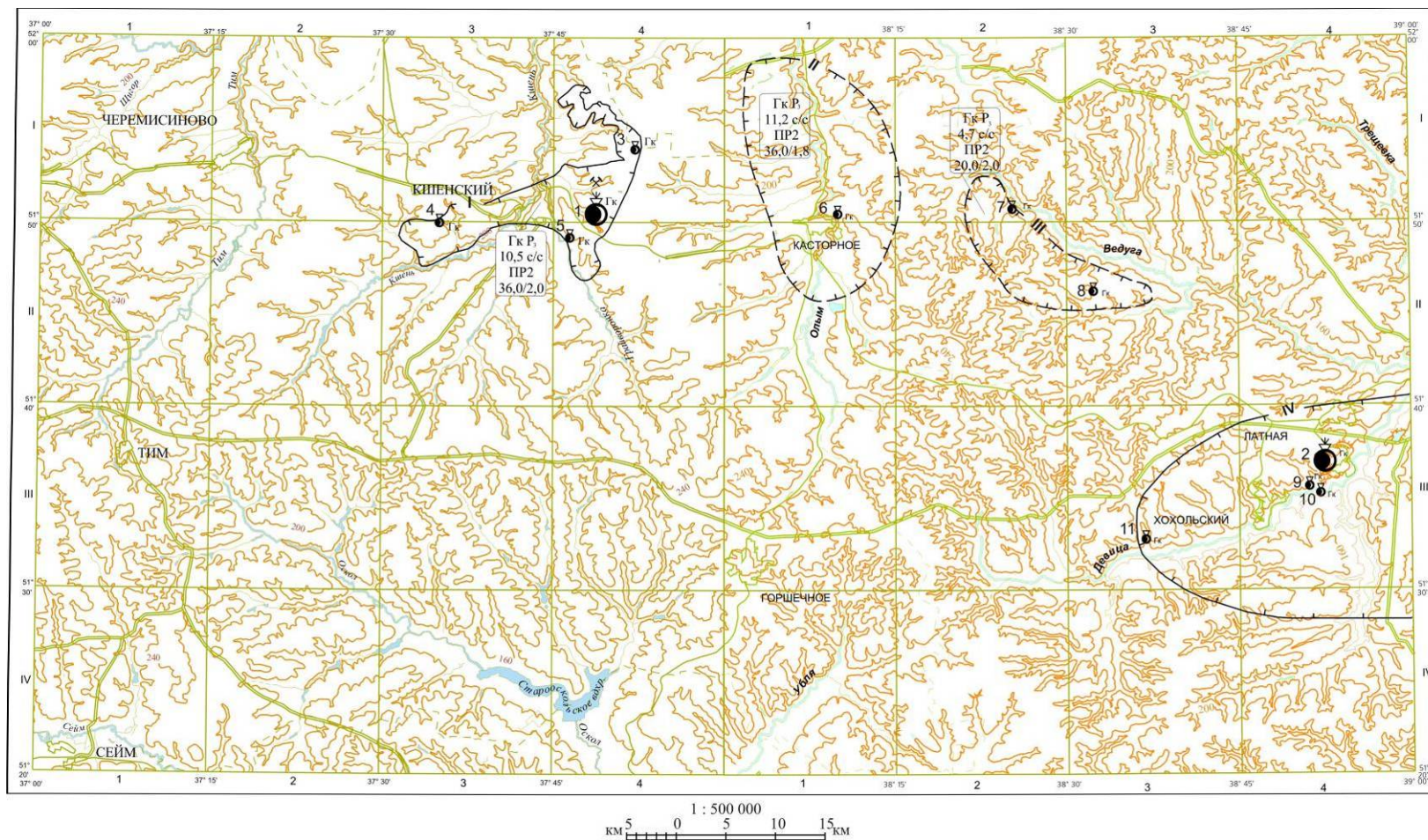


Рисунок 8.4 – Расположение рудных узлов развития керамических глин в пределах листов М-37-II (Кшенский) и М-37-III (Касторное). Рудные узлы: I – Большекарповский, II – Касторенский; III – Старо-Ведугский, IV – Латненский; месторождения: 1 – Большекарповское, 2 – Латненское; проявления: 3 – Малокарповское, 4 – Мармыжинское, 5 – Васильевское, 6 – Касторенское, 7 – Горяиновское, 8 – Гнилушинское, 9 – Бахчевское-I, 10 – Бахчевское-II, 11 – Нижнетуровское [Крайнов, 2015]

оконечности листов N-36 (Смоленск), и М-36 (Киев) соответственно. Он объединяет в себе Лукошкинское, Чибисовское, Большекарповское,.

Малоархангельское месторождение тугоплавких глин и ряд проявлений, выделено при ГДП-200 листа М-37-XXXIII (Елец). Его контуры совпадают с границами распространения лагунно-морских фаций, в которых происходило формирование тугоплавких разновидностей керамических глин. Они имеют иллит-каолинитовый состав, образовались за счет размыва КВ и продуктов их переотложения в источниках сноса. Состав глин выдержан, меняется, лишь соотношение глинистой и песчаной компонент. В благоприятных для осаждения глинистых илов обстановках лагунно-морской зоны сформировалось большинство месторождений и проявлений керамических глин. При этом «дозревания» осадка не происходило. Преобразования каолинита в щелочной лагунно-морской среде связаны с дроблением его кристаллов и некоторым разупорядочиванием структуры. Это и определяет отличие Воронежского минерагенического района от Курско-Елецкого: в пределах первого сформировались качественные **огнеупорные** разновидности керамических глин за счет «дозревания» осадка, на площади развития вторых существенных преобразований осадка не происходило и образовались **тугоплавкие** разновидности керамических глин за счет привнесенного терригенного материала.

В пределах листа N-37-XXXIII (Елец) в составе *Курско-Елецкого минерагенического района* обосновано 3 объекта – 1 рудное поле: потенциальное Афанасьевское (2.1.0.1) и 2 рудных узла: Лукошкинско-Каменский (2.1.1), и потенциальный Сновинский (2.1.2) (рис. 8.5). В пределах Лукошкинско-Каменского рудного узла выделено Чибисовско-Каменское рудное поле (2.1.1.1). Оно объединяет три средних месторождения (Чибисовское, Лукошкинское и Черкасские Дворики) и одно проявление (Соколье). В контуре Лукошкинско-Каменского рудного узла (2.1.1) выявлено 4 проявления керамических глин: Екатериновское, Зыбинковское, Каменское, Борковское; в границах потенциального

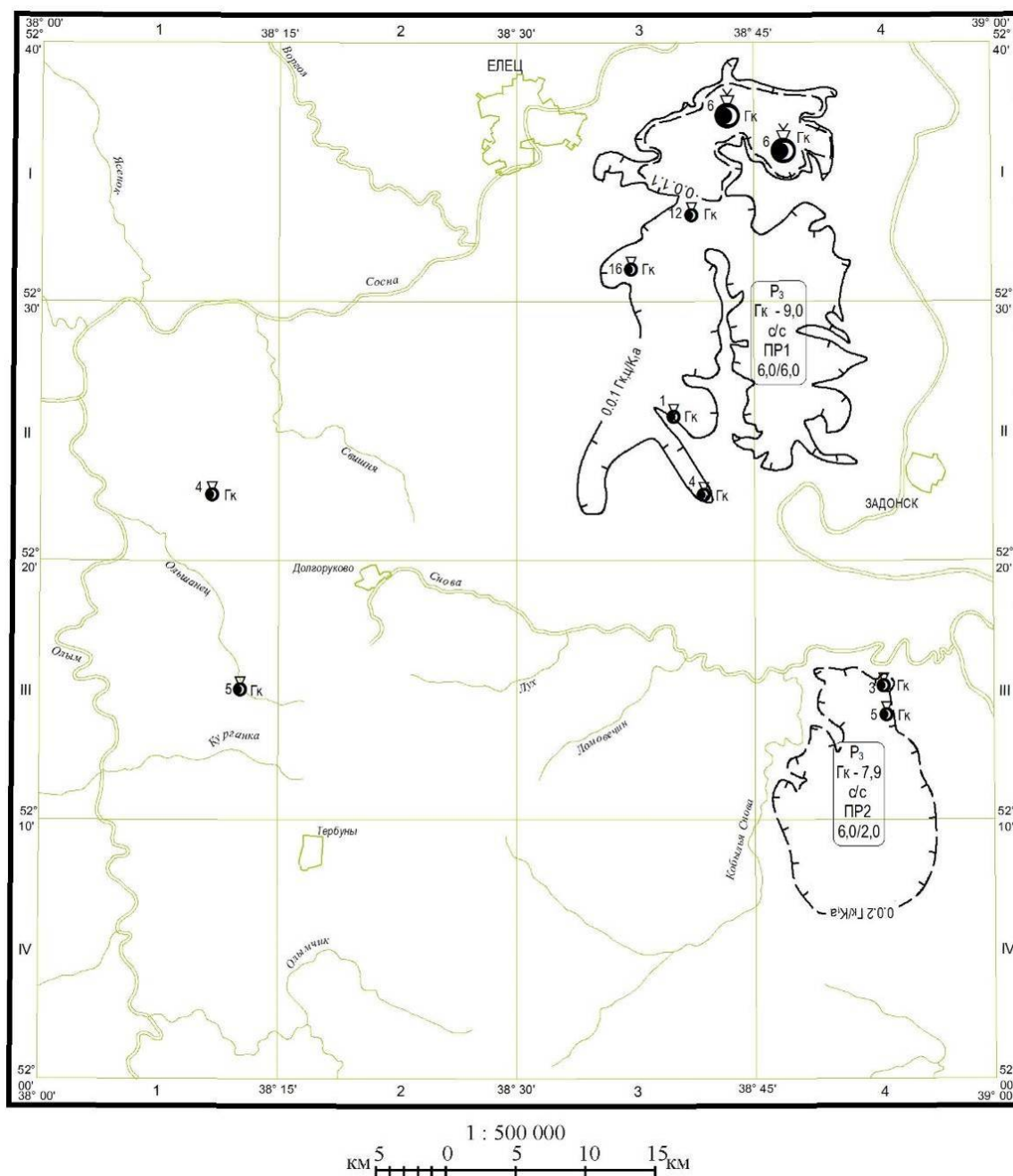


Рисунок 8.5 – Расположение рудных узлов развития керамических глин в пределах листа М-37-XXXIII (Елец). Рудные поля: 2.1.0.1 – потенциальное Афанасьевское; 2.1.1.1 – Чибисовско-Каменское рудное поле. Рудные узлы: 2.1.1 – Лукошкинско-Каменский; 2.1.2 – потенциальный Сновинский

Сновинского рудного узла (2.1.2) выделено два проявления керамических глин: Дегтевое, Сцепновское; потенциального Афанасьевского рудного поля (2.1.0.1) – одно проявление керамических глин – Вязовое.

На исследованной территории подсчитаны прогнозные ресурсы керамических глин по категории P_3 для Лукошкинско-Каменского (9,0 млн т) и потенциального Сновинского (7,9 млн т) рудных узлов. В качестве эталонного объекта при подсчетах выбрано Чибисовско-Лукошкинское рудное, удельная продуктивность которого рассчитывалась путем деления суммарных запасов и прогнозных ресурсов Лукошкинского и Чибисовского месторождений на площадь рудного поля:

$$P_n = (13923 + 8449) / 100 = 223,72 \text{ тыс. т/км}^2$$

Тогда для рудного узла удельная продуктивность:
 $P_n = 223,72 \text{ тыс. т/км}^2 * 0,5 = 111,86 \text{ тыс. т/км}^2$.

Лукошкинско-Каменский минерагенический узел: $S_n = 351 \text{ км}^2$, $k = 0,8$. $G_n = 111,86 \text{ тыс. т/км}^2 * 351 * 0,8 - (13923 + 8449) = 9038,29 \text{ тыс. т}$ или $G_n = 9,0 \text{ млн т}$

Прогнозируемый Сновинский минерагенический узел: $S_n = 141 \text{ км}^2$, $k = 0,5$. $G_n = 111,86 \text{ т/км}^2 * 141 * 0,5 = 7886130 \text{ т}$. Принимаем $G_n = 7,9 \text{ млн т}$.

8.3. Керамические глины кайнозоя

В кайнозое установлены четыре стратиграфических уровня образования керамических глин, по два в палеогене и неогене. В палеогене это киевский (средний эоцен) и берекский (верхний олигоцен) уровни, в неогене – шапкинский (нижний миоцен) и усманский (нижний плиоцен) (см. рис. 7.1). К первому уровню приурочено Сергиевское месторождение, Горшеченское проявление керамических глин, ко второму – Шрамовское (Росошанское), к третьему – Краснояружское, Краснопольское, Колотиловское и другие, к четвертому – Байгоровское месторождения

Технологические свойства можно прогнозировать после проведения полевых и лабораторных исследований вещественного состава глин. Для керамических глин следует выбирать участки с минимальным содержанием монтмориллонита в их составе. Различные добавки могут перевести рассматриваемые керамические глины в более высокие сорта.

При проведении работ по ГДП-200 были выявлены проявления керамических глин кайнозоя Нижнедевицкое и Ефросимовское.

Нижнедевицкое проявление расположено, в Нижнедевицком районе Воронежской области, в 1 км восточнее окраины д. Полянка. Полезная толща приурочена к отложениям киевской свиты эоцена и представлена глинами зеленовато-серыми, плотными, тяжелыми, пластичными. Породы толщи имеют пятнистую и полосчатую текстуры, подчеркнутые неравномерным ожелезнением, а также мелкими вкрапленниками углефицированной органики и омарганцеванием. Подстиляется полезная толща мергелем объединенных терепшанской и подгоренской свит сантонского яруса верхнего отдела меловой системы; перекрывается – песками кантемировской свиты олигоцена. По минеральному составу глины иллит-монтмориллонит-каолинитовые. По содержанию глинозема (Al_2O_3) они полукислые (14,17–17,0%) и кислые (11,69–13,76%), с высоким содержанием красящих оксидов Fe_2O_3 (3,00–5,6%) и TiO_2 (0,89–1,61%). При обжиге дают персиковый цвет черепка. Мощность полезной толщи 5,4 м, вскрыши – 16 м.

Ефросимовское проявление расположено в Советском районе Курской области, в 4 км северо-восточнее с. Ефросимовка. Здесь были вскрыты отложения нерасчлененных новопетровской и краснояржской свит миоцена. Полезная толща представлена глиной темно-серой, с пятнами охристого и малинового цвета, плотная. Содержание Al_2O_3 колеблется от 18,9 до 26,85%, содержание красящих оксидов Fe_2O_3 – 1,15–1,70%, TiO_2 – 1,49–2,63%. Мощность 8 м. Однако, площадь распространения отложений новопетровской и краснояржской свит незначительна.

Таким образом, для керамические глины мамонской толщи, сформировавшихся в пролювиально-делювиальных и озерно-болотных фациях, выделена Мамонская минерагеническая зона, которая включает в себя Павловск-Калачский район, а в нем перспективная Воробьевская площадь. Керамические глины апта приурочены к озерно-болотным и лагунно-морским обстановкам. Ценные огнеупорные разности образовались

на суше в результате «проточного» диагенеза, тугоплавкие – при осадконакоплении. Различия в условиях формирования повлекли за собой отличия в вещественном составе и качестве глинистого сырья. Это позволило выделить Воронежский и Курско-Елецкий минерагенические районы. Они входят в состав Малоархангельск-Воронежской минерагенической зоны. Воронежский минерагенический район соответствует распространению континентальных фаций, Курско-Елецкий – лагунно-морских. Для керамических глин кайнозоя минерагеническое районирование не проводилось, т.к. это сырье невысокого качества, месторождения рассредоточены по территории и площади развития фаций незначительны.

8.4. Вмещающие и перекрывающие керамические глины породы как попутно добываемое сырьё

Как показано в предыдущих главах, обычно вмещающими и перекрывающими керамические глины породами являются кварцевые пески различного гранулярного состава. Они образовались при размыве КВ и осадочных пород. В случаях значительной мощности вскрыши в разрезах появляются и другие по составу отложения, в том числе глауконит-кварцевые пески, фосфориты, мела, четвертичные суглинки. Ниже охарактеризованы песчаные отложения вмещающих и перекрывающих каолиновые глины пород, которые могут являться попутно добываемым сырьём [Савко и др., 2018].

8.4.1. Песчаные отложения мамонской толщи

Начиная с 60-х годов прошлого столетия, мамонская толща рассматривалась как полигон для поисков в ней месторождений каолинов. Различными организациями проводились поисково-разведочные работы, выделялись перспективные участки, которые разбуривались разными количествами скважин, но месторождений каолинов не выявлено. При этом подсчитывались прогнозные запасы каолинов в десятки миллионов тонн. За

попутно-добываемое сырьё принимались кварцевые каолинсодержащие и относительно чистые пески в качестве стройматериалов, прогнозные запасы которых на порядок выше, чем каолинов.

В работе [Савко и др., 2008] выделены прогнозные участки для постановки поисково-разведочных работ на каолины (4 участка) и кварцевые пески (6 участков). Постепенно пришло осознание того, что кварцевые пески сами по себе или попутно добываемые, представляют не менее ценное, чем каолины, полезное ископаемое как стекольное, формовочное и строительное сырьё. Вместе с тем содержащие каолинит разности песков могут служить источником получения обогащенного каолина.

Изучение ПКТ показало, что мощности песчаных пластов варьируют в широких пределах и зависят от местонахождения в эрозионно-тектонической депрессии, морфологии подошвы толщи и интенсивности постдевонских размывов. Наибольшие значения мощности песчаных пластов (до 30 м) приходится на западную часть эрозионно-тектонической депрессии и на врезы долин предмамонского рельефа. Они уменьшаются по направлению на восток и юго-восток по склонам антеклизы, поскольку в разрезах появляется все большие количества глинистых слоёв, разделяющих пески на отдельные пласты. Пески формировались в делювиально-пролювиально-аллювиальных фациях, которые восточнее линии Мигулинская – Новохоперск, сменяются морскими.

Для мамонской толщи характерно переслаивание кварцевых разноместных песков, в том числе каолинистых, и в различной степени алевритистых, в нижней части разреза ожелезненных, иногда гумусированных глин, практически нацело состоящих из каолинита. Подчиненное значение в разрезе занимают каолинистые алевриты и песчаники с кварцево-каолиновым цементом. Пески слагают основную часть разреза, а мощность их пластов достигает 20 и более метров.

Пески, преимущественно, плохо сортированы, от тонких до грубых, с включениями гравия и гальки кварца. Они относятся к аллювиальным

русловым или к нерасчлененным делювиально-пролювиальным и аллювиальным фациям. В русловых аллювиальных фациях накапливались пески (с линзами песчаников) серые, кварцевые, крупно- и грубозернистые, косо-, реже неяснослоистые. Пески отсортированные, с невысоким содержанием пелитовых фракций; гравийные, прослоями переходящие в гравелиты, с хорошо и угловато окатанной галькой дымчатого, реже – водяно-прозрачного кварца.

Нерасчлененные русловые делювиально-пролювиальные и аллювиальные отложения представлены песками плохо сортированными, кварцевыми, разномзернистыми, от мелко- до грубозернистых, алевроитовыми, сильно глинистыми, до песчанистых глин. Гравия от десятых долей до 20%. В толще несортированных песков, отмечаются прослой (от нескольких сантиметров до нескольких дециметров) песков с косою однонаправленной слоистостью; однородных, хорошо сортированных, крупнозернистых.

Наиболее перспективными для поисков месторождений, как каолинов, так и песчаного сырья, в ПКТ являются площади на территории между населенными пунктами Н. Мамон и Калач. Они приурочены к участкам долин левых притоков р. Дон с минимальной мощностью вскрыши. Там неглубоко залегающая мамонская толща представлена континентальным комплексом пролювиально-делювиальных, аллювиальных и озерно-болотных образований, и отмечаются относительно мощные пласты каолинитсодержащих песков и глин. По три участка каолинов приурочены к долинам рек Тулучеевка и Козынка, один – к р. Мамоновка. Участки по р. Тулучеевке находятся: Петропавловский – в 30–42 км к югу от участка Козынка; Красноселовский – в 18–27 км к югу; Ширяево – в 12 км к юго-востоку. Нижнемамоновский участок расположен в 28–30 км юго-западнее участка Козынка в долине р. Мамоновка. К долине р. Козынка приурочены участки Репяховский (в 19–25 км к северу-северо-востоку от участка Козынка), Меловатка (в 5–9 км к югу-юго-востоку) и Морозовский.

Последний в центральной и северной своих частях пространственно совпадает с участком Козынка, разведанном в 2015–17 годах ООО «Акма-Универсал» по договору с ООО «КварцГрупп». На участке Козынка выявлено 7 горизонтов полезных ископаемых, связанных с ПКТ. Полезная толща представлена чередованием кварцевых разнозернистых каолинизированных песков и линз каолинистых глин различной мощности (от 1–2 см до 6–8 м). В разрезе снизу вверх выделяются (см. рис. 5.13) следующие слои (горизонты) полезных ископаемых и, соответственно, номера и категории блоков: I – слой кварцевых каолинитсодержащих песков (блоки C₁–I, C₂–I); II – пласт каолинистых глин (блоки C₁–II, C₂–II); III – слой кварцевых каолинитсодержащих песков (блоки C₁–III, C₂–III); IV – слой каолинистых глин (блоки C₁–IV, C₂–IV); V – слой кварцевых каолинитсодержащих песков (блоки C₁–V, C₂–V); VI – слой каолинистых глин (блоки C₁–VI, C₂–VI); VII – слой кварцевых каолинитсодержащих песков (блоки C₁–VII, C₂–VII).

Отмеченные тела полезных ископаемых относительно выдержаны по простиранию и прослеживаются на оценочной площади, они увязываются на территории, изученной как по категории C₁, так и C₂ (табл. 8.1). Нижние горизонты (I, II, III) распространены на всей оценочной площади, верхние (IV, V, VI, VII) – не везде за счет сокращения их мощности или выклинивания в разрезах некоторых скважин. Наименьшую площадь распространения из всех слоев имеет верхний глинистый слой.

На участке Козынка среди вскрытых тел полезных ископаемых наибольшая мощность отмечается для нижних горизонтов. Так, средняя мощность слоя I кварцевых каолинитсодержащих песков 5,36–5,60 м. В вышележащих кварцевых песках их средняя мощность уменьшается: в III слое – 3,18–3,38 м; в V – 1,43–1,87 м; и в VII – 1,17–1,71 м. Такая же тенденция прослеживается и для глин. Средние мощности слоёв каолинистых глин II – 4,36, IV – 1,36 м, VI – 0,9 м.

Сводная таблица характеристики тел полезных ископаемых (морфологии, качества, авторских запасов и ресурсов) [Мануковский и др., 2018]

Номер п/п	Наименование блоков*	Средняя мощность ПИ в блоке, м	Запасы основного полезного ископаемого в блоке, т		Фракция <63 мкм, %	Содержание основных оксидов в каолине (во фракции <63мкм), %			Запасы каолина, т	
			Пески кварцевые, каолинсодержащие	Каолины		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	в песках	общие
1	C ₁ – I (а)	5,36	2 429 907	—	4,81	34,12	1,86	1,13	116 880	
2	C ₁ – II (б)	4,69	—	2 055 049	84,27	30,16	4,39	1,42	—	
3	C ₁ – III (а)	3,18	1 430 925	—	8,74	33,45	1,55	1,12	125 109	
4	C ₁ – IV (б)	1,41	—	561 489	80,86	31,81	1,79	1,45	—	
5	C ₁ – V (а)	1,43	638 698	—	8,33	32,15	1,70	1,15	53 186	
6	C ₁ – VI (б)	0,89	—	340 638	81,37	31,82	2,15	1,43	—	
7	C ₁ – VII (а)	1,17	502 401	—	12,41	32,50	1,94	1,04	62 352	
ИТОГО по категории C₁:			5 001 931	2 957 176					357 527	3 314 703
1	C ₂ – I (а)	5,60	7 064 944	—	4,25	34,20	1,77	1,18	300 044	
2	C ₂ – II (б)	4,04	—	4 932 015	84,43	30,39	4,21	1,42	—	
3	C ₂ – III (а)	3,38	4 228 693	—	9,25	33,79	1,62	1,07	391 091	
4	C ₂ – IV (б)	1,32	—	1 419 212	80,68	32,44	1,57	1,42	—	
5	C ₂ – V (а)	1,87	2 332 063	—	9,11	34,32	1,49	0,97	212 537	
6	C ₂ – VI (б)	0,92	—	846 546	80,41	32,41	1,96	1,44	—	
7	C ₂ – VII (а)	1,71	2 127 026	—	15,61	33,33	1,81	0,98	332 127	
ИТОГО по категории C₂:			15 752 726	7 197 773					1 235 799	8 433 572
ВСЕГО по категориям C ₁ + C ₂ :			20 754 657	10 154 949					1 593 326	11 748 275
Ресурсы категории Р₁ и характеристика качества полезного ископаемого										
1	Р ₁ – I (а, б)	14,46	37 012 034	—	7,76	33,38	1,77	0,94	2 873 907	
		3,47	—	8 633 984	85,36	31,14	3,11	1,46	—	
ИТОГО по категории Р₁:			37 012 034	8 633 984					2 873 907	11 507 891

* Полезное ископаемое: а – пески каолинитсодержащие; б – каолины.

В 4-х горизонтах кварцевых каолинитсодержащих песков основным полезным ископаемым являются кварцевые пески для стекольной промышленности, попутным компонентом – каолин обогащенный (фракция < 63 мкм) из их глинистой составляющей [ГОСТ 21286-82]. По содержанию основных оксидов (SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃), регламентирующих марку стекольных песков [ГОСТ 22551-77], можно выделить две группы песчаных горизонтов. Первая – это верхние горизонты VII и V, в блоках которых их средневзвешенное содержание (SiO₂ – 98,41–98,80; Al₂O₃ – 0,48–0,64; Fe₂O₃

– 0,20–0,25%) определяет низкие марки пониженной светопрозрачности – ПС-250.

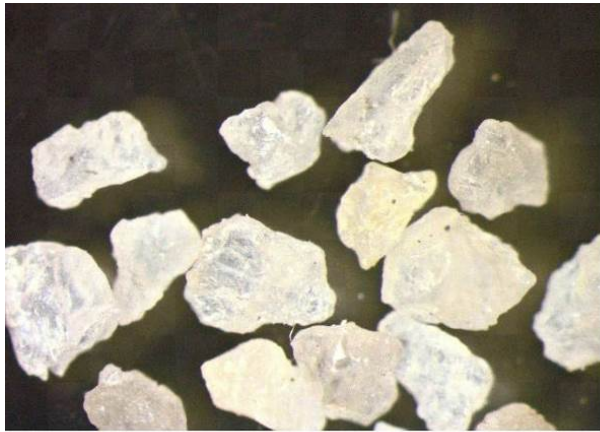
Вторая группа – нижние горизонты III, I, в блоках которых пески более чистые (SiO_2 – 98,79–98,97; Al_2O_3 – 0,44–0,61; Fe_2O_3 – 0,14–0,15%), что повышает их ценность до марок полубелых – ПБ-150–2 и ПБ-150–1.

Для получения более высоких марок стекольных песков необходимо обогащение исходного сырья. Основной вредной примесью является железо, входящее в состав различных минералов. Основная масса кварца представлена полупрозрачными чистыми зернами (рис. 8.6 а). Некоторые из них ожелезнены (рис. 8.6 б). В тяжелой фракции присутствуют зерна гематита, пирита, гетита (рис. 8.6 в-е). По данным рентгено-структурного анализа обнаруживается лепидокрокит. Знание примесей в минералах железа позволит выбрать оптимальные схемы обогащения кварцевых песков рассматриваемого месторождения.

Оценка основных параметров качества обогащенных песков как строительного сырья

Согласно [ГОСТ 8736–2014], строительные пески подразделяются на два класса – I и II. Классификация осуществляется в зависимости от зернового состава (по модулю крупности), остатке песка на сите №063, содержания пылеватых и глинистых частиц, и глины в комках. При обогащении глинистая фракция удаляется.

Обогащенные пески блока С₂-I относятся к мелким (модуль крупности (МК) – 1,95), пески всех остальных блоков – к средним (МК – 2,0–2,5). Полный остаток на сите с сеткой 0,063 мм колеблется от 30,92% до 45,45% (табл. 8.2), что соответствует требованиям [ГОСТ 8736–2014]. По содержанию зерен размером менее 0,16 мм пески относятся ко II классу. В средних песках I класса частиц данной размерности должно быть не более 5%.



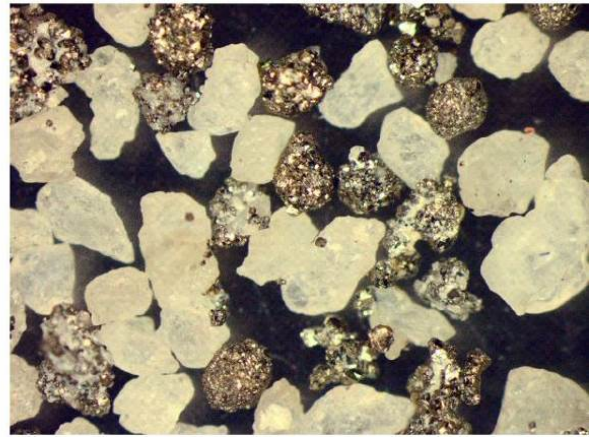
А



Б



В



Г



Д



Е

Рисунок 8.6 – Фото зерен кварца: А – чистых, Б – ожеженных; содержащих: В – гематит, Г – пирит, Д – гетит, Е – УРО [Мануковский и др., 2008].

*Средний гранулярный состав песков участка Козынка [Мануковский и др.,
2008]*

Блоки	Остатки на ситах от-до (среднее)							Модуль крупности	Полный остаток на сите № 063	Содержание зерен крупностью, <0,16 мм
	10–5	5,0–2,5	2,5–1,25	1,25– 0,63	0,63– 0,315	0,315– 0,16	0,16– 0,05			
C ₁ –I	0	0,3– 3,86 (1,75)	3,84– 18,50 (9,04)	12,18– 29,39 (19,23)	24,94– 50,8 (36,35)	10,43– 42,0 (26,61)	1,33– 21,62 (7,02)	2,06	30,92	7,02
C ₁ –III	0–1,8 (0,08)	0,1– 8,45 (1,8)	2,3– 29,54 (10,93)	9,76– 39,88 (21,20)	21,47– 45,5 (32,50)	6,47– 50,56 (27,33)	0,37– 9,66 (6,17)	2,05	32,51	6,34
C ₁ –V	0– 14,39 (0,89)	0,39– 13,82 (2,96)	5,59– 20,91 (11,48)	19,14– 37,65 (23,41)	22,62– 43,92 (32,62)	12,83– 32,95 (23,42)	1,37– 9,98 (5,23)	2,26	38,68	5,21
C ₁ –VII	0– 14,37 (1,15)	0,26– 14,61 (4,01)	1,9– 27,73 (13,47)	8,45– 37,65 (22,13)	22,41– 33,8 (28,39)	9,34– 53,68 (24,56)	1,37– 13,46 (6,3)	2,43	45,45	6,63
C ₂ –I	0	0,71– 1,42 (1,05)	2,97– 9,16 (5,47)	9,5– 19,54 (15,96)	23,81– 41,44 (33,83)	28,15– 43,63 (34,38)	4,75– 23,02 (9,32)	1,95	27,84	6,91
C ₂ –III	0	0,67– 30,93 (6,79)	5,39– 10,88 (8,38)	9,30– 27,02 (18,31)	17,76– 38,53 (29,96)	20,56– 37,79 (26,05)	5,19– 23,95 (10,51)	2,05	32,68	7,26
C ₂ –V	0	0,64– 2,24 (1,58)	6,13– 10,54 (8,24)	18,66– 22,18 (20,16)	31,79– 35,99 (33,75)	24,24– 31,03 (28,46)	6,72– 9,76 (7,82)	2,15	35,97	6,36
C ₂ –VII	0	1,34– 19,28 (6,83)	5,82– 11,94 (8,35)	12,01– 22,25 (15,33)	21,74– 36,20 (26,08)	22,55– 39,78 (31,20)	4,60– 22,19 (12,21)	2,01	32,00	8,81

***Оценка основных параметров качества обогащенных песков как
формовочного сырья***

Обогащенные пески блоков C₁–I, C₁–III, C₁–V, C₁–VII, C₂–I, C₂–III, C₂–V, C₂–VII были оценены по [ГОСТ 2138–91] в качестве формовочных. Пески содержат менее 0,2% глинистой составляющей, поэтому относятся к 1 группе. Средневзвешенная массовая доля SiO₂ составляет для блока C₁–I – 98,79%, C₁–III – 98,93%, C₁–V – 98,67%, C₁–VII – 98,52%, C₂–I – 98,89%, C₂–III – 98,94%, C₂–V – 98,81%, C₂–VII – 98,41%, что позволяет отнести пески к группе K₂. Средневзвешенный коэффициент однородности составляет 30,60–39,60 (группа O₅). Средневзвешенный средний размер зерен для блока C₁–I – 0,46 мм, C₁–III – 0,46 мм, C₁–V – 0,54 мм, C₁–VII – 0,53 мм, C₂–I – 0,43 мм, C₂–III – 0,44 мм, C₂–V – 0,49 мм, C₂–VII – 0,02 мм. По этому показателю пески блока C₂–VII относятся к группе O₁, всех остальных – O₃.

Соответственно, марка формовочных песков для блока С₂–VII – 1К₂О₅О₁, всех остальных – 1К₂О₅О₃.

Оценка основных параметров качества обогащенных песков как стекольного сырья

Для исследования были представлены пять рядовых проб кварцевого песка, из которых методом усреднения была составлена одна объединенная проба для проведения аналитико-технологических исследований с целью определения возможности использования в стекольной промышленности. Исследования проводились в лаборатории «ЦНИИГеонеруд».

Программа испытаний объединенной пробы песка включала пробоподготовку, и определение физико-химических показателей: зернового состава, содержания пылевидных и глинистых частиц, минералого-петрографического и химического составов, а также проведение обогатительных операций (промывку, классификацию, оттирку, ультразвуковое воздействие, электромагнитную сепарацию).

Исследуемый песок представлен угловатым разнозернистым кварцем. В виде примесей встречаются единичные зерна пирита, полевого шпата и гидроксидов железа (см. рис.8.6). Кроме того, кварц часто содержит рудные включения внутри зерна и оставшиеся после промывки сцементированные каолином кварцевые зерна.

По остатку на сите с сеткой 0,8 мм исследуемые исходные (19,63%) и отмытые пески (22,14%) не соответствует нормам [ГОСТ 22551–77] (в небогащенном песке должно быть не более 5%, в обогащенном не более 0,5%) и, поэтому, не могут быть использованы в стекловарении без классификации. Содержание в песке пылевидных и глинистых частиц – 7,02%.

Кварцевый песок по содержанию оксидов железа, кремния и алюминия соответствуют марке Т [ГОСТ 22551–77]. Для улучшения марки песка использовались следующие методы обогащения: промывка, классификация,

оттирка, ультразвуковое воздействие, электромагнитная сепарация. Эти методы способствуют избавлению от вредных примесей – глинистой составляющей, каолинового цемента на кварцевых зернах и зерен минеральных примесей, содержащих железо.

На *стадии промывки* происходит удаление глинистой фракции. Выход глинистого шлама составил 7,0%.

Стадия оттирки и ультразвукового воздействия необходима из-за присутствия в песке зерен кварца разной крупности, сцементированных каолином, и зерен, содержащих железо в виде тонких корочек и налетов. Для улучшения качества оттирки пленки с поверхности зерен кварца, добавлялась сода. Время оттирки 20 минут. Выход оттертого шлама составил 0,4%.

На *стадии классификации* осуществляется выравнивание однородности зернового состава кварцевых зерен, удаления из песка части тяжелых минералов и как подготовительная стадия для электромагнитной сепарации проводилась классификация с получением классов крупности менее 0,8 мм и более 0,1 мм. Выход отсеянных зерен составил 23,9%.

Применение *электромагнитной сепарации* обусловлено присутствием в песках минералов, обладающих определенным значением магнитной восприимчивости. Для этого промежуточная фракция $-0,8+0,1$ мм рассеивались на классы крупности: +0,63; +0,4; +0,315; +0,2; +0,16 и +0,1мм. Каждый класс крупности сепарировался отдельно на электромагнитном сепараторе. Выход магнитной фракции при сепарации составил 1,05%.

Анализ результатов обогащения (табл. 8.3) показывает, что использованные методы обогащения неравномерно снижают содержание основной окрашивающей стекло примеси – оксида железа.

Так после промывки из марки Т получен концентрат марки ПС-250, пригодный для производства пеностекла, стекловолокна для строительных целей, консервной тары и бутылок из полубелого стекла, изоляторов, труб, аккумуляторных банок.

Результаты влияния обогащения на химический состав и марку кварцевого песка [Мануковский и др., 2018]

Стадия обогащения	Содержание, %				Марка
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	
Песок исходный (ИС)	95,85	0,11	1,78	0,27	Т
Песок отмытый (ОМ)	98,72	0,05	0,40	0,17	ПС-250
Песок отмытый и классифицированный (ОМК)	99,27	0,04	0,21	0,08	Б-100-1
Песок отмытый, классифицированный и оттертый (ОМКОТ)	99,40	0,05	0,13	0,08	Б-100-1
Песок отмытый, классифицированный, оттертый и обработанный ультразвуком (ОМКОТУ)	99,51	0,04	0,14	0,08	Б-100-1
Песок отмытый и классифицированный, обработанный ультразвуком и обогащенный электромагнитной сепарацией (ОМКОТУМС)	99,52	0,01	0,13	0,06	С-070-1

После классификации промытого песка вместо марки ПС-250 получен концентрат марки Б-100–1, пригодный для производства силикат-глыбы, стекловолокна для электротехники, оконного стекла, изоляторов, труб, консервной тары и бутылок из полубелого стекла.

Использование методов оттирки и низкочастотного ультразвукового воздействия хоть и позволило снизить содержание оксида алюминия и повысить содержание оксида кремния, однако не повлияло на конечную марку концентрата. После заключительной стадии – электромагнитной сепарации получен концентрат марки С-070–1. Преимущественная область применений данного концентрата – производство оконного и технического стекла, стеклопрофилита, стеклоблоков, белой консервной тары и бутылок, проката, стекловолокна для электротехники.

Каолин обогащенный (фракция < 63 мкм) из кварцевых каолинитсодержащих песков

Каолин является еще одним типом полезных ископаемых, попутным в соответствующих горизонтах песков. Запасы каолина в 4-х горизонтах каолинитсодержащих песков составляют 13,6% от общих запасов каолина категории С₁+С₂ (см. табл. 8.1). Средневзвешенное значение по блокам

выхода обогащенного каолина (фракция <63 мкм) значительно колеблется, возрастая снизу вверх, от 4,25–4,81% (блоки С₁–I, С₂–I) до 12,41–15,61% (блоки С₁–VII, С₂–VII).

Качество каолина этого типа полезных ископаемых заметно выше, чем качество каолина в собственно каолиновых горизонтах. Это проявляется в более благоприятном химическом составе (более высокое содержание Al₂O₃, и низкое – красящих оксидов). Во всех 8–ми блоках (С₁–I, С₂–I, С₁–III, С₂–III, С₁–V, С₂–V, С₁–VII, С₂–VII) средневзвешенное содержание TiO₂ (0,97–1,15%) даже удовлетворяет требованиям ГОСТ 21286–82 [ГОСТ 21286-82], предъявляемым к изделиям санитарно-строительной керамики марки КС-1 (норма ≤ 1,2%).

Средневзвешенное содержание по блокам Al₂O₃ поднимается до 32,15–34,32%. В трех блоках (С₁–I, С₂–I, С₂–V) содержание глинозема более 34% и немногим не соответствует марке КС-1 санитарно-строительной керамики (норма ≥ 35%). Средневзвешенное содержание по блокам Fe₂O₃ – 1,49–1,94.

Оценивая изменение качества по площади и разрезу, необходимо отметить, что наилучшие показатели химического состава в блоке С₂–V. В нем содержание Al₂O₃ – максимальное (34,32%) среди всех блоков; а Fe₂O₃ (1,49) и TiO₂ (0,97%) – минимальное.

По классификации сырья для керамической промышленности [ГОСТ 3226-93] каолин из каолинитсодержащих песков относится к группам основных; огнеупорных (1635–1690°С); со средним содержанием красящих оксидов; низко- и среднедисперсных (содержание по блокам фракции <1 мкм 39,02–47,67%); умереннопластичных (с числом пластичности 10,46–11,64); с умеренной механической прочностью на изгиб (3,70–4,67 МПа).

Особенности химического состава каолинов и их физико-механические показатели позволяют использовать их в качестве формовочных [ГОСТ 3226-93] и в качестве огнеупорных глин. Средневзвешенное значение по блокам предела прочности при сжатии во влажном (2,83–3,34 Па) и сухом состоянии

(18,51–25,11) соответствует маркам малопрочных мало- и среднесвязующих формовочных огнеупорных глин (МЗ, М2).

Таким образом, исследования показали, что обогащенные пески участка Козынка могут использоваться в качестве строительных, формовочных и стекольных. Строительные пески отвечают II классу, лишь немногим не соответствуя I классу по содержанию зерен менее 0,16 мм. Формовочные пески, преимущественно, марки $1K_2O_5O_3$ с невысоким коэффициентом однородности и средним размером зерна свыше 0,28 мм.

Исходные обогащенные пески соответствуют марке Т, пригодной для изготовления бутылочного зеленого стекла. После дальнейшего обогащения получен концентрат марки Б-100–1, пригодный для производства силикат-глыбы, стекловолокна для электротехники, оконного стекла, изоляторов, труб, консервной тары и бутылок из полубелого стекла и концентрат марки С-070–1. для производства оконного и технического стекла, стеклопрофилита, стеклоблоков, белой консервной тары и бутылок, проката, стекловолокна для электротехники.

Обогащенный каолин из глинистой составляющей всех песчаных горизонтов (I, III, V, VII) может быть использован в качестве формовочных и огнеупорных глин. Огнеупорные глины всех 8 блоков соответствуют сортам Латненского месторождения ЛТ-ЗЖ, ЛТ-КЖ, ЛТ-У1. Кроме этих марок, в блоках С₁–III и С₂–V качество сырья повышается до марки ЛТ-3С [ТУ 1512-003-10612023-15].

8.4.2. Вскрышные породы аптских глин

В настоящее время на Латненском месторождении огнеупорных глин ведется добыча, с глубиной залегания полезной толщи до 50 м (рис. 8.7). Этот факт определяет актуальность проблемы использования вскрыши на Латненском месторождении, которому посвящен ряд публикаций [Кора,

Савко, 2003; Савко, Михин, 2005; Горюшкин, Крайнов, 2015; Горюшкин, Крайнов, 2016; Крайнов, Горюшкин, 2017].



Рисунок 8.7 – Латненское месторождение огнеупорных глин. Карьер Средний.

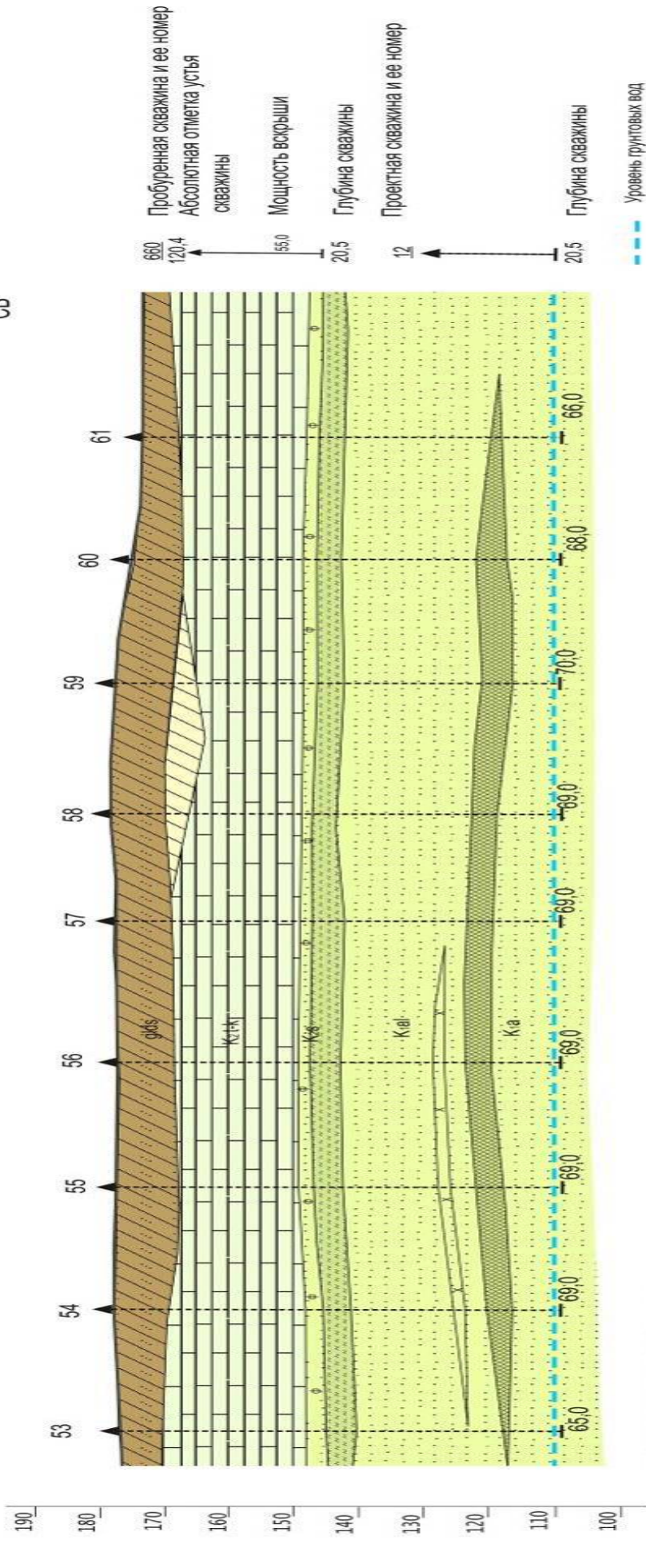
Пески наиболее изучены в пределах Латненского месторождения огнеупорных глин, которое во вскрышных породах содержит ряд других полезных ископаемых, поэтому оно давно перестало быть моносырьевым [Кора, Савко, 2003]. Среди них установлены строительные, стекольные [Савко, Михин, 2005; Горюшкин, Крайнов, 2015; Горюшкин, Крайнов, 2016; Крайнов, Горюшкин, 2017], глауконит-содержащие пески [Горюшкин, Михина, 2001 ф], фосфориты [Гулюк, 1999 ф; Фахрутдинов и др., 2005], мел, кирпичные суглинки, песчаники [Савко и др., 2005]. В пределах Латненского месторождения (рис. 8.8) по отношению к толще аптских огнеупорных глин, выделяются подглиняная и надглиняная толщи песков.

Нижняя подглиняная толща сложена косослоистыми кварцевыми гравийно-песчаными отложениями аптского яруса, мощностью от 5 до 20 м. Строение толщи изменчиво. На участке «Средний» (см. рис. 6.2) преобладают жёлтые, крупнозернистые пески. Для серых, почти белых тонкозернистых песков участка «Белый Колодец» характерно наличие маломощных глин и прослоев глинистых песков.

Масштаб горизонтальный 1:5000
вертикальный 1:1000

103

СВ



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Четвертичная система.
 - gls Глины, суглинки.
- Неогеновая система.
 - Кп Глины, суглинки.
- Меловая система.
 - Кс Турносский и юнжский ярусы. Мел.
 - Кп Глина песчаная, фосфорит.
 - Кал Альбский ярус. Песок кварцевый.

Рисунок 8.8 – Геологические разрезы Латненского месторождения.

Среди песков участка «Средний» отмечаются линзы песчаников. Пески содержат гравий, в отдельных участках его количество достигает 50%, и они переходят в песчано-гравийные смеси. Количество алевритового материала составляет первые проценты. *Надглиняная* толща сложена:

1. белыми, светло-серыми и желтовато-серыми разномерными кварцевыми песками аптского яруса (K_{1a}), мощностью 5–10 м;
2. желтовато-серыми глауконит-кварцевыми и кварцевыми, преимущественно, мелкозернистыми песками альбского яруса (K_{1al}), мощностью 6–12 м;
3. зеленовато-серыми глауконит-кварцевыми песками сеноманского яруса (K_{2s}), с прослоями фосфоритов, мощностью 4–11 м.

Применение песков в промышленности основывается на их различных физических и химических свойствах. В зависимости от наименования готовой продукции требования к исходному составу песков различные. Сырье было проанализировано для возможности его применения в качестве строительных, формовочных и стекольных песков [ГОСТ 8736–2014; ГОСТ 2138–91; ГОСТ 22551–77.].

Подглиняные строительные пески. На участке «Средний» в разрезе они изменяются от крупных (модуль крупности (МК) – 2,54), средних (МК – 2,08), до мелких (МК – 1,68) и очень мелких (МК – 1,45). Полный остаток на сите с сеткой 0,063 мм составляет соответственно 61%, 34%, 20%, 13%. В крупных, средних и мелких он соответствует требованиям ГОСТ 8736–2014. Песок для строительных работ.

Технические условия в очень мелких разностях (13%) превышают требования (до 10%). Содержание зерен крупностью 10 и 5 мм и менее 0,16 мм этим условиям соответствует. Средние пески могут быть отнесены к 1 классу, остальные ко 2 классу и могут быть использованы, как строительные. Средний модуль крупности подглиняных песков – 2,39.

На участке «Белый Колодец» пески в разрезе изменяются от крупных (МК – 2,94), средних (МК – 2,0), до мелких (МК – 1,72). Так как их добыча

ведется без разделения песков по сортам, то характеристика песков приводится по разведочным блокам (табл. 8.4). В блоке 1 пески по модулю крупности относятся к средним и полный остаток на сите фракции 0,63 мм удовлетворяет требованиям [ГОСТ 8736–2014]; по содержаниям: зерен более 10 мм и более 5 мм, глинистых и пылеватых частиц, глины в комках и по содержанию активных радионуклидов – к 1 классу.

Таблица 8.4

Средний гранулярный состав подглиняных песков участка «Белый Колодец»

Участок	Остатки на ситах							Модуль крупности	Глинистая фракция	Глина в комках
	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16			
Блок 1	0,07	7,78– 7,85	14,61– 22,46	22,24– 44,7	23,25– 67,95	21,45– 89,4	10,6	2,22	1,19	0,03
Блок 2	0,05	6,18– 6,23	16,87– 23,1	27,69– 50,79	22,47– 73,26	17,0– 90,26	9,7	2,40	1,53	0,03

В блоке 2 пески несколько крупнее, чем в блоке 1 и имеют следующие характеристики: по модулю крупности относятся к средним; по содержанию зерен более 10 мм и 5 мм, глинистых и пылеватых частиц, глины в комках, и активных радионуклидов относятся к 1 классу. Таким образом, разведанные пески обоих блоков относятся к средним и крупным 1 класса и могут быть использованы во всех видах строительства [ГОСТ 8736–2014].

В минеральном составе песков преобладает кварц (95–98%) с примесью полевых шпатов (0,1–4,0%), глинистых минералов (0,1–0,5%), акцессориев [Черешинский, 2005; Черешинский, 2007]: ильменита, ставролита, лейкоксена, дистена, циркона и др. (до 0,2%) и гидроокислов железа (до 0,5%). Обнаружено золото в количестве 9 мг/м³. Тяжелые минералы обычно тяготеют к фракции менее 0,2 мм и накапливаются в хвостах гидроклассификатора. В основании толщи иногда отмечается галька кремнистых пород и кварца размером до 10 см, а также углефицированные растительные остатки. Коэффициент песков фильтрации составляет 2,25 м/сут. Средний химический состав песков: SiO₂ – 96,6%, Fe₂O₃ – 0,27%, Al₂O₃ – 0,85%, TiO₂ – 0,27%, CaO – 0,56%., п.п.п. – 0,55%.

По основным показателям пески участка «Белый Колодец» соответствуют требованиям [ГОСТ 8736–2014] и поэтому могут быть использованы в строительных технологиях в качестве заполнителя тяжелых, легких, мелкозернистых, ячеистых и силикатных бетонов, строительных растворов, для приготовления сухих смесей, устройства оснований и покрытий автомобильных дорог.

Произведен сравнительный анализ средних показателей песков за многие годы попутной добычи и используемых в качестве строительных с результатами изучения песков по разведочным скважинам (табл. 8.5). Качество песков за годы добычи и по результатам разведки на участке практически не меняется. Крупнозернистые строительные пески участка «Белый Колодец» являются дефицитным сырьём, пользующимся большим спросом и рекомендуются к утверждению запасов и попутной отработке.

Таблица 8.5

*Сравнение качественных показателей песка
по данным разведки и добычи за 2009 год*

№ п/п	Наименование показателя	Единицы измерения	Среднее значение по разведке	Среднее значение по добыче
1.	Модуль крупности	Ед.	2,40	2,43
2.	Остаток на сите 0,63 мм	%	50,79	47,44
3.	Содержание зерен более 10 мм и 5 мм	%	0,05	0,01 и 0,68
4.	Содержание зерен менее 0,16 мм	%	9,74	4,75
5.	Содержание пылеватых, илистых, глинистых	%	1,53	0,0
6.	Глина в комках	%	0,0	0,0
7.	Органические примеси	-	Светлее эталона	Светлее эталона
8.	Общая сера	%	0,0	0,0
9.	Слюда	%	0,0	0,0
10.	Уголь	%	0,0	0,0

Надглиняные пески участков Латненского месторождения «Средний» и «Белый Колодец»

На участках «Средний» и «Белый Колодец» глины перекрыты толщей кварцевых песков мощностью от 19,7 до 27,5 м. Они представляют породы аптского, альбского и сеноманского ярусов и по физико-механическим свойствам разделены на 5 слоев. Слои № 1, № 2 и № 3 характеризуют надглиняную песчаную толщу аптского яруса, слой № 4 и слой № 5 – отложения альбского и сеноманского ярусов (табл. 8.6).

Таблица 8.6

Основные качественные показатели песков участков «Средний» и «Белый Колодец» по [Савко, Михин, 2000]

№ слоя – индекс	Мощность слоя, м	Модуль крупности	Остаток на сите 0,63, %	Содержание зерен более 10 мм и 5 мм, %	Содержание зерен менее 0,16 мм, %	Содержание пылеватых, илестых, глинистых, %	Глина в комках, %	Орг. примеси	Реакционная способность, Ммоль/л	Коэф фильтрации, м/сут
<i>«Средний»</i>										
1 – K _{1a}	0,9–1,8	0,6–1,1	0,01–0,58	0	16,47–25,66	0,0	0	Св. эт	21,8	3,12
2 – K _{1a}	0,4–1,0	0,3–0,6	0,02–5,99	0	28,0–72,04	0,15–1,09	0	н.о	н.о	н.о
3 – K _{1a}	До 6,0	1,2–2,1	4,9–38,74	0	5,6–27,5	0,1–1,9	0	Св. эт	17,1–43,9	2,9–17,2
4 – K _{1al}	11,4	0,3–1,0	0,11–4,2	0	11,5–78,6	0,3–4,3	0	Св. эт	19,8–29,0	1,5–6,8
5 – K _{2s}	6,0–7,5	0,3–1,2	0,1–7,2	0	16,1–28,8	1,7–7,8	0	Св. эт	н.о	н.о
<i>«Белый Колодец»</i>										
1 – K _{1a}	2,2–3,2	0,1–0,8	0,01–11,0	0	41,5–81,3	0,0–5,0	0	Св. эт	9,2–25,4	0,54–3,9
2 – K _{1a}	0,8–1,2	0,4–1,0	0,02–5,9	0	60,5–72,0	0,15–1,1	0		н.о	н.о
3 – K _{1a}	3,0	0,1–0,6	0,13–2,82	0	56,2–91,7	4,27–16,0	0	Св. эт	6,6	1,36
4 – K _{1al}	8,7	0,3–0,6	0,05–2,25	0	11,5–78,6	0,24–4,23	0	Св. эт	16,5–22,7	2,16–11,7
5 – K _{2s}	3,3	0,8–1,2	0,5–3,17	0	9,67–32,57	1,21–9,31	0	Св. эт	н.о	н.о

Слой 1 залегает непосредственно на огнеупорных глинах и представлен песками оранжево-бурыми, ржаво-жёлтыми, до серых, кремевых, желтоватых, кварцевыми средне- и мелкозернистыми, глинистыми, пастиловидными. Для песков этого горизонта характерна косая слоистость речного типа, переходящая в горизонтальную, горизонтально-волнистую. В минеральном составе преобладают кварц (98%) с примесью полевых шпатов

(2%) и минералов тяжелой фракции (0,056%), среди которых преобладают лейкоксен, дистен, циркон и ильменит (табл. 8.7). Мощность слоя на участке «Средний» 0,9–1,8 м, «Белый Колодец» – 2,2–3,2 м.

Пески, лежащие непосредственно на огнеупорных глинах участка «Средний», изменяются от очень мелких до очень тонких (МК 1,1–0,6) [ГОСТ 8736–2014]. Полный остаток на сите 0,063 мм составляет 0,01–0,58%, частиц крупностью свыше 10 мм и 5 мм отсутствуют. Щелочная вытяжка из песков светлее эталона, что указывает на отсутствие органических примесей.

Слой 2. Выше залегают светло-серые, до белых местами с пятнами и прослоями ожелезнения кварцевые мелкозернистые пески. Этот слой еще называется «слоем стекольных песков». Однако по содержанию фракции менее 0,1 мм они к таковым не относятся [ГОСТ 2138–91; ГОСТ 22551–77], т.к. её содержание более 15%. В гранулометрическом составе преобладают фракции 0,8–0,1 мм, которые составляют от 84,12% до 92,12%. Остаток на сите 0,8 мм, 0,03–1,23%. Проход через сито 0,1 мм 6,90–20,39%. Основные породобразующие фракции 0,25–0,1 мм составляющие 89,25%.

Таблица 8.7

Минеральный состав вскрышных песков участков «Средний» и «Белый колодец»

Возраст/ № слоя	Содержание минералов легкой фракции%				Выход тяжелой фракции%	Содержание минералов тяжелой фракции (г/т)									Г/О же- леза
	Кварц	П.Ш.	Слюда	Глау- конит		Иль- менит	Турма- лин	Став- ролит	Гра- нат	Эпи- дот	Лейко- ксен	Дистен	Рутил	Цир- кон	
<i>«Средний»</i>															
K _{1a} /1	98	2	-	-	0,056	15	23	8	-	-	221	75	132	90	-
K _{1a} /2	99,7	0,3	-	-	0,37	468	31	25	-	-	741	649	221	456	-
K _{1a} /3	97,6	2,3	-	-	0,26	315	66	52	-	-	-	203	40	53	1870
K _{1al} /4	95,6	0,6	1,1	3,5	0,4	920	151	180	23	1	451	733	307	451	629
K _{2s} /5	85,0	1	0,3	13	0,31	716	176	414	164	-	100	873	127	183	257
<i>«Белый колодец»</i>															
K _{1a} /1	98,0	0,6	-	0,8	0,057	26,5	16,5	16,5	4	-	290	45,5	28	20	77
K _{1a} /2	97,9	2,1	-	-	0,04	62	-	-	-	-	144	122	13	18	10
K _{1a} /3	98,0	1,61	0,15	0,15	0,63	2259	-	-	-	-	637	1217	561	776	-
K _{1al} /4	94,4	2,0	0,65	2,21	0,36	948	103	168	59	3	371	360	265	192	-
K _{2s} /5	85,1	0,5	1,4	11,6	0,48	637	46	177	859	5	93	2519	514	452	-

Светло-серые пески на участке «Средний» очень тонкие (МК 0,3–0,6), полный остаток на сите 0,063 мм составляет 0,02–5,99%, зерна размером более 10 мм и 5 мм отсутствуют, менее 0,16 мм составляют 28,0–72,04% [ГОСТ 8736–2014]. Содержание пылевидных и глинистых частиц – 0,15–

1,09%. К пескам местами приурочены линзы кварцитовидных песчаников мощностью 0,1–0,6 м [Горюшкин, Крайнов, 2016].

В минеральном составе преобладают кварц (98,0–99,7%) с примесью полевых шпатов (0,3–2,1%) и минералов тяжелой фракции (0,04–0,37%), среди которых преобладают лейкоксен, дистен, циркон и ильменит (см. табл. 8.7). Мощность слоя небольшая, всего 0,4–1,0 м. Пески слоя 2 очень тонкие, не выдержаны по составу и качеству, поэтому не могут быть использованы ни как строительные, ни как стекольные. Химический состав песков участка «Средний»: SiO_2 – 99,16–98,34%, TiO_2 – 0,29–0,04%, Fe_2O_3 – 0,24–0,08%, Al_2O_3 – 0,42–0,12%; «Белый Колодец»: SiO_2 – 98,34–99,16%, Fe_2O_3 – 0,05–0,07%, TiO_2 – 0,04–0,2%, Al_2O_3 – 0,1–0,3%..

Слой 3. На белых кварцевых песках залегают более грубые, неоднородные, разнотельные, серые, серовато-желтые косослоистые пески, с гравийными зернами размером 1–3 мм. Породообразующими являются фракции 0,4–1,6 мм, содержание которых 59,06%, фракция 0,16–0,1 мм – 3,33%, 0,1–0,063 мм – 1,09%. Глинистой фракции (<0,01мм) – 1,0–2,92%.

На участке «Средний» в разрезе и по простиранию пески изменяются от очень мелких (МК 1,2–1,5) до мелких и средних (МК 2,0–2,1). Остаток на сите с сеткой 0,063 мм в очень мелких песках – 4,94–10,5%, в средних – 25,23–38,74%. Частицы крупностью свыше 5 мм и 10 мм отсутствуют; размером менее 0,16 мм – в очень мелких – 13,39–27,54%, в средних – 5,63–7,42%, что частично соответствует требованиям [ГОСТ 8736–2014] (не более 15%). Содержание пылевидных и глинистых 0,1–1,92%. Глина в комках и органические примеси отсутствуют.

На участке «Белый Колодец» пески слоя № 3 очень тонкие (МК 0,1–0,6), полный остаток на сите 0,063 мм 0,13–2,82%, фракция крупнее 5 мм и 10 мм отсутствует, менее 0,16 мм составляет 56,19–91,72%. Пылевидных и глинистых частиц 4,27–16,02% в некоторых пробах превышает требования [ГОСТ 8736–2014] (не более 10%). Глина в комках и органические примеси отсутствуют. Мощность слоя 3,0 м.

Из вышеизложенного следует, что разнозернистые пески слоя №3 по площади и в разрезе изменяются от очень мелких до средних. Частично могут быть использованы в качестве очень мелких, мелких и средних строительных в естественном состоянии. В отдельных прослоях средних песков недостаточное содержание остатка на сите 0,063 (до 25,32%) и в отдельных пробах очень мелких песков фракция менее 0,16 мм превышает 20%. Для полного соответствия требованиям [ГОСТ 8736–2014] необходимо обогащение песков.

Рассмотренные три слоя песков, слагающие надглиняную толщу аптского возраста, по генезису аллювиальные [Савко и др., 2004; Савко и др., 2012], залегают в виде мало выдержанных фациально неоднородных пластов. Отмечаются прослой серых и буро-серых глин, мощностью 2–5 см.

Слой 4. На породах аптского яруса залегает горизонт серых, желтовато-серых с пятнами ожелезнения, слюдисто-кварцевых с глауконитом песков альбского яруса. В нижней части пески участка «Средний» мелкозернистые. В гранулярном составе преобладают фракции 0,16–0,1 мм (51,57%); 0,1–0,063 мм (20,27%); 0,4–0,16 мм (24,61%); >0,4 мм (3,4%). Глинистая составляющая <0,01 мм колеблется от 0,48% до 5,24%.

Выше залегают средне-мелкозернистые пески. В грансоставе преобладают фракции 0,2–0,16 мм (30,48%) и 0,25–0,2 мм (35,30%). Фракция 0,16–0,1 мм составляет 22,55%; 0,25–0,4 мм (5,92%); >0,4 мм (1,04%). В верхней части альбского разреза развиты глауконитсодержащие средне-мелкозернистые пески. Преобладают фракции 0,2–0,16 мм (22,78%) и 0,25–0,2мм (37,58%). Содержание фракций 0,16–0,1 мм составляет 11,06%; <0,1мм – (4,42%); < 0,4мм – (5,29%). Все пески альбского яруса по генезису морские, залегают в виде выдержанных пластов.

Пески альбского яруса в пределах участка «Средний» в нижней части (мощность 3,2–5,1 м) очень тонкие (мк 0,4–0,5). В верхней части разреза переходят в тонкие (мощность слоя 4,7 – 7,1м) (мк 0,7–1,0) [ГОСТ 8736–2014]. Полный остаток на сите 0,063 мм – 0,11–4,2%, зерна крупностью

свыше 5 мм и 10 мм отсутствуют. Фракция менее 0,16 мм составляет 11,5–78,63 мм. Содержание пылевидных и глинистых 0,27–4,32%, что соответствует требованиям [ГОСТ 8736–2014] (не более 3 и 5%). В минеральном составе песков преобладает кварц (90,4–97,8%), полевого шпата 0,3–4,33%, слюды 0,3–1,3%, глауконита до 6,0%.

Выход тяжелой фракции составляет от 0,2 до 1,22%. Её основные минералы: ильменит (117–5557 г/т), дистен (282–4013 г/т), рутил (98–878 г/т), лейкоксен (150–820 г/т), циркон (157–866 г/т), ставролит (152–521,5 г/т), турмалин (70–661 г/т) (см. табл. 8.7).

Эти пески в основном удовлетворяют требованиям [ГОСТ 8736–2014], но имеют слишком мелкий зерновой состав и не выдержаны по качеству. Поэтому промышленного значения не имеют.

Слой 5. Венчает песчаную толщу горизонт зеленовато-серых, глауконит-кварцевых, мелкозернистых песков сеномана, в верхней части с прослоями грязно-зеленых песчанистых глин и прослоев желваковых фосфоритов. Мощность слоя 2,1–3,6 м. Выше глин пески зеленовато-серые, с глауконитом, глинистые тонкозернистые до алеврита. Модуль крупности 0,3–0,4. Преобладает фракция 0,2–0,1мм (54,27%), 0,4–0,2мм (23,2%), содержание фракций 0,1–0,063мм (18,63%), > 0,4мм (3,87%), Залегают сеноманские пески в виде выдержанных пластов.

Пески сеноманского яруса на участке «Средний» в нижней части тонкие и очень мелкие (МК 0,9–1,21), в верхней части – очень тонкие (МК 0,3). По полному остатку на сите 0,63 (0,08–7,24) соответствует требованиям [ГОСТ 8736–2014] (до 10%). Фракций более 5 и 10 мм нет, фракции менее 0,16 мм в нижнем слое 16,12–28,84%, в верхнем – 72,31–75,60 %.

Следует отметить, что в средней части толщи сеноманских песков отмечаются слой глины мощностью до 1,5 м, а также несколько слоев желваковых фосфоритов, местами сцементированных в фосфоритовую плиту. Содержание пылевидных и глинистых частиц в нижнем слое 1,66–

7,84%, частично соответствует требованиям [ГОСТ 8736–2014], не более 5%. В верхнем слое 9,27–9,39%. Глина в комках отсутствует.

В южной части участка «Белый Колодец» пески сеномана сохранились от размыва на отдельных участках. В нижней части до слоя песчаных глин пески (мощность 1,7 м) очень мелкие (мк 1,2). Полный остаток на сите 0,063 мм составляет 3,17% соответствует [ГОСТ 8736–2014] (до 10%). Фракция менее 0,16 мм составляет 9,67% соответствует [ГОСТ 8736–2014] (не более 20%). Содержание пылевидных частиц 1,21% соответствует требованиям [ГОСТ 8736–2014]. Глина в комках отсутствует, постоянно присутствуют желваки фосфоритов, глауконит до 11,6%.

Пески сеноманского яруса верхнего слоя (выше слоя песчаных глин мощность 1,6 м) тонкие (МК 0,8). Полный остаток на сите 0,063 мм составляет 0,50%. Фракция менее 0,16 мм составляет 32,57%. Содержание пылевидных компонентов до 9,31%, соответствует требованиям [ГОСТ 8736–2014]. Глина в комках отсутствует. Присутствуют фосфорит и глауконит.

Из вышесказанного следует, что пески нижнего слоя сеномана очень мелкие, неоднородны по площади распространения и не могут применяться, как строительные в природном состоянии. В некоторых частях толщи фракции менее 0,16 мм и глинистой превышает допустимые нормы.

Пески формовочные Еманчинского проявления. В результате работ по ГДП-200 в точке наблюдения № 272 было выявлено Еманчинское проявление формовочных песков (рис. 8.9).

Полезная толща приурочена к отложениям криушанской свиты аптского яруса (они соответствуют надглиняной толще аптских песков участков «Средний» и «Белый Колодец»). Она представлена песком светло-серым до белого, кварцевым, мелкозернистым до тонкозернистого, хорошо отсортированным, с примесью мелких чешуек слюды, с неясной горизонтальной слоистостью. Мощность слоя составляет 2,5 м.

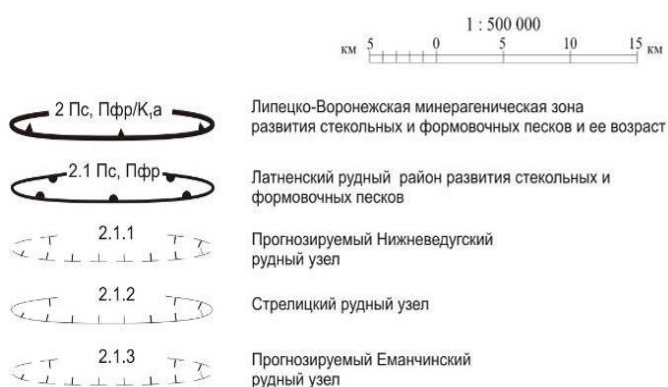
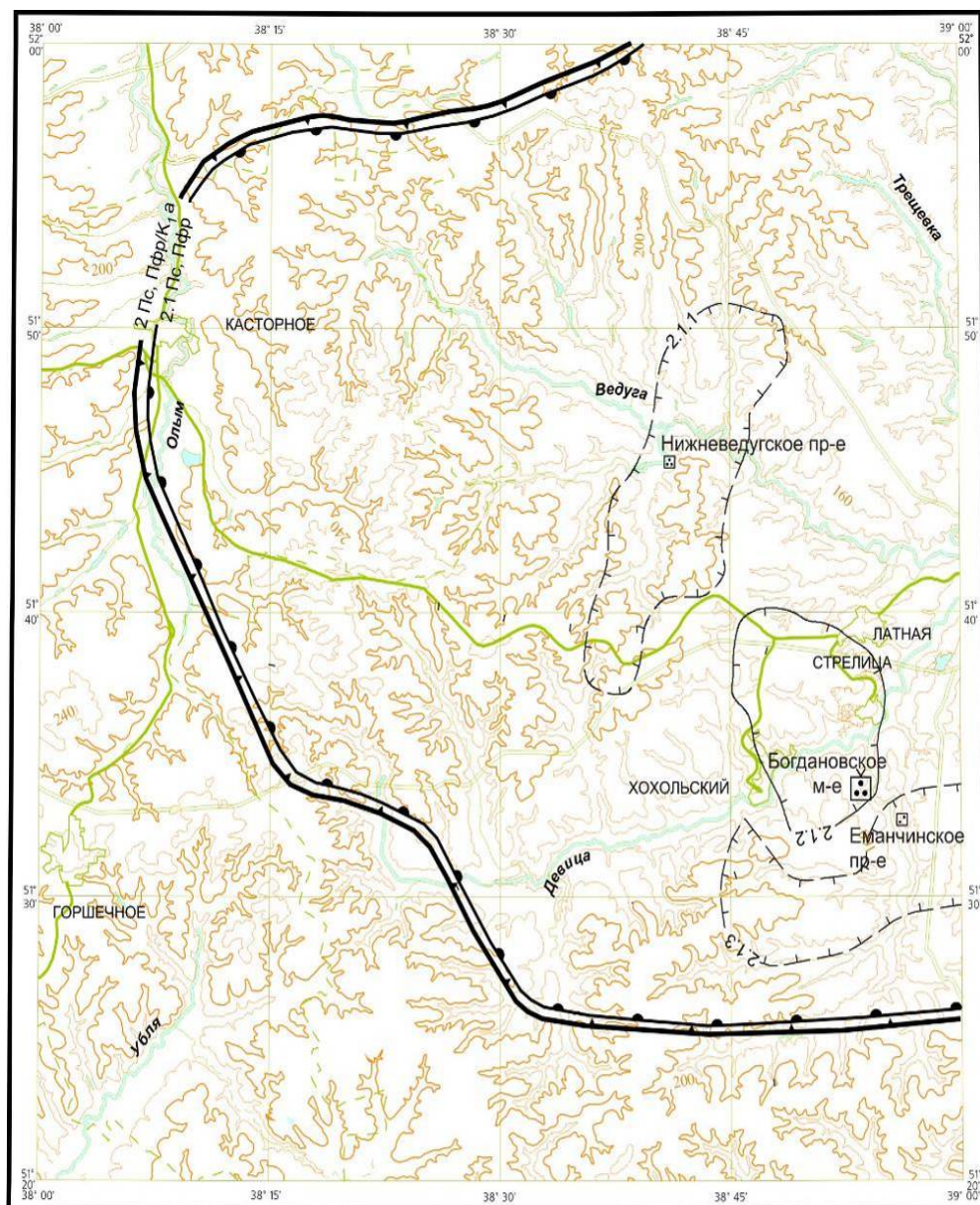


Рисунок 8.9 – Схема расположения проявлений стекольных и формовочных песков, выявленных при ГДП-200 листа М-37-III (Касторное)

Для песков характерен однородный химический состав. Содержание SiO_2 от 98,92 до 99,08%, Al_2O_3 0,07–0,35%, Fe_2O_3 – 0,19–0,28% (табл. 8.8).

Результаты химических анализов проб песков

№ пробы	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	TiO₂	ппп
272/1	98,92	0,27	0,10	0,28	0,29
272/2	99,02	0,35	0,08	0,19	0,27
272/3	99,08	0,07	0,07	0,22	0,16
281/1	99,02	0,35	0,09	0,19	0,29
281/2	99,06	0,30	0,09	0,22	0,21
281/3	99,70	0,08	0,04	0,05	0,16
281/4	99,80	0,06	0,04	0,03	0,10
281/5	99,80	0,05	0,05	0,05	0,06

Более 80% песка сосредоточено во фракциях 0,1 и 0,063, средний диаметр зерен 0,11–0,12 мм, коэффициент однородности 69–79 (табл. 8.9).

Таблица 8.9

Рассев песков Еманчинского проявления

№ сита	№ проб		
	272/1	272/2	272/3
2,5	-	0,24	-
1,6	-	0,12	-
1,0	-	0,04	-
0,63	0,14	0,04	-
0,4	0,24	0,16	0,85
0,315	0,28	0,08	1,09
0,2	0,84	0,18	0,66
0,16	1,45	1,04	1,28
0,1	67,32	68,52	56,22
0,063	26,44	25,38	29,46
0,05	2,77	3,56	9,72
Проход 0,05	0,52	0,64	0,72
<i>d_{ср}</i>	0,12	0,12	0,11
<i>Q</i>	79	79	69
<i>Глинистая</i>	0,44	0,40	0,60

Пески стекольные Нижневедугского проявления. На территории листа М-37–III (Касторное) также было выявлено Нижневедугское проявление стекольных песков (см. рис. 8.9), которое расположено в 25 км северо-восточнее Богдановского месторождения стекольных песков [Савко,

Михин, 2005]. Полезная толща приурочена к отложениям криушанской свиты аптского яруса и представлена песком белым со слабым желтоватым оттенком, мелкозернистым, хорошо отсортированным, кварцевым, не глинистым. Более 90% песчаного материала сосредоточено во фракциях 0,1–0,5 мм, что соответствует требованиям [ГОСТ 22551–77] (табл. 8.10). Содержание SiO_2 от 99,02 до 99,8%, Al_2O_3 – 0,05–0,35%, Fe_2O_3 – менее 0,1% (см. табл. 8.8). Мощность слоя составляет 2,5 м.

Таблица 8.10

Рассев песков Нижневедугского проявления

№ сита	№ проб				
	281/1	281/2	281/3	281/4	281/5
5,0	-	-	-	-	-
3,0	-	-	-	-	-
2,5	-	-	-	-	-
2,0	-	-	-	-	-
1,6	-	-	-	-	-
1,25	-	-	-	0,25	0,18
1,0	-	-	0,35	0,74	0,40
0,8	-	-	0,77	0,89	0,60
0,63	-	-	2,58	1,43	1,53
0,5	-	0,09	6,23	3,03	3,71
0,4	-	0,19	15,52	5,66	8,36
0,315	0,23	1,21	24,55	17,08	25,96
0,2	20,53	16,08	32,59	48,79	48,32
0,16	40,26	37,86	12,51	14,37	8,10
0,1	33,63	37,33	4,36	7,29	2,64
0,063	3,84	4,67	0,49	0,43	0,17
0,05	0,76	1,26	0,05	0,04	0,03
Проход 0,05	0,75	1,31	-	-	-

По требованиям [ГОСТ 2138–916] пески проявления относятся к маркам кварцевых; по содержанию кремнезема к группам K_1 и K_2 ; по содержанию фракции $<0,02$ мм к группе 2К; по коэффициенту однородности к группам O_2 и O_3 . Таким образом, марки формовочных кварцевых песков $2K_{1-2}O_{2-3}01$.

По требованиям ГОСТ 22551–77 [ГОСТ 22551–77] пески данного проявления относятся к марке Б-100–1 для производства силикат-глыбы, стекловолокна для электротехники, оконного стекла, изоляторов, труб, консервной тары и бутылок из полубелого песка.

8.4.3. Песчаники аптского яруса

Песчаники приурочены к средней части аптских отложений [Савко и др., 2012], к надглиняной толще и залегают в виде более или менее выдержанного пласта или больших линз (рис. 8.10). Распространены широко, но не повсеместно. Наиболее развиты в левобережной части Латненского месторождения. Их мощность изменяется от 0,2 м до 1,9, местами до 2,5 м.



Рисунок 8.10 – Коренные выходы песчаников аптского яруса Латненского месторождения

На участке «Белый Колодец» песчаники светло-серые до серых, плотные, преимущественно кварцитовидные, местами трещиноватые, по трещинам окрашены гидроокислами железа в розоватые цвета. Мощность их изменяется от 0,5 м до 1,8 м (табл. 8.11). На участке «Средний» в пределах

контура утвержденных запасов огнеупорных глин песчаники маломощные (от 0,1 м до 0,6 м). Залегают местами, в виде отдельных разобщенных линз.

Таблица 8.11

Мощность песчаников участка «Белый Колодец»

№ п/п	Номер скважины	Мощность, м	Краткое Описание
1	97/23	1,0	Светло-серый кварцитовидный
2	97/26	0,5	Светло-серый кварцевый
3	97/25	1,5	Светло-серый кварцитовидный, трещиноватый
4	97/24	1,8	Светло-серый кварцитовидный
Средняя		1,2	

По минералого-петрографическому составу выделяются две основные разновидности песчаников: кварцевые и кварцитовидные, с переходными разновидностями, определяющими их прочностные свойства. Наиболее распространенной разновидностью являются серые кварцевые или светло-серые песчаники с массивной, иногда параллельной, текстурой. В составе этих песчаников основным минералом является кварц, среди аксессуарных минералов встречаются зерна циркона, ильменита, турмалина, реже кремня, гётита и апатита.

Структура кварцевого песчаника, в основном, алевропсаммитовая неравномернозернистая, иногда кварцитовидная. По взаимоотношению зерен и цемента в песчаниках выделяются следующие типы цементации: цемент соприкосновения, поровый цемент замещения и цемент разрастания или регенерации. Состав цемента кварцевых песчаников в большинстве случаев глинисто-железистый, меньшей частью железисто-глинистый.

Кварцитовидные песчаники пользуются менее широким распространением. Их структура мозаичная, неравномерная. Тип цемента – разрастания или регенерации. Выделяются зернистые и сливные разновидности.

Кварцитовидные песчаники и близкие к ним кварцевые распространены на участке «Белый Колодец». В химическом составе преобладает двуокись кремния (табл. 8.12).

Таблица 8.12

Химический состав песчаников

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	п.п.п.
98,26–99,28	0,18–0,47	0,09–0,34	0,3	0,09–0,11	0,13–0,41
98,8	0,3	0,17	0,3	0,1	0,28

Физико-механические свойства песчаников характеризуются следующими параметрами: объемный вес – от 2,14 г/см³ до 2,57 г/см³ (в среднем 2,39 г/см³), удельный вес – от 2,65 г/см³ до 2,66 г/см³, пористость – от 5,1% до 11,3%, водопоглощение – от 0,5% до 5,9% (в среднем 2,36%). Прочностные характеристики приведены в таблице 8.13. Все образцы выдерживают 25 циклов замораживания. Приведенные данные показывают, что песчаники могут быть использованы в строительстве для получения тяжелого высокопрочного бутового камня марки «1000».

В 1997 г. в ВНИПИИСТРОМСЫРЬЕ (г. Москва) проведены работы по изучению возможности применения песчаников Латненского месторождения для производства облицовочных и реставрационных изделий. Определено, что прочность песчаников в сухом состоянии от 960 кг/см² до 2472 кг/см² (в среднем 1557 кг/см²) (табл. 8.13). В водонасыщенном образце она снижается соответственно до 640 кг/см² и 2056 кг/см² (в среднем 1301 кг/см²).

Коэффициент снижения прочности при насыщении водой изменяется от 0,75 до 0,88, в среднем 0,82. Морозостойкость более 50 циклов. Истираемость изменяется от 0,61 г/см² до 0,99 г/см², в среднем 0,8 г/см². Более высокими физико-механическими показателями характеризуются кварцитовидные песчаники.

По результатам исследований рекомендовано использовать прочные и среднепрочные разновидности песчаников, характеризующиеся пределом прочности при сжатии 152–185 МПа, коэффициентом прочности при

насыщении водой 0,75–0,88, морозостойкостью >50 F, истираемостью 0,61–0,99 г/см², полностью соответствующие требованиям ГОСТ 9479–84 «Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий».

Таблица 8.13

Физико-механические свойства песчаников

№ п/п	Наименование показателя	Единиц. измерения	Показатели		
			От	До	Средн.
1	Объемная масса	г/см ³	2,39	2,49	2,43
2	Водопоглощение	%	0,8	2,8	1,70
3	Упругость по высоте отскока шарика	см	39	47	42
4	Предел прочности при сжатии: в сухом состоянии в водонасыщенном после 25 мороз циклов	кг/см ²	960	2472	1557
			640	2056	1301
			232	1768	1000
5	Коэффициент размокания		0,75	0,88	0,82
6	Морозостойкость	F			>50
7	Истираемость	г/см ²	0,61	0,99	0,8

Это позволяет использовать песчаники указанных разновидностей для производства облицовочных, архитектурно-строительных и реставрационных изделий, рассчитанных на эксплуатацию как внутри помещений [Андреенков, Савко, 2003], так и на открытом воздухе (рис. 8.11).

Для производства кондиционных изделий следует производить разбивку песчаников по качеству непосредственно в карьере. По радиационно-гигиенической оценке песчаники относятся к 1 классу материалов и могут использоваться в строительстве без ограничений. Песчаники полностью соответствуют требованиям ГОСТ 9479–84 «Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий» и ТУ 5711–008–00283227–97 на изделия из песчаника Латненского месторождения.

Следует также отметить, что прочность латненских песчаников параллельно слоистости и перпендикулярно слоистости отличаются на 1–

20% (в среднем на 10%). Иногда наблюдается сланцеватость. Эти текстурные особенности могут повлиять на лещадность при производстве щебня.



Рисунок 8.11 – Применение латненских песчаников для облицовки фасадов зданий

В ВНИПИИСТРОМСЫРЬЕ проведена сравнительная характеристика физико-механических свойств природного камня наиболее характерных месторождений мрамора, гранита и песчаников Латненского месторождения (табл. 8.14). Как видно из таблицы, физико-механические свойства песчаника близки к показателям гранитов, но по показателю удельной эффективной активности значительно предпочтительнее.

Оценка декоративности песчаников, проведенная Лабораторией декоративного камня института ВНИПИИСТРОМСЫРЬЕ показывает следующее: цвет песчаника серовато-белый, рисунок при продольном распиливании однородный. Структура песчаника мелкозернистая, способность к полированию неудовлетворительная (вследствие пористости). К пористым песчаникам оценка декоративности в баллах не приемлема.

Основное, что ценится в этих горных породах при реставрационных работах – белизна. Наиболее отчетливо это свойство природного камня проявляется в пиленой фактуре, либо после грубой шлифовки. В отношении белизны и других декоративных качеств Латненские песчаники аналогичны таким Люберецким из Подмосковья. Прогнозные ресурсы категории P_1 в пределах контуров огнеупорных глин на участке «Белый Колодец»

составляют: 1351,2 тыс. м³ (площадь 11260 м²). Основная часть песчаников пригодна для получения тяжелого, высокопрочного бутового камня марки «1000».

Таблица 8.14

Физико-механические свойства различных видов природного камня

№ п/п	Наименование показателя	Мрамор	Гранит	Латненский песчаник
1	Предел прочности на сжатие в сухом состоянии, МПа	60–85	120–240	152–185
2	Коэффициент снижения прочности при насыщении водой	0,7–0,9	0,8–0,95	0,6–0,8
3	Морозостойкость, циклы	25–100	50–100	50–100
4	Истираемость, г/см ²	1,5–2,5	0,5–1,0	1,0–2,0
5	Показатель удельной эффективной активности ЕРН	30–80	250–1500	37

Прочные и среднепрочные разновидности песчаников соответствуют требованиям ГОСТ 9479–84 «Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий». Они могут быть использованы для производства широкого ассортимента архитектурно-строительных и реставрационных изделий, рассчитанных на эксплуатацию, как внутри помещений, так и на открытом воздухе. Для бутового камня и щебня по качеству подойдут все песчаники, а для камнерезных изделий необходимо их отбраковывать по трещиноватости, прочности, цвету, наличию примесей и пятен ожелезнения. Отходы могут быть использованы для производства щебня или на бутового камня. Прогнозные ресурсы песчаника для получения бутового камня марки «1000» составляет 1351,2 тыс. м³.

Таким, образом, вмещающие каолины и керамические глины отложения кварцевых песков и песчаников обычно являются весьма востребованными полезными ископаемыми. Их использование в значительной мере может повысить рентабельность разработки по сути комплексных песчано-глинистых месторождений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование каолиновых глин ВА связано с континентальными перерывами, формированием КВ и коррелятных с ними осадочных пород. В истории региона как положительной структуры это происходило неоднократно, но для образования месторождений указанных полезных ископаемых необходимы были благоприятные палеогеографические и тектонические условия. Они сложились в позднедевонское, визейское, батское, аптское, позднеэоценовое, олигоценовое, раннемиоценовое и раннеплиоценовое время.

Вместе с тем, фациальные обстановки формирования глин на каждом стратиграфическом уровне существенно различались, что сказалось на вещественном составе, технологических свойствах сырья и масштабах месторождений. Наиболее благоприятными для их поисков являются отложения мамонской толщи и апта.

Вторичные каолины верхнедевонского возраста развиты в мамонской ПКТ, расположенной в эрозионно-тектонической депрессии на юге ВА. Толща образовалась преимущественно за счет размыва КВ на кристаллических породах докембрия, распространенных южнее поля развития ПКТ. В меньшей степени размывались КВ на осадочных породах и базальтах.

Выделены три зоны развития ПКТ – Западная, Центральная и Восточная, каждая из которых содержит определенный набор фаций. В Западной зоне преобладают пролювиально-аллювиальные образования, представленные обломочными, преимущественно песчаными породами, содержащими прослой вторичных каолинов и каолинистых песков. В Центральной зоне набор фаций гораздо шире, в том числе пролювиально-делювиальных и озерно-болотных, хотя обломочные породы, в том числе каолинистые пески, преобладают в разрезах. В Восточной зоне среди

континентальных отложений появляются морские, представленные иллит-каолинитовыми глинами и маломощными органогенными известняками.

Наиболее благоприятна для поисков вторичных каолинов Центральная зона, где они составляют до 50% в разрезе толщи, а она залегает близ поверхности по долинам рек, том числе Дона. По направлению на запад и восток глубина залегания толщи увеличивается, а общая мощность слоев каолинов уменьшается. В Центральной зоне возможна добыча неглубоко залегающих каолинов открытым способом, тогда как на её водораздельных пространствах и в двух других зонах – высокоэкологичным гидроскважинным. Разведочными работами в Калачском районе Воронежской области открыто крупное месторождение Козынка вторичных каолинов и песчано-каолиновых смесей, что подтверждает высокую перспективность нахождения подобных объектов в рассматриваемой зоне.

Огнеупорные глины аптского возраста, залегающие среди кварцевых песков имеют преимущественно монтмориллонит-каолинитовый состав, а тугоплавкие – иллит-каолинитовый. Они могут содержать примеси кварца, гиббсита, смешанослойных минералов, органики, влияющие на технологические свойства глин. В огнеупорных глинах установлены как терригенный, так и аутигенный каолиниты, в тугоплавких – только первая разновидность этого минерала.

По данным фациального анализа огнеупорные глины образовались в пределах аллювиальной равнины, тугоплавкие – в лагунно-морской зоне. Источником сноса при формировании глин были породы верхнего девона, в том числе ПКТ, в меньшей степени юры и неокома. Значительную роль в пределах возвышенной аллювиальной равнины играло «дозревание» вещества в результате проточного диагенеза в условиях теплого гумидного климата при наличии значительного количества органики. Это привело к каолинизации иллита и монтмориллонита в результате трансформационных и синтетических процессов, появлению гиббсита.

Иллит-каолинитовый состав глин лагунно-морской зоны унаследован от размытых образований источников сноса. Он довольно выдержан практически на всей исследуемой территории. Меняется только соотношение глинистой и кварцевой компонент. Преобразования каолинита в щелочной среде связаны с дроблением его кристаллов и некоторым разупорядочиванием структуры. Изменений для иллита, кроме дробления его частиц, не наблюдается.

Фациальные особенности формирования аптских глин определили расположение месторождений огнеупорного сырья в пределах аллювиальной равнины, а тугоплавкого – в лагунно-морской зоне. Интенсивность каолинизации процессами проточного диагенеза, а поэтому и качество глин, зависели от рельефа. К отложениям возвышенной аллювиальной равнины приурочены огнеупорные глины латненского типа. В низовьях аллювиальной равнины по сравнению с её приподнятой частью процессы «дозревание» глинистого вещества были менее интенсивным из-за повышенного уровня стояния грунтовых вод. Поэтому трансформации кристаллических решеток таких минералов как иллит и монтмориллонит были широко проявлены. Как следствие это вело к образованию огнеупорных глин криушанского типа с повышенными содержаниями смешанослойных минералов типа монтмориллонит + каолинит, монтмориллонит + иллит. Они менее качественные по сравнению с латненскими, поскольку их огнеупорность ниже из-за пониженного количества глинозема и повышенного кремнезема.

В благоприятных для осаждения глинистых илов обстановках лагунно-морской зоны образовалось большинство месторождений и проявлений тугоплавких керамических глин. Они отличаются друг от друга по качеству и масштабам запасов. В более отдаленных от берега частях морского водоема формирования таких глин не происходило.

В кайнозое установлено четыре стратиграфических уровня развития керамических глин: I – среднеэоценовый (киевский), II – верхнеолигоценовый (берекский), III – нижнемиоценовый й (шапкинский),

IV – нижнеплиоценовый (усманский). С ними связаны все известные месторождения и проявления этого вида минерального сырья.

Анализ структурно-текстурных признаков, состава, условий залегания керамических глин кайнозоя, их соотношений с вмещающими породами показывает разнообразие условий образования этого полезного ископаемого. Палеогеновые глины формировались в морских водоёмах, неогеновые – в пределах аллювиальных равнин. При этом нижнемиоценовые тяготеют к приморской, нижнеплиоценовые – внутриконтинентальной равнинам.

Рассматриваемые глины имеют полиминеральный состав. Палеогеновые разности монтмориллонит-иллит-каолинитовые примерно с близкими соотношениями этих минералов, тогда как неогеновые – монтмориллонит-каолинитовые с примесью иллита до 10–15%. Такой состав свидетельствует о воздействии на последние процессов «промывного диагенеза», хотя и в не таких масштабах, как на аптские глины. Об этом свидетельствует редкое появление огнеупорных разностей среди неогеновых глин.

Вторичные каолины мамонской толщи ассоциируют с вмещающими и перекрывающими кварцевыми песками, в том числе с различным содержанием глинистой примеси, из которой возможно получение обогащенного каолина. Вмещающие кварцевые пески являются ценным стекольным, формовочным и строительным (песчано-гравийные смеси) попутно добываемым полезным ископаемым.

Учитывая широкое развитие ПКТ на большой территории, её значительные мощности, возможности отдельного получения путем гидроклассификации и гидроциклонирования ценных керамического, стекольного, формовочного и строительного, отбеливающего для бумажной промышленности сырья, открываются большие возможности открытия новых месторождений подобных комплексному месторождению Козынка.

Вскрышные породы аптских глин представлены одновозрастными кварцевыми алевритами, песками, песчаниками, а также альб-сеноманскими

глауконит-кварцевыми песками и четвертичными суглинками. Ближе к водоразделам в разрезе появляются турон-коньякский мел. Пески апта могут использоваться в качестве строительных, стекольных и формовочных, но при этом необходима их гидроклассификация. Песчаники представляют собой ценный декоративный и строительный материалы.

Проведенные исследования позволили провести минерагеническое районирование керамических глин ВА. Для каолинов ПКТ установлена Мамонская минерагеническая зона, включающая Павловск-Калачский минерагенический район. В нем выделен Воробьевский рудный узел, для которого подсчитаны прогнозные ресурсы по P_3 в 7,8 млн т.

Выделенная для керамических глин аптского яруса Малоархангельск–Воронежская минерагеническая зона включает Воронежский и Курско-Елецкий минерагенические районы. Первый является благоприятным для поисков огнеупорных разновидностей керамических глин. Он определен по распространению континентальных фаций, где в озерно-болотных условиях происходило «дозревание» вещества в условиях теплого гумидного климата при наличии значительного количества органического вещества. Курско-Елецкий район выделен по распространению лагунно-морских фаций. В пределах этого района вероятно обнаружение месторождений тугоплавких глин, т.к. глинистые минералы из пород лагунно-морской зоны имеют иллит-каолинитовый состав, унаследованный от размывтых образований источников сноса. Он довольно выдержан практически на всей исследуемой территории.

В пределах Воронежского минерагенического района выделено четыре рудных узла, для которых подсчитаны прогнозные ресурсы по категории P_3 . В сумме они составляют 26,4 млн т. В пределах Курско-Елецкого района подсчитанные прогнозные ресурсы керамических глин по категории P_3 для двух рудных узлов составили 16,9 млн т. Для керамических глин кайнозоя районирование не проводилось из-за низкого качества сырья, сильной фациальной изменчивости и малой площади развития отложений.

В целом, эволюция каолинитонакопления в фанерозое ВА имеет прерывисто-направленный тренд. Основной объём каолинита был генерирован в додевонских и девонских КВ по докембрийским породам Воронежского кристаллического массива. Значительная часть этого объёма законсервирована во вторичных каолинах мамонской толщи, развитой в крупной эрозионно-тектонической депрессии в южной части ВА. При формировании иллит-каоолинитовых глин мезозоя, в частности, аптских, каолинит поставлялся при размыве осадочных образований, в том числе каолинов мамонской толщи. Источниками сноса для глин кайнозоя служили мезозойские породы. Наиболее качественные разности глин появились в аптское время при активном участии процессов проточного диагенеза. Для кайнозоя отмечается разнообразие обстановок каолинитонакопления за счет размыва выветрелых осадочных пород при ограниченных процессах проточного диагенеза в неогене.

Особенностью каолинитонакопления в фанерозое ВА является отсутствие месторождений первичных каолинов на её территории, которые широко развиты в пределах других регионов. К поздне триасово-раннеюрским и раннемеловым КВ приурочены тысячи месторождений Западной Европы, Украины, Урала, Средней Азии. На мезозой приходится основной объём первичных каолинов Мира, но все они связаны с КВ кристаллических пород. В пределах ВА кристаллические породы с их КВ были полностью перекрыты палеозойскими отложениями, которые и размывались в источниках сноса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***Опубликованная***

1. Андреенков В.В. Аптские керамические глины Липецкой области / В.В. Андреенков // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2000. – Вып. 5 (10). – С. 148–158.

2. Андреенков В.В. Естественные отделочные и облицовочные материалы из осадочных пород северо-востока Воронежской антеклизы / В.В. Андреенков, А.Д. Савко. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 15. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – 94 с.

3. Аскоченский Б.В., Семенов В.П. Кора выветривания карбонатных пород верхнего мела Воронежской антеклизы. – Воронеж: Изд-ВГУ, 1973. – 176 с.

4. Бартенев В.К. Литология, фации и полезные ископаемые палеогена ЦЧЭР / В.К. Бартенев, А.Д. Савко // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 7. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. – 146 с.

5. Боголюбов Н.Н. О юрских отложениях у с. Семилуки в окрестностях г. Воронежа / Н.Н. Боголюбов // Бюлл. общества естествоиспытателей при ВГУ. – Вып. 1. – Т. 1. – Воронеж. – 1925. – С. 39–40.

6. Болховитина Н.А. Спорово-пыльцевой состав отложений апта и Альба центральной части Русской платформы / Н.А. Болховитина // Бюлл. МОИП, отд. геол. – 1951. – XXXVI – вып. 5. – С. 34–35.

7. Бортников Н.С. О количественной взаимосвязи кристаллохимических и термических свойств каолинита / Н.С. Бортников, А.П. Жухлистов, Г.О. Пилюян и др. // ДАН. – 2009. – Т. 428. – № 4. – С. 515–518.

8. Бортников Н.С. Изотопный состав кислорода каолинитовых пород как отражение различных стадий их литогенеза / Н.С. Бортников, В.М.

Новиков, Е.О. Дубинина, А.Д. Савко, А.Г. Беркета, А.В. Крайнов // ДАН. – 2011. – Т. 438. – № 3. – С. 5–7.

9. Бортников Н.С. История каолинита в коре выветривания и связанных с ней месторождениях глин по данным ЭПР / Н.С. Бортников, Р.М. Минеева, А.Д. Савко, В.М. Новиков, А.В. Крайнов, А.Г. Беркета, А.В. Сперанский // ДАН. – 2010. – Т. 433. – № 2. – С. 227–230.

10. Бортников Н.С. Геология, минералогия и геохимия огнеупорных глин Латненского месторождения / Н.С. Бортников, А.Д. Савко, В.М. Новиков, С.В. Соболева, Н.М. Боева, Е.А. Жегалло, Д.А. Дмитриев, А.В. Крайнов // Материалы Второго Российского рабочего совещания "Глины и глинистые минералы". – Пущино. – 2012. – С. 21–22.

11. Бортников Н.С. Железо в каолинитах каолиновой и бокситоносной кор выветривания гранитов по данным ЭПР / Н.С. Бортников, Р.М. Минеева, В.М. Новиков и др. // ДАН. – 2008. – Т. 423. – № 6. – С. 788–791.

12. Бортников Н.С. Латненское месторождение огнеупорных глин (Центральная Россия) / Н.С. Бортников, А.Д. Савко, В.М. Новиков, Н.М. Боева, С.В. Соболева, Е.А. Жегалло, Д. А. Дмитриев, А. В. Крайнов, А.П. Жухлистов, Е.Б. Бушуева // Литология и полезные ископаемые. – Москва. – 2016. – № 6. – С. 1–15.

13. Бортников Н.С. Структурно-морфологические особенности каолинита различных стадий литогенеза глинистых пород (на примере Воронежской антеклизы) / Н.С. Бортников, В.М. Новиков, А.Д. Савко, Н.М. Боева, Е.А. Жегалло, Е.Б. Бушуева, А.В. Крайнов, Д.А. Дмитриев // Литология и полезные ископаемые. – 2013. – № 5. – С. 426–440.

14. Бортников Н.С. Парамагнитные центры Fe^{3+} на поверхности частиц каолинита / Н.С. Бортников, Р.М. Минеева, С.В. Соболева // ДАН. – 2008. – Т. 422. – № 1. – С. 85–87.

15. Бушинский Г.И. О выветривании, промывном гидролизе и проточном диагенезе / Бушинский Г.И // Литология и полезные ископаемые. – 1977. – № 6. – С. 32–43.

16. Вергель Н.Л. Месторождения неметаллических полезных ископаемых Курской области / Н.Л. Вергель, В.А. Лючкин, Н.И. Литовченко. – Курск, 2004. – 261 с.
17. Воскресенская М.Н. Метаморфизованные коры в докембрии КМА // Докембрийские коры выветривания. – М.: Недра, 1975. – С. 34–39.
18. Генезис и ресурсы каолинов и огнеупорных глин. – М.: Наука, 1990. – 253 с.
19. Гинзбург И.И. Каолины и глины / И.И. Гинзбург, В.П. Зубчанинов // Нерудные ископаемые. – Пг. – 1927. – Т.2. – С. 1–88.
20. Глинка К.Д. Каолиновые глины Воронежской губернии / Глинка К.Д. – Воронеж, 1919г. – 34 с.
21. Глушков Б.В. Ледниковые отложения западной части Донского ледникового языка. Автореф. дисс. на соискание уч. степ. канд. г.-м. н. – Минск, 1989. 23 с.
22. Глушков Б.В. Донской ледниковый язык. Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 5. –Воронеж, 2001. 166 с.
23. Глушков Б. В., Холмовой Г. В. Эоплейстоценовые, нижнее- и среднелепистоценовые картируемые подразделения в бассейне Верхнего Дона // Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 87. –Воронеж, 2015. 77 с.
24. Глушков Б.В., Холмовой Г.В. Квартер ЦЧЭР // Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 92. –Воронеж, 2016. 241 с.
25. Горбачев Б.Ф. Каолины Орского Зауралья – сырьевая база для формирования в Приволжском федеральном округе специализированного горнопромышленного комплекса /Б.Ф. Горбачев, Г.П. Васянов, Е.В. Красникова // Георесурсы. № 4(63) Т.1. 2015. С. 25–32.
26. Горбачев Б.Ф. Структурно-морфологические особенности каолинита в остаточных и переотложенных каолинах Урала / Б.Ф. Горбачев, Г.П. Васянов, В.В. Власов, С.В. Соболева // Минералогия и минералогическая кристаллография. – Свердловск. – 1971. С. 159–165.

27. Горн В.Н. Деятельность керамической лаборатории т-ва Горн и К в Воронеже / В.Н. Горн // Зап. Импер. Русск. техн. общества. – СПб. – 1902.

28. Горюшкин В.В. Бентонитовые глины юго-востока Центрально-Черноземного района /В.В. Горюшкин, А.Д. Савко Тр. НИИ геологии ВГУ. Вып. 37. –Воронеж, 2006. 176 с.

29. Горюшкин В.В. Меловые пески района Латненского месторождения (Воронежская область). Возможности применения / В.В. Горюшкин, А.В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2016. – Вып. 2. – С. 92–99.

30. Горюшкин В.В. Песчаники Латненского месторождения / В.В. Горюшкин, А.В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2016. – Вып. 1. – С. 22–26.

31. ГОСТ 21286–82. Каолин обогащенный для керамических изделий. Технические условия. – М., 1982. – 7 с.

32. ГОСТ 2138–91. Пески формовочные. Общие технические условия. – М., 1992. – 6 с.

33. ГОСТ 22551–77. Песок кварцевый, молотые песчаник, кварцит и жильный кварц для стекольной промышленности. Технические условия. – М., 1977. – 11 с.

34. ГОСТ 3226–93. Глины формовочные огнеупорные. Общие технические условия. – Минск, 1994. – 9 с.

35. ГОСТ 8736–2014. Песок для строительных работ. Технические условия. – М., 2015. – 12 с.

36. ГОСТ 9169–75. Сырье глинистое для керамической промышленности. – Москва: Изд-во стандартов, 2001. – 13 с.

37. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия). Лист N-37 (38) –Москва. Объяснительная записка. –СПб.: ВСЕГЕИ, 1999. 344 с.

38. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Лист М-37. Воронеж. Объяснительная записка. –СПб.: ВСЕГЕИ, 2011. 255 с
39. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Глины тугоплавкие. –М., 2016.
40. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Глины огнеупорные. –М., 2016.
41. Дикий Г.И. Полезные ископаемые Воронежской губернии / Г.И. Дикий // Памятная книга Воронежской губернии. – Воронеж. – 1902.
42. Дмитриев Д.А. Среднеэоценовые глинистые породы южной и юго-восточной части Центрально-Черноземного региона // Вестник Воронеж. гос.ун-та. Сер. Геология. – Воронеж. – 2016. – № 1. – С. 102–107.
43. Дубянский А.А. Новые данные по геологии Курской и Воронежской областей // Тр. Воронеж. СХИ. – Воронеж. – 1940. – 146 с.
44. Дубянский А.А. Песчано-каолиновая толща в озерско-хованских и визейских отложениях на юго-востоке Воронежской антеклизы / А.А. Дубянский, Э.В. Косцова // Вестн. МГУ: Геология. – 1967. – № 3. – С. 51–67.
45. Евсеев М.В. Глины Центрально-Черноземной области, как материал для огнеупорной промышленности / М.В. Евсеев // Народное хоз-во ЦЧО. – Воронеж. – 1924. – кн. 1. – С. 117–120.
46. Еремин Н.И. Неметаллические полезные ископаемые: Учебное пособие / Н.И. Еремин // – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ; ИКЦ "Академкнига", 2007. – 459 с.
47. Ефимов А.В. Состояние МСБ стекольных песков ЦФО РФ и анализ конъюнктуры рынка стекольного сырья / А. В Ефимов // Разведка и охрана недр. –2013. – С. 59–64.
48. Жабин А.В. Новая трактовка генезиса аптских отложений Воронежской антеклизы / А.В. Жабин, А.Е. Звонарев, Д.А. Дмитриев // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и

палеогеографии: Материалы Пятого Всероссийского совещания. – Ульяновск: УлГУ. – 2010. – С. 142–146.

49. Жабин А. В. Глинистые минералы осадочного чехла Воронежской антеклизы / А.В. Жабин, А.Д. Савко, В.И. Сиротин // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 51–Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – 92 с.

50. Звонарев А.Е. Генезис переходных фациальных зон аптского яруса Липецкой области / А.Е. Звонарев, И.И. Косинова, В.Ю. Ратников. – Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2012. – № 2. – С. 45–53.

51. Зинчук Н.Н. Историческая минерагения : в 3-х т. / Н.Н. Зинчук, А.Д. Савко, Л.Т. Шевырев. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2005. – Т. 1 : Введение в историческую минерагению. – 590 с.

52. Зинчук Н.Н., Историческая минерагения: в 3-х т. / Н.Н. Зинчук, А.Д. Савко, Л.Т. Шевырев. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2007. – Т. 2. : Историческая минерагения древних платформ. – 570 с.

53. Зинчук Н.Н. Историческая минерагения: в 3-х т. / Н.Н. Зинчук, А.Д. Савко, Л.Т. Шевырев. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2008. – Т. 3.: Историческая минерагения подвижных супер поясов. – 622 с.

54. Земятченский П.А. Огнеупорные глины окрестностей ст. Латной Киево-Воронежской ж.-д. / П.А. Земятченский // Тр. Гос. Исслед. керамического института. – Л. – 1927. – Вып. 5–6. – С. 3–81.

55. Иванов Д.А. Литология и условия образования титан-циркониевых россыпей на примере Унечской и Скопинской рудных зон: дисс. ... канд. геол.-мин. наук : 25.00.06 / Иванов Дмитрий Андреевич. – Воронеж, 1998. – 132 с.

56. Калущая С.А. Бентонитовые глины кайнозоя Воронежской антеклизы/ Бентониты. М., 1980. – С.64–73.

57. Калущая С.А. Вулканогенное происхождение бентонитов палеогена и неогена Воронежской антеклизы/ Новое в современной литологии. М.,1981. –С.88–91.

58. Калущкая С.А. Литология и условия образования бентонитовых глин киевской свиты верхнего эоцена Воронежской антеклизы. Автореф. дисс. кандидата геолого-минералогических наук. М. 1980. –29 с.

59. Калущкая С.А. Формовочные бентониты верхнего эоцена Центрально-Черноземного экономического района/ Геология, методы поисков и разведки неметаллических полезных ископаемых. М, 1977. – С. 47–54.

60. Карпов П.А. История восточной части Воронежской антеклизы в девоне// Изв. вузов. Геология и разведка. 1965. № 2. – С. 30–36.

61. Квитка С.К. Геологические экскурсии по северо-западной части Воронежской губернии по рекам Дону, Девиге и Ведуге / С.К. Квитка. – Горн. ж-л. – 1901. – С. 2–44.

62. Келер К.И. Главнейшие свойства глин Латненского месторождения и их классификация / К.И. Келер // Тр. Гос. Исслед. Керамического института. – вып. 37. – М, 1932.

63. Коваль С.А. Глаукониты нижневолжско-неокомских отложений КМА и условия их образования / С. А. Коваль // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Вып. 1. – 2002 г. – С.52–69.

64. Кора И.М. Песчаные породы вскрыши и возможности использования на Латненском, Лебединском, Стойленском месторождениях / И.М. Кора, А.Д. Савко, // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 14. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2003. – 94 с.

65. Коробейников А.Ф. Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых / А.Ф. Коробейников, В.С. Кузубный – Томск, 1998. 309 с.

66. Коссовская А.Г. Эпигинез и его минеральные индикаторы / А.Г. Коссовская, В.Д. Шутов // Проблемы эпигенеза М. – 1971 г. – Вып 221. – С. 9–34.

67. Котельников Д.Д. Глинистые минералы осадочных пород / Д.Д. Котельников, А.И. Конюхов. – М., 1986 г. – 247 с.

68. Кошелев Н.И. Месторождения неметаллических полезных ископаемых Курской области / Н. И. Кошелев, Т. А. Жеребцова, В. В. Мокрецов, Т. Е. Цуканова // Курск. –2013. – 434 с.

69. Крайнов А.В. Аптские глины континентальных и прибрежно-морских обстановок на примере Большекарповского и Лукошкинского месторождений / А.В. Крайнов, Т.В. Татьянченко // Материалы Всероссийского совещания, посвященного 100-летию основателя Ленинградской литологической школы Льва Борисовича Рухина. – Санкт-Петербург – 2012. – Т. 1. – С. 209–211.

70. Крайнов А.В. Аптские тугоплавкие глины участка «Черкасские дворики» (Липецкая область) / А.В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2014. – № 3. – С. 109–112.

71. Крайнов А.В. Вещественный состав керамических глин аптского яруса северной части ЦЧЭР / А.В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2015. – № 2. – С. 31–36.

72. Крайнов А.В. Вещественный состав керамических глин кайнозоя Центрально-Черноземного района / А. В. Крайнов // Экзолит – 2019. Фациальный анализ: теория и практика : Годичное собрание (научные чтения), посвященное 110-летию со дня рождения доктора геолого-минералогических наук, профессора Григория Федоровича Крашенинникова. Москва, 2019 г. : сборник научных материалов. – Москва, 2019. – С. 73–75.

73. Крайнов А.В. Вещественный состав огнеупорных и тугоплавких глин аптского яруса северо-восточного склона Воронежской антеклизы / А. В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2014. – № 1. – С. 296–299.

74. Крайнов А.В. Вскрышные породы Латненского месторождения. Возможности применения / А.В. Крайнов // Экзолит – 2021. Актуальные

проблемы литологии: задачи и решения. Годичное собрание. Москва, 2021 г. : сборник научных материалов. – Москва, 2021. – С. 122–124.

75. Крайнов А.В. Вторичные каолины мамонской толщи как продукт переотложения девонской коры выветривания / А.В. Крайнов // Россыпи и месторождения кор выветривания XXI века: задачи, проблемы, решения. Материалы XVI Международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. – Воронеж, 2021. – С. 162–164.

76. Крайнов А.В. Геология и минерагения керамических и огнеупорных глин аптского яруса Воронежской антеклизы: дис. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 2016. – 132 с.

77. Крайнов А.В. Керамические глины кайнозоя Центрально-Черноземного района / А.В. Крайнов, Д.А. Дмитриев // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2019. – № 2. – С. 81–87.

78. Крайнов А.В. Литология керамических глин аптского яруса лагунно-морских фациальных обстановок / А.В. Крайнов // Эволюция осадочных процессов в истории Земли: материалы VIII Всероссийского литологического совещания. – Москва. – 2015. – Т. 1. – С. 353–356.

79. Крайнов А.В. Литология и фации аптских отложений северной части ЦЧЭР в связи с поисками керамических глин / А.В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2015. – № 1. – С. 29–40.

80. Крайнов А.В. Минерагеническое районирование керамических глин Воронежской антеклизы / А.В. Крайнов, С.В. Мануковский // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология.– Воронеж, 2020. – № 1. – С. 66–77.

81. Крайнов А.В. Минерально-сырьевая база стекольных песков Центрально-Черноземного района и перспективы ее развития / А.В. Крайнов, В.В. Горюшкин // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология.— Воронеж, 2017.— № 1. – С. 90–95.

82. Крайнов А.В. Минерально-сырьевая база тугоплавких и огнеупорных глин Центрально-Черноземного района и перспективы ее развития / А.В. Крайнов, Д.А. Дмитриев // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2017.– № 4. – С. 79–85.

83. Крайнов А.В. Новые данные по минерагеническому районированию керамических глин в пределах ЦФО / А. В. Крайнов // Экзолит – 2020. Литологические школы России : Годичное собрание (научные чтения), посвященное 215-летию основания Московского общества испытателей природы. Москва, 2020 г. : сборник научных материалов. – Москва, 2020. – С. 138–141.

84. Крайнов А.В. Результаты изучения тугоплавких глин участка "Соколье" (Липецкая область) / А.В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. – Сер.: Геология. – Воронеж. – 2009. – № 2. С. 79–84.

85. Крайнов А.В. Сравнительная характеристика аптских глин континентальных и прибрежно-морских обстановок на примере Большекарповского и Лукошкинского месторождений / А.В. Крайнов // Актуальные проблемы геологии, прогноза, поисков и оценки месторождений твердых полезных ископаемых: Материалы Международной научно-практической конференции (17–23 сент. 2012, Симферополь–Судак) / Крымское отделение Украинского государственного геологоразведочного института (КО УкрГГРИ). – К.: Академперіодика. – 2012. – С. 106–108.

86. Крайнов А.В. Фациальные основы прогноза месторождений керамических и огнеупорных глин аптского яруса северной части Воронежской антеклизы / А.В. Крайнов // Материалы Третьего Российского Сопещания по глинам и глинистым минералам «ГЛИНЫ-2015» – Москва. – 2015. – С. 57–59.

87. Крайнов А.В. Фосфориты района Латненского месторождения (Воронежская область). Возможности их использования. / А.В. Крайнов, В.В.

Горюшкин // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология.— Воронеж, 2017.— № 3. – С. 24–29.

88. Крайнов А.В. Характеристика вещественного состава и строения глинистых пород аптского яруса (Липецкая область, Елецкий район) /А.В. Крайнов, Д.А. Дмитриев // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2010. – № 1. – С. 296–299.

89. Крайнов А.В. Характеристика перспективных участков для постановки разведочных работ на керамические глины на границе Курской и Воронежской областей // Вестник Воронеж гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2015. – № 3. – С. 134–137.

90. Крайнов А.В. Установление генезиса тугоплавких глин на основе химического и электронно-микроскопического анализов на примере участка Черкасские Дворики (Елецкий район, Липецкая область) / А.В. Крайнов, А.Д. Савко, Т.В. Татьянченко, Н.С. Базилов, Д.А. Дмитриев // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: материалы 6-го Всероссийского литологического совещания. – Казань. – 2011. – Т. 1. – С. 434–437.

91. Крайнов А.В. Этапы каолинитонакопления в фанерозое Воронежской антеклизы / А. В. Крайнов // Экзолит – 2022. Литология осадочных комплексов фанерозоя и докембрия : Годичное собрание (научные чтения). Москва, 2022 г. : сборник научных материалов. – Москва, 2022. – С. 71–74.

92. Лукьянов В.Ф. Некоторые структурные особенности песчано-каолиновой мамонской толщи в пределах юго-восточной части Воронежской антеклизы // В.Ф. Лукьянов, Г.И. Раскатов Тр. Воронеж. гос. ун-та. – Воронеж, 1968.-Т. 68. – С.87–93.

93. Лукьянов В.Ф., Жуковский А.А. Особенности строения мамонской толщи и минералогического состава ее обломочных пород в пределах Воронежской антеклизы // В.Ф. Лукьянов, А.А. Жуковский Литогенез в докембрии и фанерозое Воронежской антеклизы.-Воронеж, 1975.-С. – 74–79.

94. Лукьянов В,Ф. Тектоника палеозойского осадочного чехла юго-восточной части Воронежской антеклизы. Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. – Воронеж, 1972. – 24 с.

95. Мануковский С.В. Мамонская толща – источник получения стекольного, формовочного и строительного песчаного сырья, обогащенного каолинита. / С.В. Мануковский, А.В. Крайнов Н.А. Корабельников, А.В. Милаш // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2018. – № 1. – С. 58–66.

96. Масленникова Г.Н. Обогащенный каолин месторождения “Журавлиный Лог” для керамического производства / Г.Н. Масленникова, Н.В. Колышкина, А.С. Шамриков, З.В. Стафеева // Стекло и керамика. – № 1. – 2002. – М. – С. 15–19.

97. Металлогенический кодекс России. Москва, Геокарт-ГЕОС, 2012. 125 с.

98. Мизин А.И. Литология аптских глин Воронежской антеклизы : дис. ... канд. геол.-мин. наук : 04.00.21 / Мизин Андрей Иванович – Воронеж, 1995. – 145 с.

99. Михайлов Б.М. Фациальные типы рудоносных кор выветривания и их эволюция в истории Земли // Кора выветривания и гипергенное рудообразование. М. 1977. С. 22–23.

100. Михин В.П. Латненское месторождение огнеупорных глин и возможности его комплексного использования / В.П. Михин, Н.А. Музылев, А.Д. Савко // Геологический вестник Центрального района России. – 2000, – № 2. – С. 57–65.

101. Музылев Н.А. Керамические глины Воронежской области. Латненское месторождение огнеупорных глин / Н.А. Музылев, В. П. Михин, В. В. Горюшкин // Огнеупоры и техническая керамика. – 2003. – № 8. – С. 33–39

102. Никулин И.И. Железорудные коры выветривания Белгородского района Курской магнитной аномалии / И.И. Никулин, А.Д. Савко – Труды

научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 85. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2015. – 102 с.

103. Новиков В.М. О взаимосвязи неорганического и органического вещества каолиновых огнеупорных глин / Новиков В.М., Жегалло Е.А., Зайцева Л.В. и др. // Материалы III Российского совещания с международным участием. – Сыктывкар. – 2009. – С. 114–116.

104. Огороков В.А. Литология фаменских отложений Воронежской антеклизы / В.А. Огороков, А.Д. Савко // Воронеж: Воронежский госуниверситет, 1998. – 124 с.

105. Орлов В.П. О стратегических видах минерального сырья России / В.П. Орлов // Минеральные ресурсы России. – №4. – 1995. С. 4–5.

106. Осипов В.И. Глинистые покрышки нефтяных и газовых месторождений / В.И. Осипов, В.Н. Соколов, В.В. Еремеев – М.: Наука, 2001, 238 с.

107. Петров В.П. Основы учения о древних корах выветривания. – М.:Недра,1967. – 344 с.

108. Преображенская В.Н. Стратиграфия отложений юры и низов нижнего мела территории ЦЧО / В.Н. Преображенская. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1966. – 283 с.

109. Пригоровский М.М. Огнеупорные глины Центральной России / М.М. Пригоровский // Материалы по изучению ест. – производ. сил России. – Пг. – 1922. – С. 57.

110. Принада В.Д. Нижнемеловая флора из Латненского района Центрально-Черноземной области / В.Д. Принада // Материалы ВНИГРИ. – Сб.1 Ленинград. – 1939. С. 46–62.

111. Раскатов Г.И. Тектоника восточной части Воронежского кристаллического массива и его осадочного чехла / Г.И. Раскатов, В.Ф. Лукьянов, А.А. Старухин [и др]. // Воронеж: Изд-во ВГУ, 1976. – 120 с.

112. Раскатова Л.Г. О возрасте песчано-каолиновой (мамонской) толщи юго-восточного склона Воронежской антеклизы по данным спорово-пыльцевого анализа / Л.Г. Раскатова // Труды геологического совещания по проблемам изучения Воронежской антеклизы. – Воронеж. – 1966. – С. 272–290.

113. Раскатова Л.Г. Палинологическая характеристика фаменских отложений центральных районов Русской платформы / Воронеж: Изд-во ВГУ, 1973. – 174 с.

114. Родионова Г.Д., Ушакова В.Т., Кононова Л.И. и др. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы.-М., 1995. – 265 с.

115. Розанов А.Ю. Ископаемые бактерии, седиментогенез и ранние стадии эволюции биосферы / А.Ю. Розанов. // Палеонтологический журнал. – 2003. – № 6. – С. 41–49.

116. Рындин Ф.К. Воронежские огнеупорные глины Латненского района / Ф.К. Рындин // Вестник силикатной промышленности. – М. – 1922. – № 5–6. – С. 77–85.

117. Савко А.Д. Воронежская антеклиза. Справочное руководство и путеводитель для участников геологических экскурсий совещания «Литология и полезные ископаемые Центральной России» (3–8.07.2000) в г. Воронеже и XII Международного совещания по геологии россыпей и кор выветривания (25–29.09.2000) в г. Москве) А.Д. Савко ; Российская академия наук ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2000. – 129 с.

118. Савко А.Д. Вторичные каолины девона Воронежской антеклизы на примере месторождения Козынка / А.Д. Савко, С.В. Мануковский, А.В. Крайнов, Н.А. Корабельников, А.В. Милаш // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2018. – № 2. – С. 20–28.

119. Савко А.Д. Вторичные каолины девона юго-востока Воронежской антеклизы. / А.Д. Савко, С.В. Мануковский, А.В. Крайнов, А.В. Милаш // Осадочная геология Урала и прилежащих регионов: сегодня и завтра.

Материалы 12 литологического совещания. – Екатеринбург, 2018. – С. 299–302.

120. Савко А.Д. Вторичные каолины из различных фаций мамонской толщи верхнего девона Воронежской области / А.Д. Савко, В.М. Новиков, Н.М. Боева, С.В. Мануковский, А.В. Крайнов, А.В. Милаш, // Экзолит – 2019. Фациальный анализ: теория и практика : Годичное собрание (научные чтения), посвященное 110-летию со дня рождения доктора геолого-минералогических наук, профессора Григория Федоровича Крашенинникова. Москва, 2019 г. : сборник научных материалов. – Москва, 2019.– С. 123–126.

121. Савко А.Д. Вторичные каолины центрального девонского поля и перспективы поисков месторождений в его пределах / А.Д. Савко, С.В. Мануковский, Н.М. Боева, А.В. Крайнов, А.В. Милаш // Геология рудных месторождений. 2022. Т. 64. № 5. С. 546-559.

122. Савко А.Д. Геология Воронежской антеклизы / А.Д. Савко. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 12. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. – 165 с.

123. Савко А.Д. Глинистые минералы в девонских отложениях юго-востока Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, С.В. Мануковский Геология и неметаллические полезные ископаемые ЦЧЭР. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1987. – С.133–143.

124. Савко А.Д. Глинистые породы верхнего протерозоя и фанерозоя Воронежской антеклизы. / А.Д. Савко. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. – 192 с.

125. Савко А.Д. Глинистые породы и связанные с ними полезные ископаемые в палеозойских и мезокайнозойских отложениях Воронежской антеклизы. Статья 2. Глинистые породы мезокайнозоя / А.Д. Савко // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. – Воронеж, 2014. – № 1. – С. 89–94.

126. Савко А.Д. Историческая геология: учебное пособие / А.Д. Савко. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006. – 450 с.

127. Савко А.Д. История развития поверхности кристаллического фундамента Воронежской антеклизы в верхнем протерозое и фанерозое // Вопросы геологии и металлогении докембрия Воронежского кристаллического массива. – Изд-во ВГУ, Воронеж, 1976. – 128 с.

128. Савко А.Д. Каолиниты континентальных обстановок (на примере Воронежской антеклизы) / А.Д. Савко, В.М. Новиков, Д.А. Дмитриев, А.В. Крайнов // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: материалы 6-го Всероссийского литологического совещания. – г. Казань. – 2011 г. – Т. 2. – С. 190–194.

129. Савко А.Д. Керамические глины Центрально-Черноземного района / А.Д. Савко, А.В. Крайнов –Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 88. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2015. – 109 с.

130. Савко А.Д. Коры выветривания в геологической истории Восточно-Европейской платформы / А.Д. Савко А.Д. Додатко – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1991. – 232 с.

131. Савко А.Д. Коры выветривания и связанные с ними полезные ископаемые / А. Д. Савко, Ю.Ю. Бугельский, В.М. Новиков и др. – Воронеж: Истоки, 2007. – 355 с.

132. Савко А.Д. Литология аптских отложений междуречья Дон-Ведуга-Девица / А.Д. Савко, В.П. Михин // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – 2000. – № 9. – С. 56–68.

133. Савко А.Д. Литология и полезные ископаемые аптских отложений междуречья Дон-Ведуга-Девица / А.Д. Савко, В.П. Михин, Г.В. Холмовой. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 26. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. – 111 с.

134. Савко А.Д. Литология и полезные ископаемые мамонской песчано-каолиновой толщи Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, С.В. Мануковский, Л.Т. Шевырев. – Труды научно-исследовательского института

геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 53. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2009. – 112 с.

135. Савко А.Д. Литология и полезные ископаемые мамонской песчано-каолиновой толщи Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, С.В. Мануковский, Л.Т. Шевырев // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 53. – 2008. – 112 с.

136. Савко А.Д. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, С.В. Мануковский, А.И. Мизин и др. – Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Вып. 3. – Воронеж: Изд-во Воронеж ун-та, 2001. – 201 с.

137. Савко А.Д. Минерагения аптских отложений Воронежской антеклизы. Статья 1. Огнеупорные и керамические глины / А.Д. Савко, В.М. Новиков, А.В. Крайнов, Д.Н. Давыдов, В.Ю. Ратников // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – № 2. – 2011. – С. 116–136.

138. Савко А.Д. Минерагения аптских отложений Воронежской антеклизы. Статья 2. Полезные ископаемые песчаных пород / А.Д. Савко, А.В. Крайнов, Д.Н. Давыдов, В.Ю. Ратников // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж. – № 1 – 2012. – С. 155–172.

139. Савко А.Д. Минералого-генетическая характеристика аптских глин северного склона Воронежской антеклизы / А.Д. Савко // Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антеклизы. – Вып. 4. – Воронеж – 1977. – С. 3–10.

140. Савко А.Д. Минерально-сырьевая база неметаллических полезных ископаемых Центрально-Черноземного региона и рациональное ее использование. Статья 1. Состояние минерально-сырьевой базы неметаллов / А.Д. Савко, Д.А. Дмитриев, А.В. Крайнов, А.В. Милаш // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2018. – № 3. – С. 50–65.

141. Савко А.Д. Минеральный состав огнеупорных глин латненского типа / А.Д. Савко // Изв. АН СССР.: Сер. геол. – 1977. – № 3. – С. 126–129.

142. Савко А.Д. Нерудные полезные ископаемые Черноземья / А. Д. Савко, Г. В. Холмовой, С.А. Ширшов // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 32. – Воронеж, 2005. – 314 с.

143. Савко А.Д. Новая каолиноносная провинция России в южной части Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, В.М. Новиков, Н.М. Боева, А.В. Крайнов, А.В. Милаш, Е.А. Жегалло, М.Ю. Овчинникова, Н.С. Бортников // Доклады Академии наук. – Москва, 2019. – Т. 489, № 6. – С. 621–625.

144. Савко А.Д. Новая провинция вторичных каолинов в центральной России / А.Д. Савко, А.В. Крайнов, А.В. Милаш, С.В. Мануковский // Литология осадочных комплексов Евразии и шельфовых областей : материалы 9-го Всероссийского литологического совещания (с международным участием). – Казань, 2019. – С. 404–405.

145. Савко А.Д. Объяснительная записка к атласу фациальных карт Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, С.В. Мануковский, А.И. Мизин, В.Н. Бурыкин, В.К. Бартнев // Труды научно-исследовательского института геологии: Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 20. – Воронеж, 2004. 107 с.

146. Савко А.Д. Огнеупорные глины и каолины Воронежской антеклизы / А.Д. Савко // Генезис и ресурсы каолинов и огнеупорных глин. – Наука. М. – 1990. – С. 35–47.

147. Савко А.Д. Особенности минерального состава аптских глин Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, В.М. Новиков, А.В. Крайнов // Минеральные индикаторы литогенеза: Материалы Российского совещания с международным участием. – Сыктывкар: Геопринт. – 2011. – С. 229–231.

148. Савко А.Д. Палеогеоморфология территории Воронежской антеклизы на начало юрского и мелового времени / А.Д. Савко // Геология и неметаллические полезные ископаемые ЦЧЭР. – Воронеж: изд-во ВГУ. – 1987. – С. 4–12.

149. Савко А.Д. Стекольные пески в аптских отложениях междуречья Дон-Ведуга / А.Д. Савко, В.П. Михин // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2005. – Вып. 1. – С. 152–165.

150. Савко А.Д. Фанерозойские коры выветривания и связанные с ними отложения Воронежской антеклизы, их неметаллические полезные ископаемые: дисс. ... докт. геол.-мин. наук : 25.00.06 / Савко Аркадий Дмитриевич. – Воронеж, 1984. – 551 с.

151. Савко А.Д. Фосфориты Центрально-Черноземного района / А.Д. Савко, В.И. Беляев, С.В. Мануковский – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 1994. – 184 с.

152. Савко А.Д., Эволюция каолинитонакопления в фанерозое. / А.Д. Савко, А.В. Крайнов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2021. – Вып. 3. – С. 4–24.

153. Савко А.Д. Эпохи корообразования в докембрии Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, И.Н. Щеголев // Литология и полезные ископаемые. – 1979. – С.64–78.

154. Савко А.Д. Эпохи корообразования в истории Воронежской антеклизы / Савко А. Д. // Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. – 120 с.

155. Савко А.Д. Эпохи формирования кор выветривания и связь с ними месторождений вторичных каолинов и керамических глин в фанерозое Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, А.В. Крайнов, М.Ю. Овчинников, А.В. Милаш, В.М. Новиков // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2019. – № 3. – С. 23–34.

156. Савко А.Д., Хожайнов Н.П. Этапы формирования кор выветривания в верхнем протерозое и палеозое Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, Н.П. Хожайнов – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975.

157. Семенов В.Ф. К минералогии аптских глин Липецкой области / В.Ф. Семенов // Геологический сборник.Тр.ВГУ. – Воронеж. – 1963. – Т.62. – С. 158–166.

158. Семенов В.П. Палеоген Воронежской антеклизы. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1965. – 278 с.
159. Синицын В.М. Палеогеография Азии / В.М. Синицын. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 268 с.
160. Сиротин В.И. Бокситы КМА / В.И. Сиротин, Е.Е. Белявцева – Труды научно-исследовательского института геологии: Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та. –Вып. 93. – Воронеж, 2016. 104 с.
161. Сиротин В.И. Закономерности визейского бокситообразования (на примере КМА и других провинций Русской платформы). // Дисс. д-ра геол.-мин. наук. – Воронеж, 1988.- Т. 1. – 353 с.
162. Сиротин В.И. История минералов свободного глинозёма и эволюция литолого-минералогических типов бокситов КМА // Литология и полезн. ископ. – Москва, 1973. – № 6. – С. 68–83.
163. Стратиграфический кодекс. Издание второе (дополненное). – С. – Пб., –2019. – 96 с.
164. Солодкий Н.Ф., Шамриков А.С., Погребенков В.М. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекольной промышленности. Справочное пособие / Под ред. проф. Г.Н. Масленниковой. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 332 с.
165. Толстихина М.М. Девонские отложения центральной части Русской платформы и развитие её фундамента в палеозое. М., 1952. – 147 с.
166. ТУ 1512–003–10612023–15. Глина огнеупорная Латненского месторождения. – Воронеж, 2015. – 3 с.
167. ТУ 5751–001–35428869–2012. Глины тугоплавкие светло-серые месторождения «Большая Карповка» для производства керамического кирпича. – п. Кшенский, 2012. – 3 с.
168. ТУ 5751–002–35428869–2012. Глины тугоплавкие красножгущиеся месторождения «Большая Карповка» для производства глазурованной керамической плитки. – п. Кшенский, 2012. – 3 с.

169. Утехин Д.Н. Что такое мамонские слои девона? / Д.Н. Утехин // Тр. межобл. геол. совещ. по геологии и минеральным ресурсам ЦЧО. – Воронеж. – 1962. – С. 68–73.

170. Фахрутдинов Р.З. Минерально-сырьевая база фосфатного сырья России: состояние, проблемы и пути развития / Р.З. Фахрутдинов, М.И. Карпова, И.С. Садыков [и др.] // Разведка и охрана недр. – 2005. – № 9. – С. 11–15.

171. Ферронский В.И. Изотопия гидросферы Земли / В.И. Ферронский, В.А. Поляков. – М.: Науч. Мир, 2009. – 632 с.

172. Хожайнов Н.П. К литологии Латненского месторождения огнеупорных глин / Н.П. Хожайнов // Тр. Естествоиспытателей. – Т.9. – Воронеж – 1955. – С. 88–94

173. Хожайнов Н.П. Литогенетические типы огнеупорных глин аптского яруса Криушанско-Панинской глиноносной площади и условия их формирования / Н.П. Хожайнов., А.К. Титов // Литология и полезные ископаемые Воронежской антеклизы. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 1982. С. 76–88.

174. Хожайнов Н.П. Литология нижнемеловых отложений Воронежской и Липецкой областей в связи с распространением огнеупорных глин / Н.П. Хожайнов // Тр. межвуз. науч. совещ. по геол. и полезн. ископ. ЦЧО. – Воронеж. – 1957. – С. 247–255

175. Хожайнов Н.П. Литология терригенных толщ палеозоя и мезозоя Воронежской антеклизы и проблемы их рудоносности/ Автореф. дисс... докт. геол.-минер.наук.-Ростов-на-Дону, 1972. – 40 с.

176. Хожайнов Н.П. Новые результаты исследования минералогической природы огнеупорных глин Латненского месторождения / Н.П. Хожайнов В.А. Устиновский // Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антеклизы. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 1975. – Вып. 5. – С. 39–42.

177. Хожайнов Н.П. Фации аптской дельты Воронежской антеклизы / Н.П. Хожайнов // Литология терригенных толщ фанерозоя Воронежской антеклизы. Воронеж: Изд-во ВГУ. – 1979. – С. 3–26.

178. Холмовой Г.В. Глины и условия их образования в неогене Воронежской антеклизы / Г.В. Холмовой, А.Д. Савко, Д.А. Дмитриев, В.Ю. Ратников, В.В. Горюшкин // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. Воронеж. 2014. № 2. С. 30–35.

179. Холмовой Г.В. Неоген-четвертичный аллювий и полезные ископаемые бассейна Верхнего Дона. Воронеж, 1993. 99 с.

180. Холмовой Г.В. Верхний плиоцен бассейна Верхнего Дона. Воронеж, 1985. 137 с.

181. Черешинский А.В. Литология и акцессорные минералы базальных горизонтов осадочного чехла Воронежской антеклизы: автореф. дис.. канд. геол.-мин. наук / А. В. Черешинский. – Воронеж: Изд-во Воронеж, госуд. ун-та. – 2007. – 24 с.

182. Черешинский А.В. Характеристика минералов-спутников алмазов бассейна реки Сейм (Курская область) // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж, 2005. – №. 2. – С. 66–72.

183. Шевырев Л.Т. Эволюция тектонической структуры Воронежской антеклизы и ее эндогенный рудогенез / Л.Т. Шевырев, А.Д. Савко, А.В. Шишов // Труды научно-исследовательского института геологии Воронеж. гос. ун-та. – Вып. 25. – Воронеж, 2004. – 191 с.

184. Ширшов С.А. Обзор состояния минерально-сырьевой базы стекольных песков по ЦФО и соотношение балансовых запасов по Российской Федерации (на 01.01.2003 г.) / С. А. Ширшов // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2004. – Вып. 2. – С. 212–215.

185. Bortnikov N.S. Iron in eluvial and sedimentary kaolinites: EPR data / N.S. Bortnikov, R.M. Mineeva, V.M. Novikov, A.D. Savko, et. al // Book of abstracts International conference Clays, Clay Minerals and Layered Materials – CMLM 2009. – Moscow. – 2009. – P. 63

186. Bortnikov N.S. Kaolinite history in the weathering crust and associated clay deposits: EPR data / N.S. Bortnikov, R.M. Mineeva, V.M. Novikov, A.G. Berketa, A.V. Speranskii, A.D. Savko, A.V. Krainov // Pleiades Publishing, Ltd. – № 1. – V. 433. – Moscow. – 2010. – P. 927–930.

187. Bortnikov N.S. Structural-morphological features of kaolinite from clayey rocks subjected to different stages of lithogenesis: evidence from the Voronezh antecline / N.S. Bortnikov, V.M. Novikov, N.M. Boeva, A.D. Savko, A.V. Krainov, D.A. Dmitriev, E.A. Zhegallo, E.B. Bushueva // Lithology and mineral resource. – Moscow. – 2013. – №5. – P. 384–397.

188. Clayton R.N., Mayeda T.K. // *Geochim. et cosmochim. acta.* – 1963. – V. 27. – P. 43–52.

189. Fallick A.E., Macaulay C.I., Haszeldine R.S. // *Clays and Clay Miner.* 1993. – V. – 41. – P. 184–190.

190. Feng W., Yapp C.J. // *Geochim. et cosmochim. acta.* – 2009. – V. 73. – P. 6249–6263.

191. Gilg H.A., Hulmeyer S., Miller H., Sheppard S.M.F. // *Clays and Clay Miner.* – 1999. – V. 47. – P. 201–211.

192. Giral Kacmarik S., Savin S.M., Nanon D.B., et al. // *Geochim. et cosmochim. acta.* – 1998. – V. 62. – P. 1865–1879.

193. Gorbachev B.F., Vasyanov G.P. et al. The Kovilny eluvial kaolin deposit (the Orenburg region): material composition and effective directions industrial development. Int. Conf.: «Clays, clay minerals and layered materials». 2009. 260 p.

194. Lawrence J.R., Taylor H.P.Jr. // *Geochim. et cosmochim. acta.* – 1971. V. 35. – P. 993–1003.

195. Muller J.;P., Calas G. Kaolin Genesis and Utilization. Boulder: Clay Miner. Soc. – 1993. – P. 261–270.

196. Murray H.H. Applied clay mineralogy Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays. – 2007. –180p.

197. Savin S.M., Epstein S. // *Geochim. et cosmochim. acta.* – 1970. – V. 34. – P. 35–42.

198. Sheppard S.M.F., Gilg H.A. // *Clay Miner.* – 1996. – V. 31. – P. 1–24.

199. Yeh H.W. // *Geochim. et cosmochim. acta.* – 1980. – V. 44. – P. 341–352.

Фондовая

200. Блонская М.М. «Огнеупорное и тугоплавкое сырье в северо-восточных районах Курской области», – п. Прямыцыно, Октябрьская ГРП, ЮЗГРЭ, 1989 г.

201. Богданов В.М., Паничев В.В., Молоткова Э.А. Отчет о результатах глубинного геологического картирования докембрийских образований. Воронеж, 1981.

202. Борисова Т.М. Отчет о результатах тематических работ по составлению прогнозной карты на огнеупорные глины северо-западных районов Воронежской области. Воронеж, 1977.

203. Вергель Н.Л. Отчет о результатах поисков тугоплавких глин для облицовочной плитки и кислотоупорных изделий в Касторенском р-не Курской области, проведенных в 1982–84 г.г. Курск, 1984 г.

204. Горюшкин В.В., Михин В.П. Отчет по результатам поисково-оценочных работ на керамические глины, строительные, стекольные пески в районах, прилегающих к Латненскому месторождению огнеупорных глин. Часть 2. Воронеж, фонды, 2004.

205. Горюшкин В.В., Михина Р.А. Геологический отчет по результатам поисково-оценочных работ на суглинки, строительные, стекольные пески, мел, глаукониты, песчаники в Семилукском, Хохольском районах на участках «Средний», «Белый Колодец», «Стрелица Ближняя», «Стрелица Дальняя», –Воронеж, 2001 г.

206. Гулюк Н.Ф. Отчет по поискам и поисково-оценочным работам на агросырье (фосфориты, глаукониты) в Семилукском, Хохольском, Нижнедевицком, Кантемировском, Таловском, Павловском, Подгоренском, Верхне-Мамоновском, Россошанском районах; цеолитсодержащие бентонитовые глины в Бутурлиновском, Каменском, Подгоренском, Кантемировском районах Воронежской области (Лист М-37-III), ГПП "Воронежгеология", –Воронеж, 1999 г.

207. Доронин В.Л. Отчет о результатах поисково-разведочных работ на тугоплавкие глины в восточных районах Курской области. Курск, 1973 г.

208. Ефремов В.И. Отчет о результатах поисков огнеупорных и тугоплавких глин в Покровском и Колпнянском районах Орловской области, проведенных орловской ГРП в 1987–1991 гг. Орел, 1991 г.

209. Клейменов В.М. Отчет о результатах поисков огнеупорных и тугоплавких глин на территории Курской обл. (Советский, Тимский, Горшеченский, Обоянский, Беловский, Суджанский, Курский районы) в 1976–79 гг. Курск, 1979 г.

210. Клейменов В.М. Отчет о результатах детальной разведки месторождения тугоплавких глин Большая Карповка в Советском районе Курской области, проведенной в 1980–82г.г. Курск, 1982 г.

211. Клейменов В.М. Отчет о результатах предварительной разведки тугоплавких глин месторождения Большая Карповка в Советском районе Курской обл. Курск, 1980 г..

212. Красненков Р.В. и др. Отчет Касторненской геологосъемочной партии о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 в пределах листа М-37-III, проведенной в 1960–1961г.г. М., Росгеолфонд, 1962.

213. Люличева В.Г., Рожков С.Б., Киришина С.В. и др. Сводный геологический отчет о геологоразведочных работах, проведенных на Латненском месторождении огнеупорных глин в 1930–61гг. Воронеж, 1963.

214. Михин В.П., Горюшкин В.В. Отчет по поисково-оценочным работам на светложгущиеся керамические глины на участке «Петровский» в Хохольском районе Воронежской области с подсчетом запасов по состоянию на 1.01.2010 г. Воронеж, 2010.

215. Неверов И.А., Бельских В.С., Чувакова А.Г. Отчет о поисково-разведочных работах на огнеупорные и цементные глины, проведенных в 1960–67 годах. Липецк, 1967 г.

216. Неверов И.А., Орешкин В.П. Отчет о поисково-разведочных работах на Лукошкинском месторождении тугоплавких глин и железных руд, проведенных в 1963–65 гг. Липецк, 1965 г.

217. Скрюченков Ю.П. Отчет о результатах поисковых работ на глинистое сырье для лицевого кирпича и керамических камней в Малоархангельском районе Орловской области, проведенных в 1971–1973. Орел, 1973 г.

218. Стрелков А.А. Отчет о геологоразведочных работах, проведенных на Латненском месторождении крупнозернистого песка. Фонды ЦЧГЭ 1963.

219. Титов А.К., Соколов В.И., Минаева В.И., и др. Отчет о поисках месторождений огнеупорных глин на правом берегу р. Дон в 1978–1979 гг. Воронеж, 1980. 175 с.

220. Черешинский А.В. И др. Отчет о работах, проведенных по объекту «ГДП-200 листа М-37-II (Кшенская площадь)». – г. Воронеж, 2011 г.

221. Черешинский А.В. И др. Отчет о работах, проведенных по объекту «ГДП-200 листа М-37-III (Касторенская площадь)». – г. Воронеж, 2014 г.

222. Черешинский А.В. И др. Отчет о работах, проведенных по объекту «ГДП-200 листа N-37-XXXIII (Елец)». – г. Воронеж, 2016 г.

223. Черешинский А.В. И др. Отчет о работах, проведенных по объекту «ГДП-200 листа М-37-XI (Бобров)». – г. Воронеж, 2019 г.

224. Ясеновский В.Я. Геологический отчет по результатам детальной разведки участка «Хохол-Дон» Латненского месторождения огнеупорных глин в Воронежской области. М., Росгеолфонд, 1998.

Электронные ресурсы

225. http://www.infomine.ru/files/catalog/64/file_64.pdf