

622.22

К 20

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

ВСКРЫТИЕ И ПОДГОТОВКА
НЕБОЛЬШИХ ЗАЛЕЖЕЙ
БОГАТЫХ РУД

МОСКВА 1972

ВСКРЫТИЕ И ПОДГОТОВКА НЕБОЛЬШИХ ЗАЛЕЖЕЙ БОГАТЫХ РУД

Р.П.Каплунов, П.В.Левушкин

А н н о т а ц и я

Вовлечение в эксплуатацию небольших залежей богатых руд со сложными горногеологическими условиями требует применения таких способов вскрытия, схем подготовки и вариантов систем разработки, а также комплексного использования руд, которые обеспечивают рентабельность промышленного освоения разведанных запасов руды. В технической литературе этот вопрос не получил достаточного освещения.

Авторами обобщается опыт разработки небольших залежей богатых руд ряда месторождений. В данном обзоре рассматриваются применяемые способы вскрытия и подготовки небольших залежей богатых руд, возможные пути совершенствования этих способов.

В дальнейшем предполагается издание обзоров, в которых будут освещены технология и механизация горных работ, основные причины, вызывающие потери и разубоживание руды, и мероприятия по борьбе с ними, анализ применяемых систем разработки, результаты опытных работ и исследований в области дальнейшего совершенствования подземной разработки рассматриваемых месторождений. Кроме того, будут приведены результаты проработки вопросов эффективности эксплуатации залежей бедных руд. Эти обзоры могут быть полезны работникам проектных, научно-исследовательских институтов и инженерам-производственникам горнорудной промышленности цветной металлургии.

Редактор института "Цветметинформация"
Р.Б.Либефорт

В В Е Д Е Н И Е

В отечественной, так же как и в зарубежной технической литературе, вопросам отработки месторождений пластообразных и линзообразных рудных залежей с небольшими размерами по падению и простиранию, а также отработки отдельных небольших трубо- и жиллообразных рудных тел, отличающихся весьма сложной конфигурацией, до последнего времени уделялось мало внимания.

В большинстве случаев разработка таких месторождений с разбросанными на большой площади и разной глубине рудными телами при недостаточной технической оснащенности рудников горным оборудованием экономически не оправдывалась. Даже в тех случаях, когда в эксплуатации находились сравнительно небольшие по площади месторождения с большими запасами полезного ископаемого, разработке рудных тел небольших размеров не уделялось внимание.

В связи с неэкономичностью вскрытия и подготовки рудных тел небольших размеров, залегающих в сложных горногеологических условиях, их запасы обычно относили к числу забалансовых.

В таком же положении находились и месторождения сравнительно бедных руд, представленные крупными рудными телами, залегающими в сложных горногеологических и гидрогеологических условиях (частые сбросы и трещины, изменчивые элементы залегания, обводненность и т.д.).

В настоящее время в результате оснащения рудников высокопроизводительными механизмами и применения в соответствующих горногеологических условиях систем разработки, обеспечивающих полное извлечение полезного ископаемого, или же дешевых высокопроизводительных систем стало возможно с большой экономической

эффективностью и в короткие сроки обрабатывать такие рудные залежи.

Все это сделало возможным уже на данной стадии развития механизации горных работ приступить к планомерной эксплуатации месторождений, состоящих из множества небольших рудных тел, разбросанных на сравнительно большой площади и различной глубине, залегающих в сложных горногеологических условиях.

Проводимая на ряде отечественных и зарубежных рудников (в основном рудники социалистических стран Европы) опытная и промышленная обработка сравнительно небольших залежей богатых руд и крупных залежей бедных руд позволила выявить для различных горногеологических условий наиболее приемлемые системы разработки, соответствующие промышленной ценности руды.

Целью серии обзоров по вопросам подземной разработки рудных залежей в сложных горногеологических условиях является анализ опыта разработки рассматриваемых месторождений для выявления наиболее рациональных методов ведения горных работ.

ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Месторождения района Тетухе

Тетухинская рудная площадь расположена на восточном склоне хребта Сихотэ-Алинь, в среднем течении р.Тетухе. Большая группа полиметаллических месторождений разрабатывается рудниками "Верхний", "1-й Советский", "2-й Советский", "3-й Советский" и "Ахобинский". Для разрабатываемых пласто-, линзо-, жило- и трубообразных рудных залежей с высоким содержанием в руде свинца, цинка и других компонентов характерны невыдержанная мощность и изменяющийся угол падения, сложная гипсометрия почвы и кровли, нечеткие контакты с вмещающими породами всяческого бока, наличие большого количества трещин и разломов.

Пластообразные и линзообразные залежи горизонтальные и пологозалегающие широко распространены на месторождении 2-го Советского рудника (рис.1).

Горные породы месторождения представлены алевролитами, песчаниками, линзами известняков, кремнистых и полимиктовых брекчий.

Длина по простиранию рудных залежей составляет 30-600 м. Их сближенное расположение и наличие многочисленных жил в пределах зоны нарушения обусловили образование единой системы оруденения, в которой отдельные рудные залежи связаны между собой маломощными жилообразными телами и апофизами.

Все рудные залежи гидротермального происхождения, характеризуются сложной морфологией и высоким качеством руд. Нередко внутри рудных тел заключены участки неминерализованных вмещающих пород: известняков, песчаников, алевролитов и полимик-

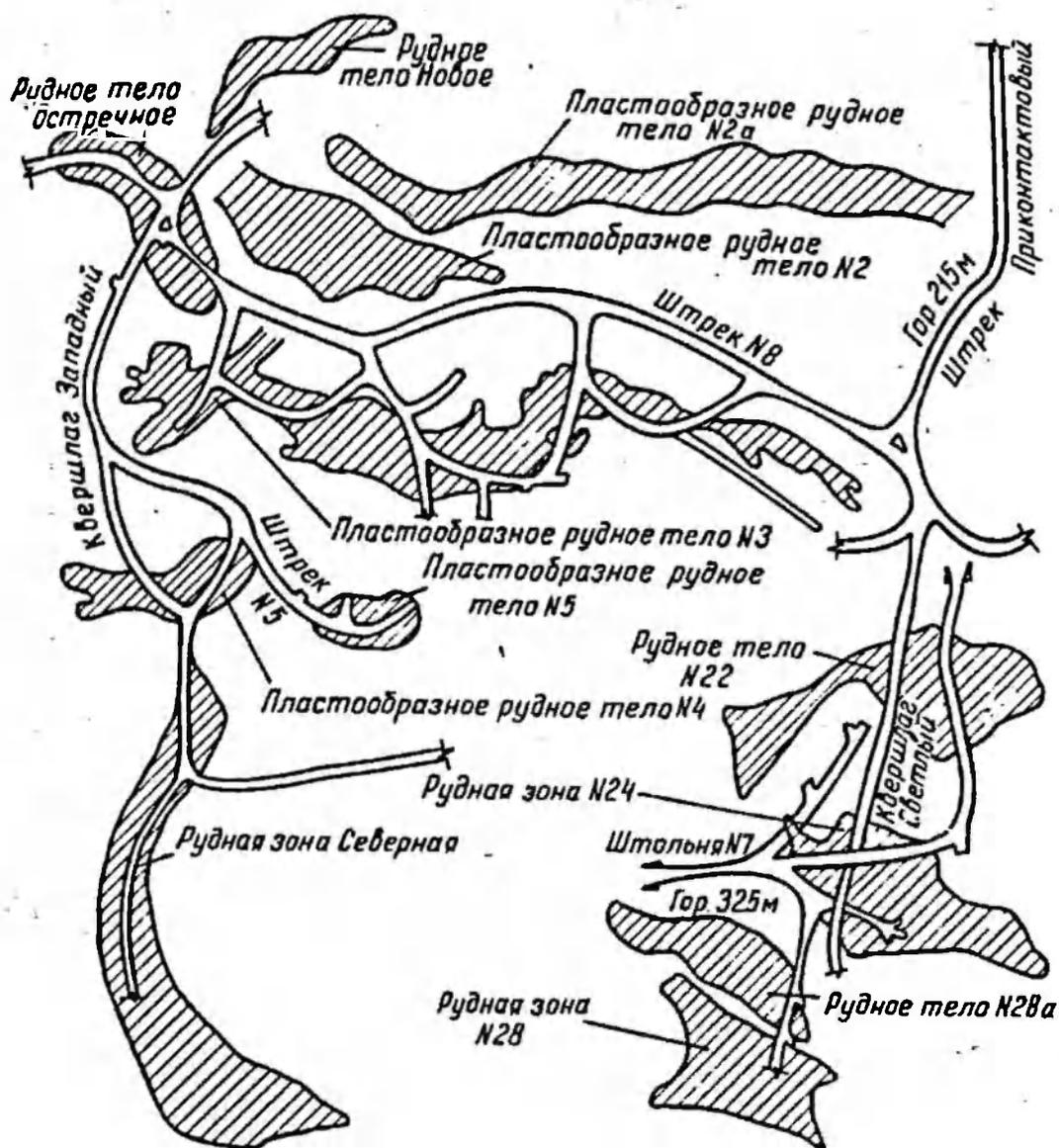


Рис. I. Схема расположения пластообразных и линзообразных залежей месторождения 2-го Советского рудника

товых брекчий. Размеры включений вмещающих пород колеблются от I до 3-5 м в поперечнике.

По морфологии и элементам залегания рудные залежи можно объединить в две группы: пологопадающие пластообразные и линзообразные залежи; рудные зоны с весьма неправильным залеганием. Самыми крупными рудными телами по запасам руд и металлов в них (овинца и цинка) месторождения 2-ого Советского рудника являются пластообразные и линзообразные залежи.

Трубо- и жилообразные рудные тела сравнительно небольших размеров и с часто меняющимся углом падения встречаются в основном на рудниках "Верхний", "2-й Советский" и "1-й Советский".

Рудные поля этих месторождений характеризуются наличием известняков, алевролитов, песчаников, кремнистых известняков и полимиктовых брекчий, кремнистых сланцев, переслаивающихся с песчаниками и алевролитами, песчанико-алевролитовых брекчий и туфов кварцевых порфиров.

Интрузивные породы представлены дайко- и штокообразными телами порфиритов, андезитов, гранофиров, кварцевых порфиров и дайками диабазовых порфиритов.

Трубо- и жилообразные рудные тела локализованы в узлах пересечения северо-западных или субширотных разломов с контактами карбонатных пород и редко залегают в известняках.

В породах нижнего структурного этажа рудные тела представляют собой крутопадающие трубо- и жилообразные залежи со сложными очертаниями контура.

Рудные тела всех месторождений сложены скарново-сульфидными рудами. Рудные тела, залегающие на глубине, сохраняют промышленное содержание.

Рудные тела в основном приурочены к контактам известняков и алмосиликатных пород - песчаников, кремнистых алевролитов, туфов кварцевых порфиров, порфиритов. По своей форме, углу падения и размерам рудные тела значительно отличаются друг от друга.

На месторождении рудника "Верхний" рудное тело Новое залегает в толще известняков и представляет собой сложное трубообразное тело с площадью поперечного сечения 2-72 м² (рис. 2, а).

Направление падения рудного тела северо-восточное, углы падения лежачего бока изменяются в пределах 25-60°, висячего бока - 10-90°.

Рудное тело состоит преимущественно из массивных, а также из богатых гнездово-вкрапленных руд.

Рудные минералы распределены в жильной массе неравномерно и представлены офалеритом, галенитом, пирротинном, халько-

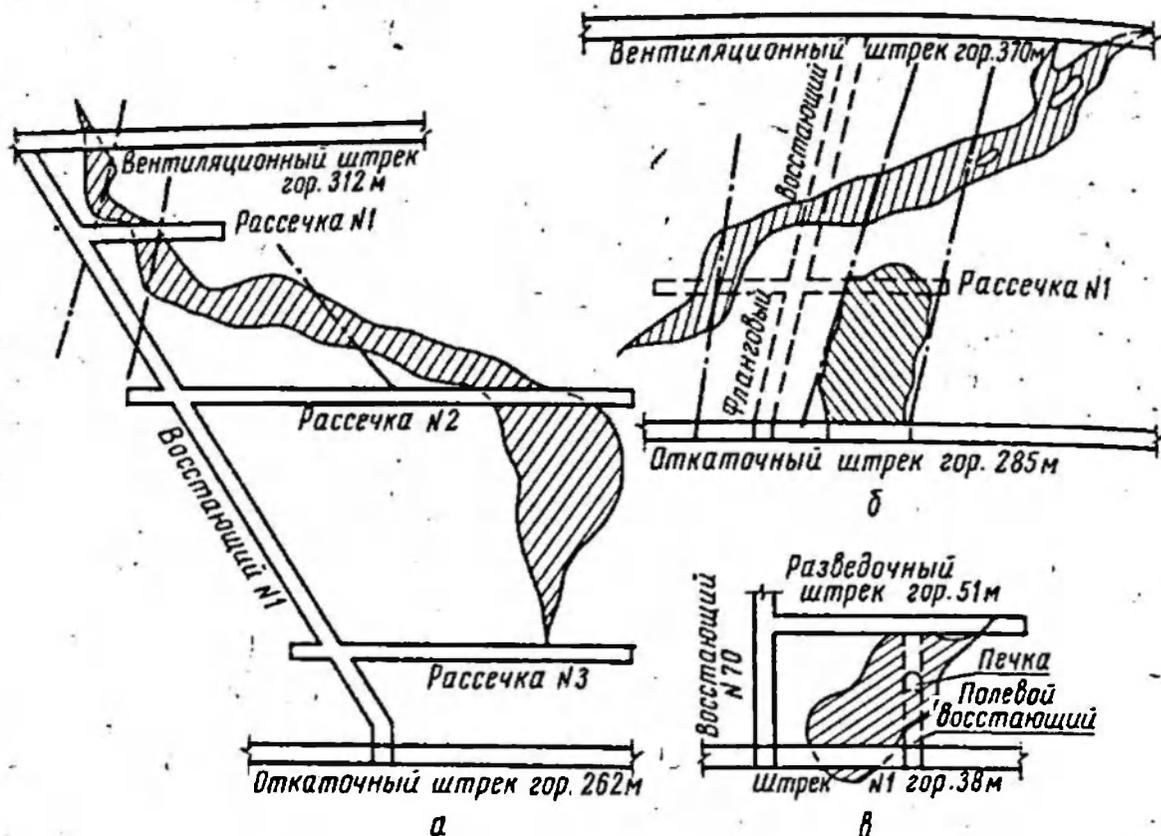


Рис.2. Схемы расположения трубо- и жилообразных залежей на месторождениях района Тетухе:
 а - рудное тело Новое, рудник "Верхний"; б - приконтактовое рудное тело № 3, 2-й Советский рудник; в - второй рудный столб, 1-й Советский рудник

пиритом и арсенопиритом. Жильные минералы представлены кальцитом и кварцем.

Вмещающие известняки и руда слаботрещиноваты и являются сравнительно устойчивыми. В приконтактовых частях вмещающие известняки и руда имеют несколько повышенную трещиноватость из-за тектонических трещин, что обуславливает их слабую устойчивость.

Коэффициент крепости массивных руд 15*. вмещающих пород 10-12. Объемный вес руды 4 т/м³.

* Здесь и далее коэффициент крепости дается по шкале профессора М.М.Протодьяконова.

На месторождении 2-го Советского рудника наряду с пластообразными рудными телами залегают рудные тела жилообразной формы. Так, приконтактовое рудное тело № 3 представлено двумя обособленными телами, залегающими на контакте известняков с песчаниками и кремнистыми брекчиями (рис. 2, б). Одно из тел, вытянутое в меридиональном направлении, представляет собой жилообразную залежь с падением на запад под углом 18-80°. Залежь, расположенная восточнее, вверх не прослеживается и выклинивается при переходе контакта на пологое падение.

В верхней части рудного тела отмечаются окна незамещенных известняков. Рудное тело представлено геденбергитово-сульфидными и вкрапленными рудами в скарнированных известняках; контролируется серией тектонических нарушений субмеридионального и северо-западного направлений.

Площадь горизонтального сечения колеблется в пределах 15-200 м².

Висячем боку залегают известняки, в лежащем — песчаники и песчанокремнистосланцевые брекчии. Породы и руды средней устойчивости. Вывалы и отслоения происходят по тектоническим нарушениям небольшими глыбами.

Коэффициент крепости руды и известняков 10, песчаников и кремнистых брекчий 12. Объемный вес руды 3,1 т/м³.

На месторождении 1-ого Советского рудника второй рудный столб Северо-Восточной залежи расположен на северо-восточном фланге Основной залежи, среди безрудных геденбергитово-гранатовых скарнов (рис. 2, в).

Рудное тело имеет площадь горизонтального сечения 80 - 130 м², сложено геденбергитовыми скарнами с неравномерной вкрапленностью и гнездами галенита и сфалерита и имеет неправильную форму залегания.

Вмещающие породы — плотные и устойчивые геденбергитово-гранатовые скарны, залегающие среди известняков, и массивные, устойчивые известняки. Менее устойчивые известняки, способные к вывалам и отслоениям, залегают на контактах с геденбергитово-гранатовыми скарнами.

Неустойчивыми, способными к вывалам являются участки пересечения вмещающих пород и руд с дайками диабазовых порфиритов.

Коэффициент крепости руды 15-17, геденбергитово-гранатовых скарнов 17-18, известняков 12. Объемный вес руды 3,1 т/м³.

Ахобинское месторождение

Месторождение расположено вблизи побережья Японского моря, в 10 км северо-западнее бухты Тетухе; локализуется в ядре синклинальной складки на стыке крупных разломов меридионального, северо-западного и северо-восточного направлений. По характеру перемещений это сбросы, сбрососдвиги и сдвиги. Пострудные нарушения небольших амплитуд довольно широко распространены на месторождении.

Площадь рудного поля сложена сильно диолоцированными осадочными породами, среди которых преобладают песчаники, алевролиты и алевропелитовые сланцы, находящиеся в частом переолаивании. В северной части месторождения залегают туфы и туфобрекчии кварцевых порфиров.

Интрузии гранодиорит-порфиров и дайки диабазовых порфиров пересекаются многочисленными крутопадающими (угол падения 60-90°) дайками кварцевых порфиров мощностью 1-5 м, а также сульфидными жилами. В основном они приурочены к центральной части месторождения, к наиболее ослабленной зоне, в которой пересекаются разломы различных направлений.

На площади месторождения известно свыше 50 рудных тел и рудопроявлений, выявленных на поверхности и на глубине, имеющих различное промышленное значение.

Направление простирания рудных тел изменяется от северо-западного до северо-восточного, отмечаются также небольшие рудные тела широтного направления. Преобладающим направлением простирания для рудных тел является северо-восточное с пологим падением на юго-восток. По отношению к вмещающим породам и их структурам рудные тела являются секущими.

Большинство рудных тел месторождения имеет жильную форму. Рудоотложение происходило в открытых трещинах с образованием жил с четкими зальбандами и массивной сульфидной полиметаллической рудой (иногда крупнокристаллического строения).

Основными являются жилы № 1; 2; 5; 6; 24; 25; 31, жила Новая и ряд других (рис.3).

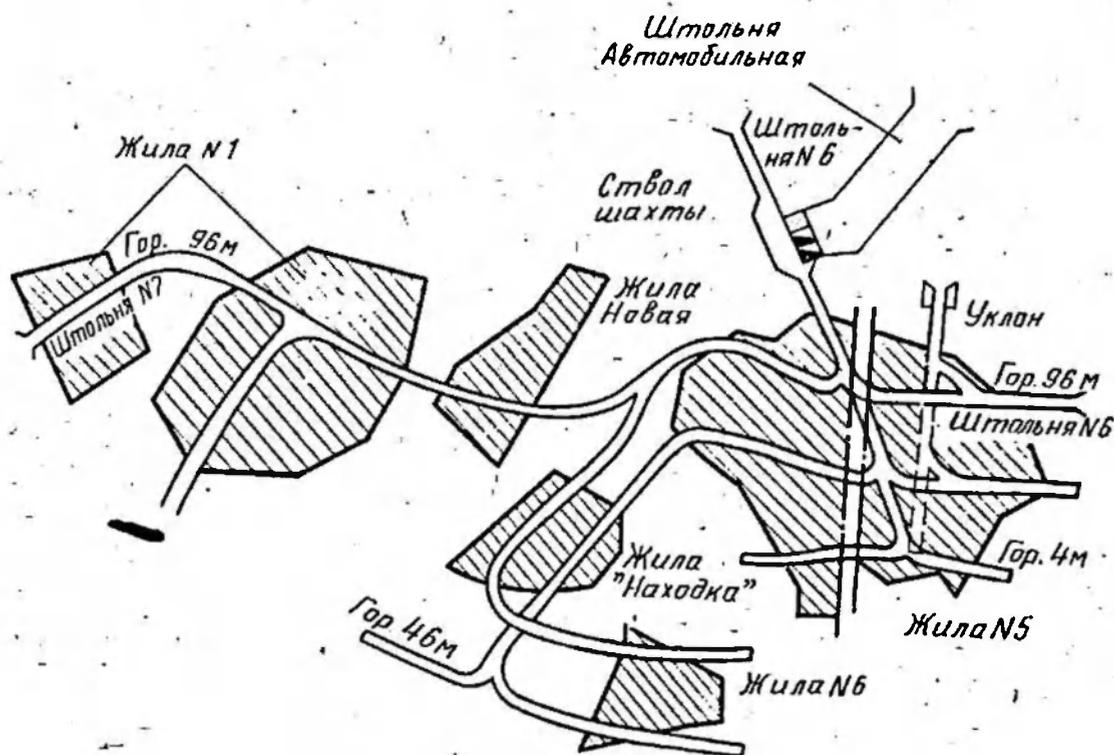


Рис.3. Схема расположения жильобразных рудных тел Ахобинского месторождения

Рудные тела месторождения залегают в плотных окварцованных и ороговикованных алевролитах, алевропелитовых сланцах и песчаниках. Для некоторых рудных тел вмещающими породами служат гранодиорит-порфиры. Это плотные горные породы, которые уже при углублении горной выработки на 10-15 м от поверхности не требуют крепления. Штольни необходимо крепить лишь на расстоянии 15-20 м от устья и в местах тектонических нарушений. Руда является устойчивой. Объемный вес руды колеблется в следующих пределах: для первичных массивных руд - $4,05-6,95 \text{ т/м}^3$, для брекчиевидных и прожилково-вкрапленных руд - $2,74-4,4 \text{ т/м}^3$. Объемный вес вмещающих пород (средний) $2,6 \text{ т/м}^3$.

Коэффициент разрыхления массивных руд 1,8-1,4.

Коэффициент крепости массивных руд и брекчиевидных руд 12-14, вмещающих пород - 10-12, кварцитов - 16-17.

Месторождение является слабообводненным. Водоприитоки в горные выработки на нижних отметках рудного тела (-50м) не превышают 3000-3500 м³/сутки.

Смирновское месторождение

Рудное поле Смирновского полиметаллического месторождения, разрабатываемого Приморским рудником, расположено в водораздельной части хребта Сихотэ-Алинь, в верховьях рек Тетухе и Имана.

Осадочная толща, вмещающая рудные тела, представлена переслаивающимися песчаниками, алевролитами, алевропелитовыми и глинистыми сланцами. Мощность пластов и пропластков этих пород изменяется в широких пределах.

Трещины, связанные с движением гидротермальных растворов и отложением руд, подразделяются на два типа: основные крутопадающие разломы; диагональные трещины, падающие под более пологими углами.

Диагональные трещины сопряжены с основными разломами.

Основные разломы вмещают наиболее протяженные и выдержанные по падению рудные жилы - Нижнюю, № 5 и № 4.

К диагональным трещинам приурочены жилы Средняя, Внезапная, Лимонитовая, Апофиза жилы №4 и др.

Угол падения основных жил - 70°, диагональных - 30 (и менее) - 60°.

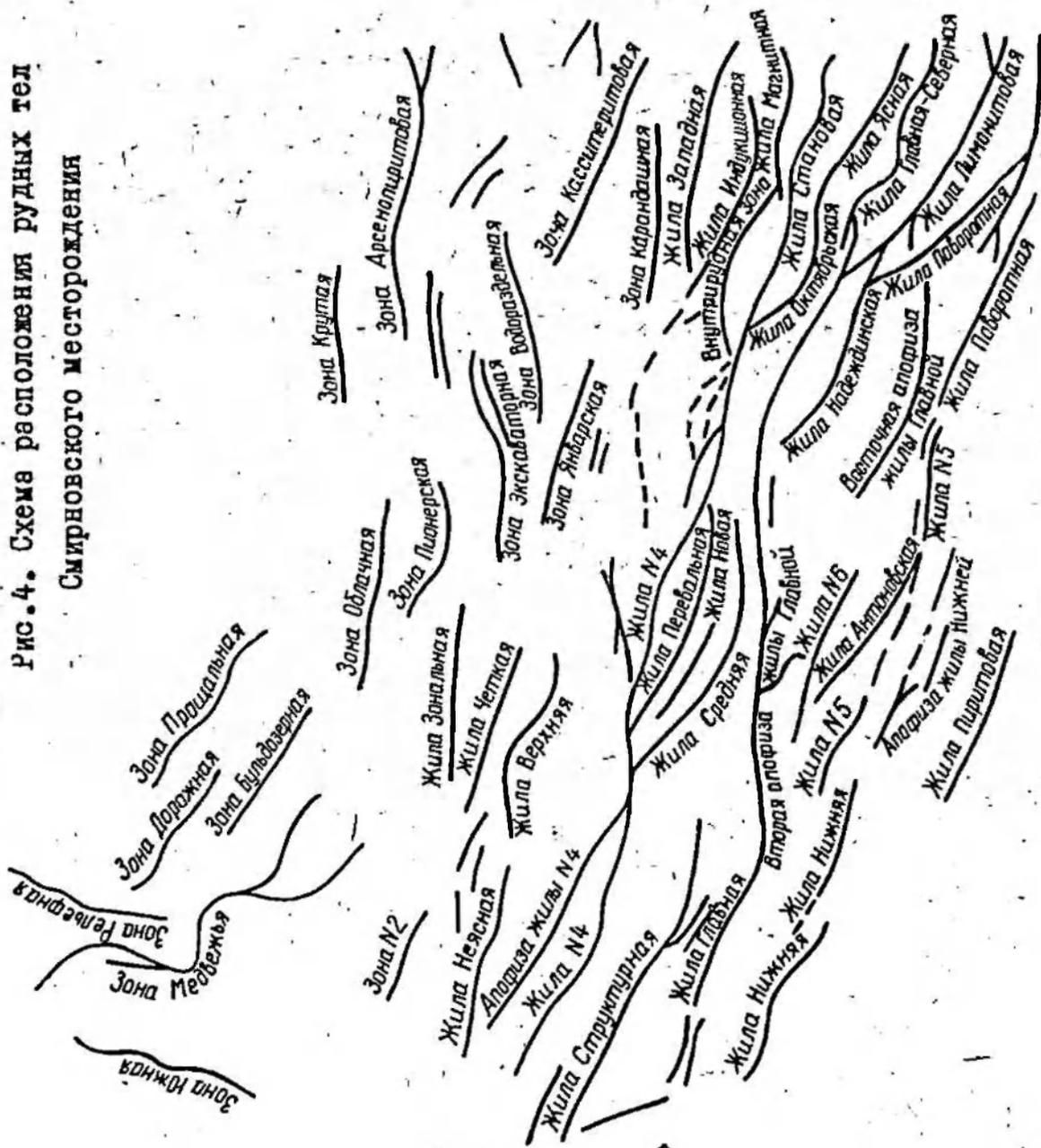
Серия параллельных крутопадающих жил и соединяющих их более пологих диагональных образует единую жильную свиту, которая простирается на 3,5-4 км.

На месторождении известно более 50 жил (рис.4), из которых разведано не более половины, и около 20 геофизических аномалий. Наиболее крупными и разведанными являются жилы Нижняя, № 5, Главная, № 4 (с апофизой), № 7 и ряд других.

Мощность жил изменяется от нескольких сантиметров до 2-3 м, средняя мощность, с учетом оруденения вмещающих пород, составляет 0,6-0,8 м.

Вмещающие породы обычно включают оруденение в виде прожилков и вкрапленности, по составу аналогичное жилам. При этом

Рис. 4. Схема расположения рудных тел
Смирновского месторождения



промышленное оруденение располагается в непосредственной близости от жилы (0,3-0,4 м).

Жилы сложены массивными и сетчатыми рудами. На участках массивных руд жилы имеют четкие контакты с вмещающими породами.

Участки жил, сложенные сетчатыми рудами, не имеют четких границ. В этом случае, так же как при оруденелых боковых породах, контуры рудного тела определяются по данным опробования.

Рудные тела в лежащем боку жильной свиты (жилы Нижняя, № 5, Поворотная) и южные фланги жил Главной, № 7 и Структурной залегают в неустойчивых и слабоустойчивых алевролитах и глинистых сланцах. Неустойчивость вмещающих пород связана с сильной трещиноватостью и наличием мощных зон смятия, которые или сопровождают жилы, или пересекают их под небольшим углом.

Остальные жилы - № 4 (с апофизой), Средняя, Внезапная, Становая - залегают в более устойчивых породах. Здесь обрушения и вывалы обычно приурочены к пересечениям рудных тел тектоническими нарушениями.

В целом по месторождению устойчивость пород повышается в направлении от лежащего бока жильной свиты к висячему.

Падение жил в большинстве случаев составляет 30-45°.

По вещественному составу руд месторождение относится к касситерит-сульфидной формации. Жилы сложены главным образом сульфидами, среди которых наиболее широко распространены пирротин, сфалерит и галенит.

Нерудные минералы представлены кварцем и карбонатами. Касситерит образует мелкую вкрапленность, главным образом в кварце. К менее распространенным рудным минералам относятся арсенопирит, пирит, халькопирит и магнетит.

Промышленно-ценными компонентами в рудах являются олово, свинец, цинк, серебро, индий, кадмий и сера.

Распределение металлов в рудных телах неравномерное.

Вмещающие породы средней устойчивости с коэффициентом крепости 5-6.

Рудное поле месторождения разделено на три участка - Южный, Северный и Заперевальный. Эксплуатационные работы ведутся на всех участках.

Руды по устойчивости делятся на два типа:

руды устойчивые, представленные массивной сульфидной рудой, кварцем, прожилковыми и вкрапленными рудами, плотным лимонитом или лимонитизированными вмещающими породами;

руды неустойчивые, местами весьма неустойчивые, представленные дроблеными минерализованными породами или вкрапленными рудами, слабо сцементированными тектонической глиной и землистым лимонитом с обломками вмещающих пород.

При проведении горных выработок по рудам первого типа (коэффициент крепости 8-10) крепление не требуется.

Трещиноватость значительна только во вмещающих минерализованных породах и окисленных рудах, однако на устойчивость пород она не влияет. Крупность кусков породы при взрывном способе отбойки составляет 25-30 см, а в среднем 10-15 см. При проведении горных выработок в рудах второго типа (коэффициент крепости 4-7) необходимо крепление неполными дверными окладами вразбежку с затяжкой кровли и стенок.

Устойчивые и неустойчивые руды на многих участках не имеют четкого пространственного разграничения. Они часто чередуются по простиранию, по падению и по мощности рудного тела.

Вмещающие породы, представленные песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами, являются устойчивыми.

Коэффициенты крепости вмещающих пород: песчаники - 8-10, глинистые сланцы - 6-7, алевролиты - 8-9.

Вблизи рудных тел и вдоль тектонических трещин вмещающие породы часто раздроблены, и при проведении по ним горных выработок необходимо крепление. Наиболее устойчивыми являются песчаники и алевролиты, менее устойчивыми - рассланцованные глинистые сланцы.

Породы большинства даек устойчивые. Липаритовые порфиры и серые плагиоклазовые порфириты, расположенные в дайках, из-за просачивания грунтовых вод отмокают, в результате чего происходят большие вывалы. Такие места в горных выработках следует крепить с тщательной затяжкой кровли и бортов выработок непосредственно после проходки.

Месторождение Дальнее

Оловорудное месторождение Дальнее расположено на территории Приморского края, на западном склоне хребта Сихотэ-Алинь, в истоках реки Нотто. В районе месторождения местность гористая, сильно расчлененная долинами многочисленных рек и ключей. Склоны долины крутые.

Площадь месторождения сложена глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками нижнего мела, прорванными многочисленными дайками различного состава. Простираение даек большей частью северо-восточное, реже меридиональное и северо-западное. Для всех даек характерны крутые ($55-85^{\circ}$) углы падения. Рудное поле месторождения Дальнее ограничено на северо-востоке ключом Сойкиным, на юго-востоке — ключом Каменистым, с юга и юго-запада — Южным сбросом и с запада — бассейном ключа Воронова. В пределах рудного поля горными выработками вскрыто около 70 минерализованных зон и жил, имеющих различные ориентировку и размеры.

Промышленное значение имеют следующие рудные тела: зоны Тектоническая, № 16-26, № 5I, Главная, № 5, № 6-7 и апофизы Юго-восточная, Южная, № 50, № II (рис.5).

Детально изучен минералогический состав в основном для руд зон Тектонической, Главной, № 16-26; он характеризуется большим разнообразием минералов. По минералогическому составу все руды месторождения делятся на два типа: окисленные и первичные. Окисленные руды имеют два подтипа: лимонитовые и кварцево-лимонитовые. Окисленные руды распространены в приповерхностных частях рудных зон на глубине 10-30 м от поверхности. Окисленные руды в основном отработаны.

Первичные руды по своему составу делятся на сплошные сульфидные, кварцевые, касситерито-кварцевые и прожилково-вкрапленные. Указанные типы руд в рудных телах часто наблюдаются совместно или переходят один в другой по простиранию и падению.

Главная зона является наиболее крупной зоной месторождения. Протяженность зоны 1450 м, мощность колеблется в пределах 0,15-21 м и в среднем составляет 5,45 м. Падение северо-

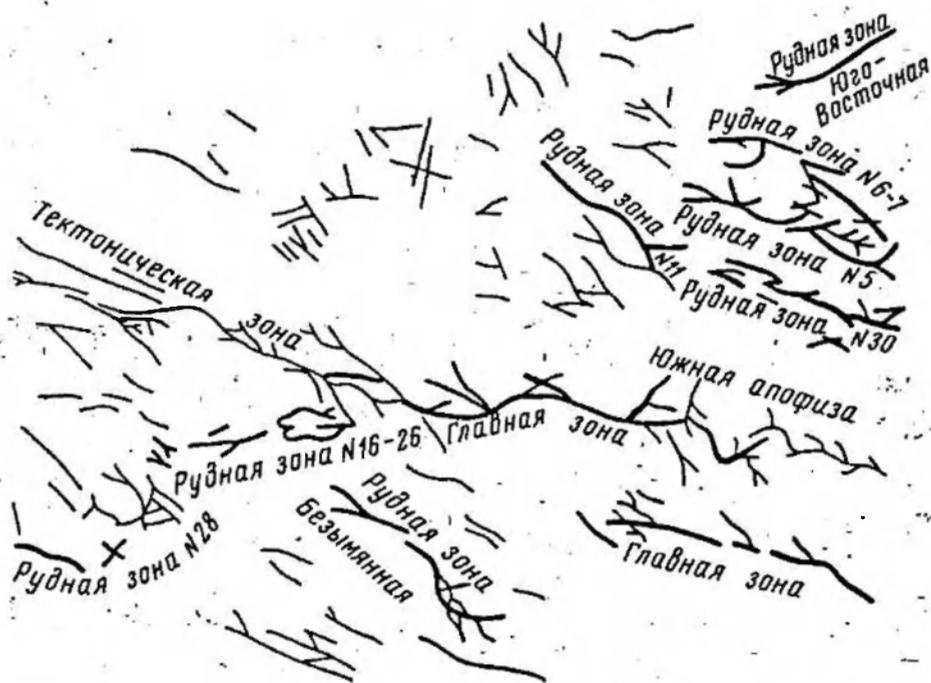


Рис.5. Схема расположения рудных зон месторождения Дельного

восточное и восточное под углом $52-75^{\circ}$. Северный фланг зоны сложен протяженной (1100 м) жилой кварца с вкрапленностью арсенопирита, а также сфалерита, галенита, пирротина и касситерита. В южной части зоны известны лишь мелкие разобщенные кварцевые жилы и линзы. Кроме того, в Главной зоне есть участки, сложенные пирротиновой жилой с вкрапленностью сфалерита и галенита. Главная зона отличается от других рудных тел тем, что в ней содержатся более значительные количества сульфидного олова, причем на отдельных участках содержание металла весьма высокое.

Зона Тектоническая простирается на север, ее протяженность 900 м. На северном фланге зона уходит под аллювиальные отложения и до выклинивания не прослежена; на южном фланге зона на поверхности приключается к Главной зоне, а на нижних горизонтах выклинивается вблизи дайки серых плагиоклазовых порфиритов.

Простираение зоны близкое к меридиональному, падение восточное под углом $52-86^{\circ}$, южный фланг имеет пологое падение.

Зона состоит из двух столбов: южного и северного. На горизонте штольни № 10 и выше они соединяются в единое рудное тело, а ниже, на горизонте штольни № 9, разъединяются и кулисообразно заходят друг за друга. Зона подсечена на глубине 340-390 м от поверхности. В средней части вдоль Тектонической зоны прослеживается приуроченная к ней дайка липаритовых порфиров, приуроченных к структуре северо-западного простирания, сильно осложняющая морфологию рудного тела. Дайка имеет невыдержанные элементы залегания и пересекает рудное тело по кривой. Максимальная мощность Тектонической зоны 18 м, минимальная - 0,1 м, средняя - 5,2 м. Тектоническая зона сложена рудами различных типов: галенит-сфалерит-пирротиновыми, кварц-арсенипирит-касситеритовыми, кварц-касситеритовыми. Отдельные участки представлены минерализованными зонами дробления.

Зона № 16-26 расположена к северо-западу от Тектонической зоны. На северо-западе зона выклинивается, расщепляясь на несколько трещин различного простирания. На юго-востоке на горизонтах штолен № 15; 14; 32; 9 зона № 16-26 примыкает к Тектонической зоне. На поверхности и на горизонте штольни № 31 зона № 16-26 выклинивается в 50-70 м от Тектонической зоны. Минимальная глубина подсечения зоны составляет 340 м. Протяженность зоны № 16-26 - 300 м, средняя мощность - 8,2 м, минимальная - 0,25 м, максимальная - 28 м. Рудная зона № 16-26 представляет собой пирротиновую жилу, содержащую значительное количество сфалерита, галенита, а также вкрапленность касситерита. Наиболее богатая оловом руда почти полностью находится в средней части рудной зоны, представленной сульфидами.

Верхне-Кенцухинское месторождение

Верхне-Кенцухинское оловорудное месторождение расположено на восточном склоне хребта Сихотэ-Алинь. Рудное поле месторождения площадью 10 км² протянулось двухкилометровой полосой вдоль ключа Ветвистого, притока р. Кенцухе.

Рельеф района гористый, резко расчлененный, относительные превышения - 350-600 м.

Рудоносная площадь характеризуется сложным геологическим строением.

Ширина рудного поля месторождения - 4 км. Полоса повышенной трещиноватости, к которой приурочены все известные рудные тела месторождения, имеет ширину у поверхности около 1 км. Эта полоса является зоной трещин разрыва, причлененных к мощному разлому, прослеживающемуся по долине ключа Ксеничкина. Зона рудоносных трещин контролируется горизонтом кремнисто-глинистых сланцев, который прослеживается в виде узкой полосы от устья ключа Ксеничкина до ключа Светлого. Рудные зоны месторождения имеют гидротермальный характер с обычно широко развитыми процессами метасоматоза.

На месторождении известно свыше 70 рудных тел длиной по простиранию от 30 до 300 м; промышленное значение имеют зоны Перспективная, Дорожная, Контактная, Незаметная и Промежуточная (рис.6).

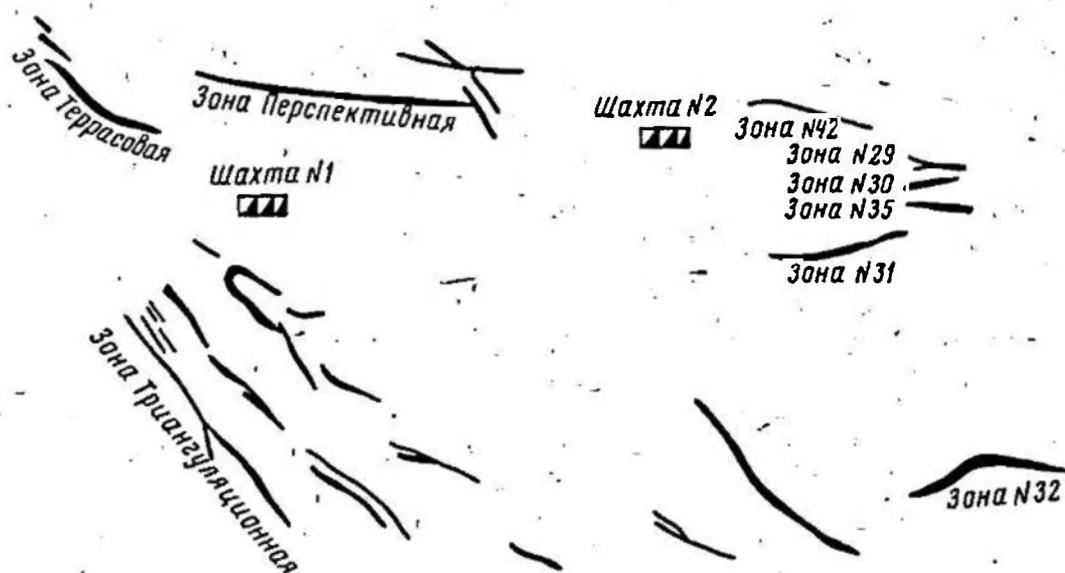


Рис.6. Схема расположения рудных зон Верхне-Кенцужинского месторождения в районе стволов шахт № 1 и № 2

Основные запасы сосредоточены в зонах Перспективная, Дорожная и Контактная.

Зона Перспективная является наиболее крупным рудным телом месторождения. Простирается меридионально, падение на юг под углом $75-80^{\circ}$. На поверхности зона прослеживается на 250 м, на глубину промышленная часть зоны прослежена на 260 м.

Проекция на вертикальную плоскость зоны имеет форму клина, расширяющегося к поверхности. Мощность рудного тела колеблется в пределах 0,8-5 м и в среднем составляет 2,1 м. Содержание металла весьма неравномерное. Зона Дорожная - второе по величине рудное тело месторождения. Она находится в 90 м севернее зоны Перспективной. Простирается близко к меридиональному, падение на юго-запад под углом $60-90^{\circ}$. В пределах зоны выделяются два разобщенных оруденелых участка. Размеры первого участка 120 м по простиранию и 130 м по падению, размеры второго участка 120 и 50 м соответственно. Второй участок на дневную поверхность не выходит.

В пределах зон Дорожной и Перспективной выделяются два сульфидных прожилка с повышенным содержанием металла. В отличие от руд зоны Перспективной в состав руд зоны Дорожной вместо халькопирита преимущественно входит арсенопирит, а из жильных минералов - флюорит. Мощность зоны изменяется в пределах 0,2-3,5 м и в среднем составляет 1,6 м. Содержание олова очень неравномерное. Зона Контактная располагается восточнее зоны Перспективной, за основным тектоническим нарушением. Простирается юго-восточное, близкое к меридиональному, падение на юго-запад под углом $65-85^{\circ}$. Длина по простиранию на горизонте 325 м составляет 120 м. Средняя мощность зоны 1,3 м. Морфология рудной зоны сложная.

Условия залегания большинства рудных тел примерно одинаковые: это крутопадающие сульфидные жилы или минерализованные зоны дробления небольшой мощности (0,2-0,5 м, реже 1-1,5 м).

Вмещающие породы представлены песчаниками и кремнисто-глинистыми сланцами. Руды и вмещающие породы являются среднеустойчивыми; распределение металла в рудах весьма неравномерное.

Первичные руды и вмещающие породы по физико-механическим свойствам являются довольно устойчивыми со стороны висячего и лежащего боков. Местами они разбиты многочисленными трещина-

ми, способствующими обрушению пород и руд при проходке выработок. Рудные тела сопровождаются дайками порфиритов, склонными к обрушению.

Коэффициент разрыхления руды колеблется в пределах 1,5-1,65. Максимальная влажность руд не превышает 5%. Объемный вес пород 2,2-2,5 т/м³, руд - 2,7-2,8 т/м³. Коэффициент крепости пород и руд 10-12.

ВСКРЫТИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПОДГОТОВКА РУДНИЧНЫХ ПОЛЕЙ

Общие вопросы вскрытия

Каждое из рассматриваемых месторождений представлено группой рудных тел, расположенных по горизонтали на расстоянии от 20-30 до 200-300 м (иногда до 800-1500 м) друг от друга.

Разведанные запасы более крупных месторождений обычно не превышают 1,5-2,5 млн.т, реже достигают 4-5 млн.т. Месторождения отличаются неправильной формой отдельных рудных тел с изменяющимися элементами залегания.

Размеры рудных залежей колеблются в весьма широких пределах. Минимальная длина залежей по простиранию измеряется десятками метров, а максимальная достигает 600-900 м и более. Наклонная глубина по падению также изменяется в большом диапазоне - от десятков метров до 200-300 м, а в ряде случаев до 800 м.

В практике разработки многих месторождений известны случаи, когда выявление небольшой рудной залежи, расположенной среди крупных рудных тел, происходит после их вскрытия, в период отработки или значительно позже, после выемки основных запасов в этаже. При этом возникает целый ряд трудностей, связанных не только со вскрытием небольшой залежи, но и с последующей подготовкой и отработкой, особенно при выявлении залежей в висячем боку крупного рудного тела. В связи с этим при-

ходится разрабатывать особые мероприятия, которые позволяют полностью или только частично отработать небольшое рудное тело. Поэтому при выявлении таких залежей одновременно с рассмотрением вопроса вскрытия решается вопрос о возможности и целесообразности их отработки вообще. При этом длина и количество необходимых выработок обуславливаются пространственным расположением небольшой залежи относительно крупных рудных тел и выработок, предназначенных для их вскрытия и отработки.

Встречаются месторождения, состоящие из отдельных залежей богатых руд небольших размеров.

Сложный рельеф местности (гористый и пересеченный) не позволяет в большинстве случаев вскрывать месторождения вертикальными стволами шахт с поверхности. Высота гор над уровнем основных подъездных транспортных путей достигает 300-900 м, поэтому устройство подъездных путей, сооружение стволов шахт, зданий промплощадки, ЛЭП и т.д. в наиболее выгодном месте относительно залегания рудных тел в большинстве случаев сопряжены с большими затратами денежных средств, материалов и времени. В связи с этим верхние горизонты всех рудных залежей вскрываются капитальными штольнями и квершлагами.

Высота этажа принималась ранее 50 м. Отработка этажей по вертикали ведется только в нисходящем порядке. Когда в этаже вскрыто несколько залежей, выемка их производится прямым ходом.

На месторождениях были детально разведаны и отработывались в первую очередь сравнительно мощные крутопадающие рудные залежи со значительными размерами по падению и простиранию и о площадью поперечного сечения от 200-300 м² до 15-20 тыс. м², а иногда и больше. Угол падения таких залежей, устойчивость руд и вмещающих пород предопределили применение в основном систем с магазинированием руды и в меньшей степени систем разработки горизонтальными слоями с закладкой, подэтажного и слоевого обрушения.

Нижние горизонты на рассматриваемых рудниках в большинстве случаев вскрыты слепыми стволами, пройденными с горизонтов капитальных штолен, и квершлагами.

Высота этажа при этом была принята 50 м, аналогично отработываемым верхним горизонтам. Отбитая горная масса с нижних горизонтов выдается скипами в приемные бункера капитальных што-

лен, а руда и порода с вышележащих горизонтов поступают в них по перепускным выработкам. Дальнейшая транспортировка руды по капитальным штольням осуществляется электровозами до промплощадки каждого рудника с последующей доставкой на обогатительную фабрику с помощью железнодорожного узкоколейного транспорта или автотранспорта.

На некоторых рудниках (2-й Советский рудник и др.) из-за значительного объема проходческих работ для подготовки крутопадающих трубообразных рудных тел со сравнительно небольшим горизонтальным сечением залежей (30-500 м²) увеличили высоту этажа до 70 м (рис.7).

При отработке крутопадающих маломощных рудных тел на рудниках увеличили высоту этажа путем сдвигания этажей. Подсчеты показали, что при этом количество руды, приходящееся на 1 м³ подготовительных работ, увеличилось в 1,7-2,8 раза.

Опыт отработки мощных и маломощных рудных тел с различной высотой этажа показывает целесообразность увеличения высоты этажа для целого ряда рудников. Основной трудностью, с которой приходится сталкиваться при увеличении высоты этажа более чем до 70 м, является необходимость доставки на промежуточный горизонт оборудования, материалов и людей. Для этого целесообразно использовать лифтовые подъемники, которыми должны оборудоваться обычные вертикальные или слабонаклонные восстающие выработки сечением 3,8-5,5 м².

При производительности рудников от 80-100 до 500 тыс. т руды в год сечения стволов шахт приняты небольшие и колеблются в пределах 10-16 м² в проходке. Применяются подъемные сосуды: скипы емкостью 0,8-2 м³; клетки на 6-16 человек и скипо-клетки на каждой ветви подъемного каната.

Все стволы шахт пройдены в основном в устойчивых породах и в породах средней устойчивости. Крепление стволов деревянное, подвесными венцами на крючьях. Расстояние между осями венцов 1-1,5 м. Материал крепи - лиственница. Опорные венцы уложены с интервалом 15-35 м. Венцы крепи подвешиваются к основному венцу на крючьях из круглой стали диаметром 22-30 мм.

Сечения основных откаточных выработок после проведенной реконструкции рассчитаны на замену подвижного железнодорожно-

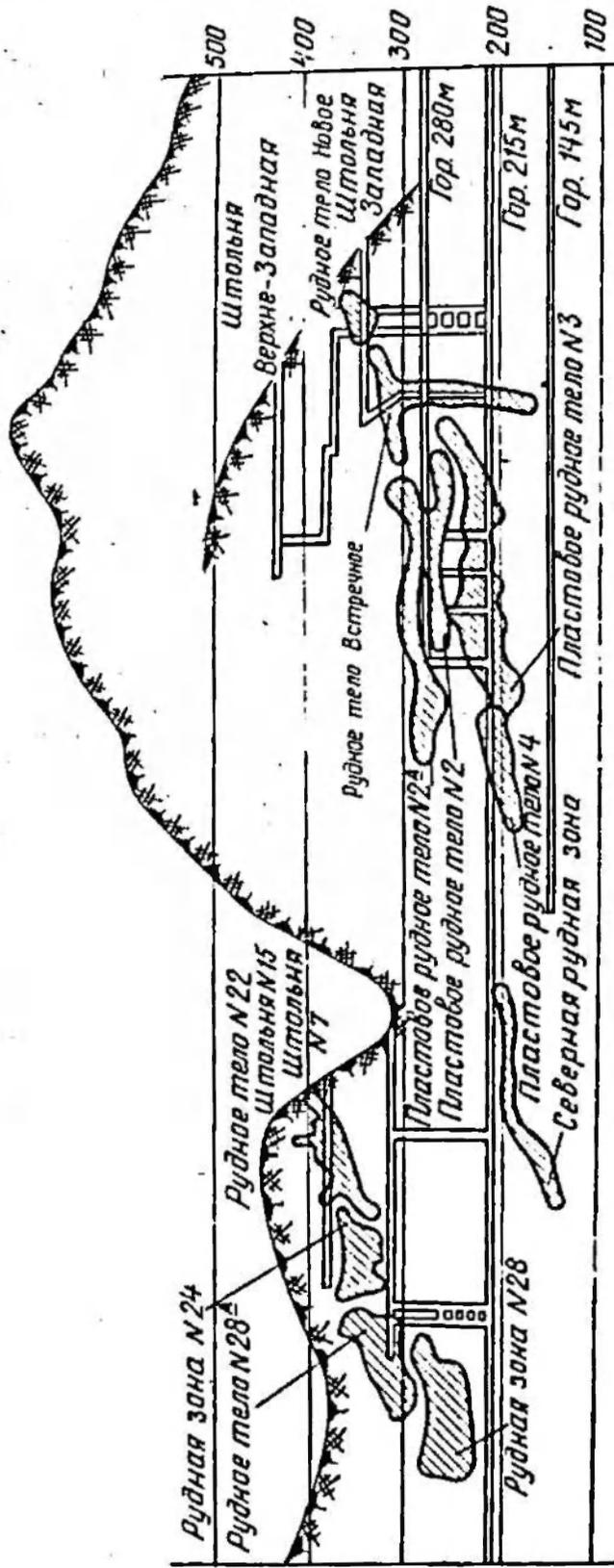


Рис.7. Комбинированная схема вскрытия рудных залежей 2-го Советского рудника

В начальный период эксплуатации месторождений доставка руды на фабрику на ряде рудников осуществлялась с перегрузкой ее в поверхностные бункера.

В зимний период времени вследствие смерзания руды резко снижалась производительность загрузки железнодорожных вагонов. В связи с этим перешли на подземное размещение бункеров. Подземные бункера надежно обеспечивают бесперебойную подачу руды на обогатительную фабрику. На рис. 9 показана схема расположения основной откаточной штольни, бункерной штольни и подземных бункеров для руды и породы.

Экономический расчет показал, что затраты, связанные с сооружением и дальнейшей эксплуатацией подземных бункеров, окупаются за 3-4 года.

Устройство штольневых бункеров не сложно. Объем их для руды и породы в проходке на рассматриваемых месторождениях колеблется в пределах 120-250 м³. Объем рудных бункеров обычно на 20-40% превышает объем породных бункеров. Полезная емкость бункеров составляет 80-90% от всего объема бункеров. Длина бункерной штольни зависит от рельефа местности и места расположения главного ствола шахты.

Как правило, приемные отверстия штольневых бункеров выходят на околоствольные дворы, при этом бункера располагаются или прямо под бункерами скипового ствола (рис. 9, а), или на некотором расстоянии от бункеров скипового ствола (рис. 9, б), в зависимости от горногеологических условий.

Когда штольневые бункера располагаются под бункерами скипового ствола, выпускные отверстия бункеров скипового ствола делают непосредственно в устьевой части штольневых бункеров (см. рис. 9, а). В целях безопасности и для дозировки количества выпускаемой горной массы на выпускные отверстия бункеров скипового ствола навешиваются пневмозатворы несложной конструкции, изготавливаемые из рельс или швеллеров.

В том случае, когда штольневые бункера располагаются на некотором расстоянии от бункеров скипового ствола, бункера скипового ствола оборудуются лючковыми устройствами и транспортировка горной массы в штольневые бункера производится составами вагонов при помощи электровоза. Перегрузку горной массы

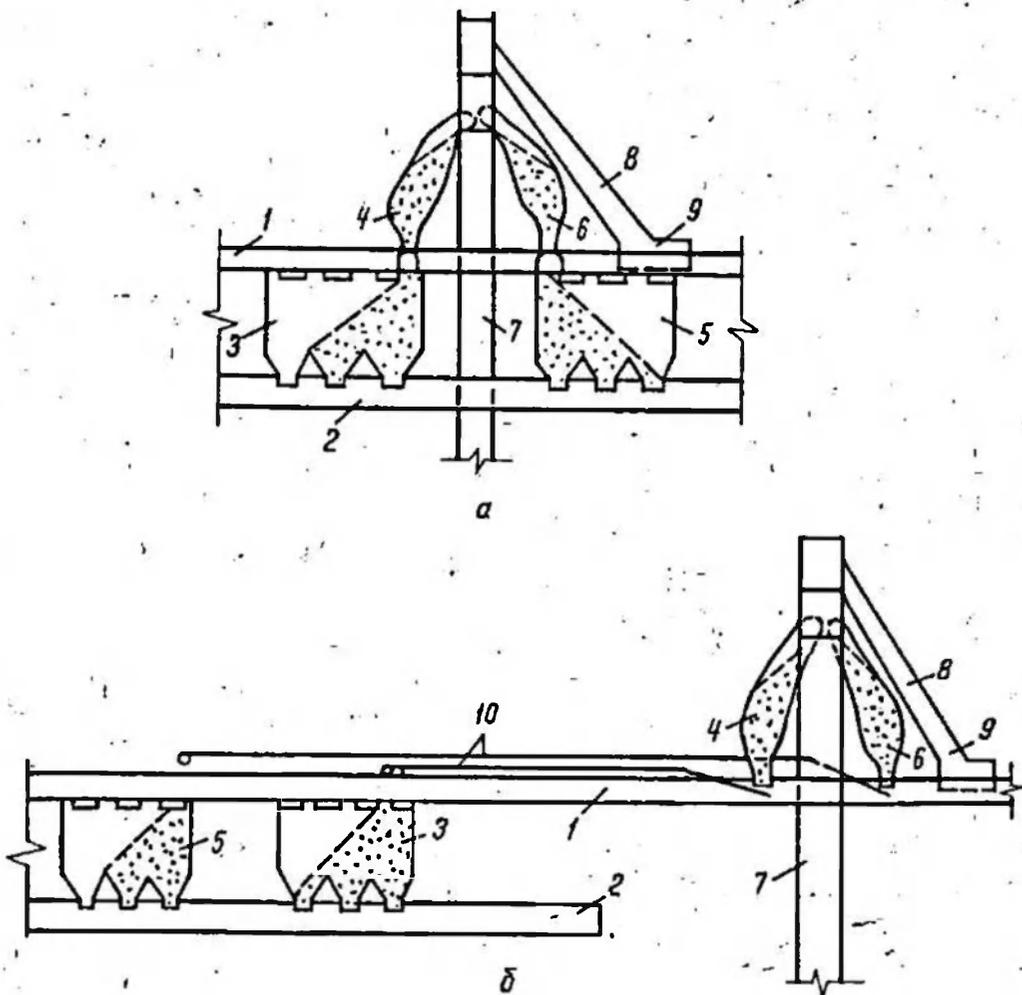


Рис.9. Расположение штольневых бункеров относительно скипового ствола и бункерной штольни:
 а - под бункерами скипового ствола; б - на некотором расстоянии от бункеров скипового ствола:
 I - основной откаточный горизонт; 2 - бункерная штольня; 3,4 - рудные бункеры; 5,6 - породные бункеры; 7 - скиповой ствол; 8 - канатный ходок; 9 - машинная камера; 10 - ленточный конвейер

из бункеров скипового ствола в штольневые бункеры производят при помощи ленточных конвейеров.

В тех случаях, когда горные работы ведутся выше горизонта откаточной штольни, перепуск горной массы осуществляется непосредственно в бункера через капитальные рудоспуски и породоспуски (рис.10, а).

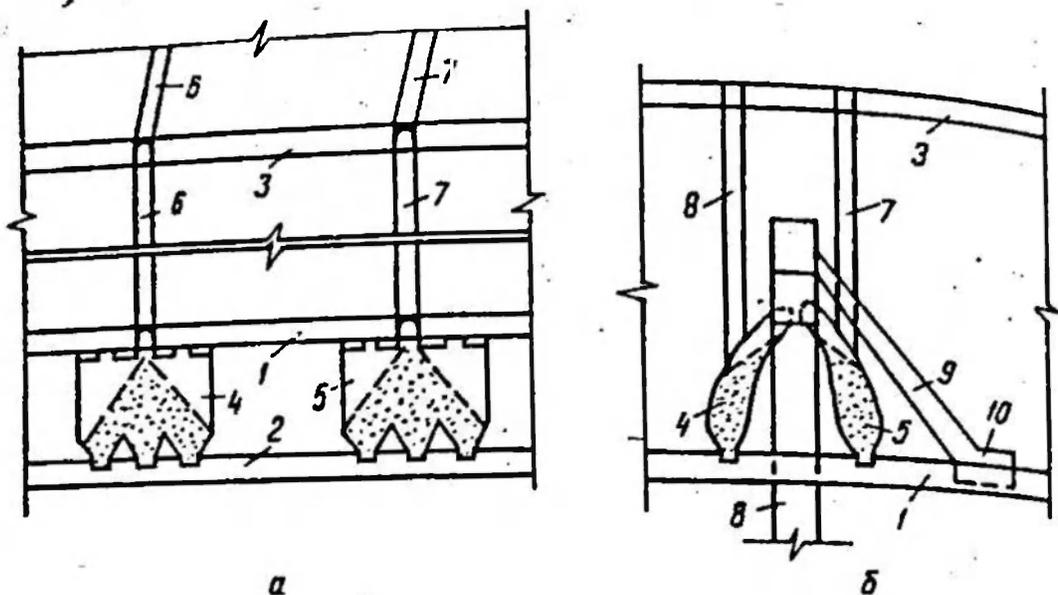


Рис. 10. Расположение капитальных рудоспусков и породоспусков для перепуска горной массы:

а - непосредственно в штольневые бункера; б - в бункере скипового ствола

1 - основной откаточный горизонт; 2 - бункерная штольня; 3 - верхний штольневый горизонт; 4 - рудный бункер; 5 - породный бункер; 6 - капитальный рудоспуск; 7 - капитальный породоспуск; 8 - скиповой ствол; 9 - канатный ходок; 10 - машинная камера

Без бункерных штолен ведут работы только в тех случаях, когда проходка их невозможна в связи с неблагоприятными горногеологическими условиями (рис. 10, б).

Сокращение количества погрузочных пунктов при одновременной выдаче горной массы с нескольких горизонтов обеспечивается при помощи системы капитальных рудоспусков и породоспусков, соединяющихся непосредственно с бункерами скипового ствола. По данным практики, проходка капитального рудоспуска и породоспуска непосредственно из скиповых бункеров на 20-30% уменьшает объем проходческих работ.

При клетевом подъеме, когда выдача горной массы с шахтных горизонтов производится в вагонах, штольневые бункера целесообразно располагать ближе к устью штольни, сокращая тем самым ее длину.

Способы вскрытия и подготовки рудничных полей, состоящих из крупных и небольших рудных залежей

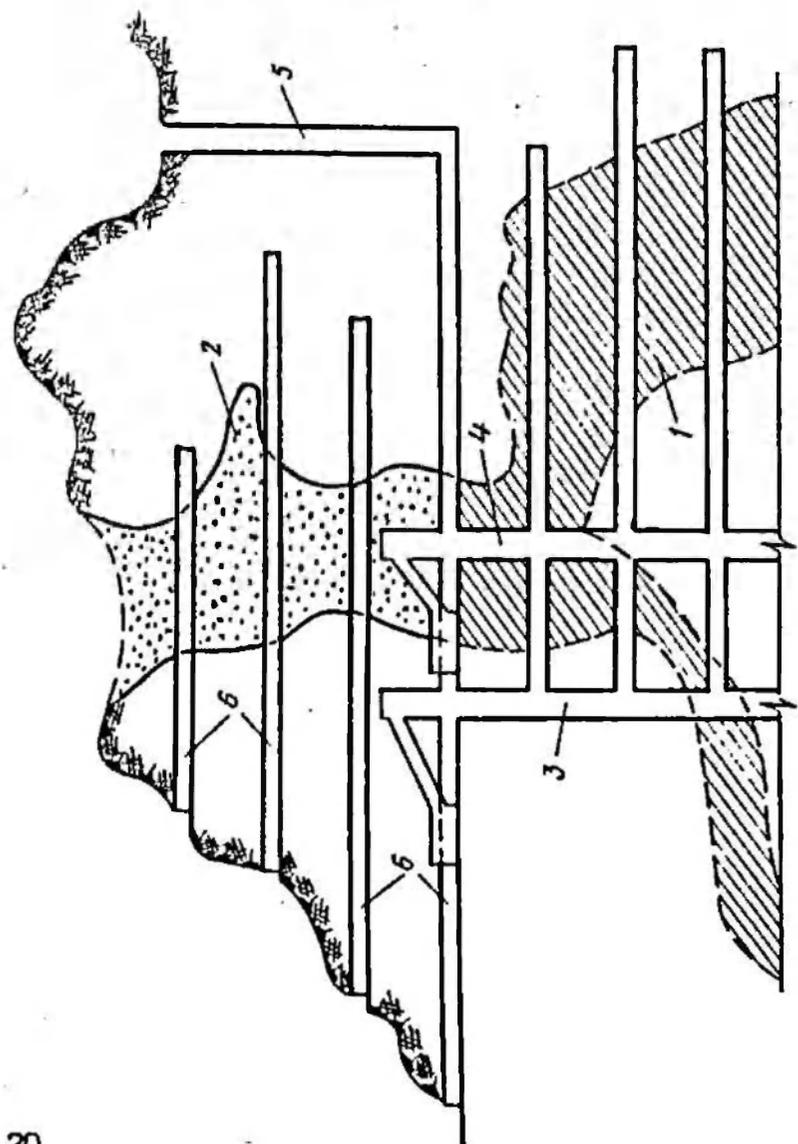
Гористый рельеф местности в районе рассматриваемых месторождений обусловил применение комбинированных схем вскрытия штольнями с поверхности и вертикальными (наклонными) слепыми стволами. Подобные схемы вскрытия применяют на рудниках "2-й Советский", "Верхний" (рис. II а), "Дальний" (рис. II, б). Эти рудники разрабатывают месторождения, состоящие из крупных и небольших рудных тел пластообразной формы, а также небольших трубо- и жилообразных рудных тел. На некоторых месторождениях (Ахобинский рудник) применяют комбинированный способ вскрытия вертикальным шахтным стволом с поверхности в сочетании с штольней, пересекающими полого- и наклоннозалегающие жильные рудные тела (рис. I2, а).

Для вскрытия месторождений, состоящих из большого количества жил с крутым и наклонным падением, выходящих на поверхность по склону горы, характерно вскрытие Смирновского месторождения, разрабатываемого Приморским рудником (рис. I2, б).

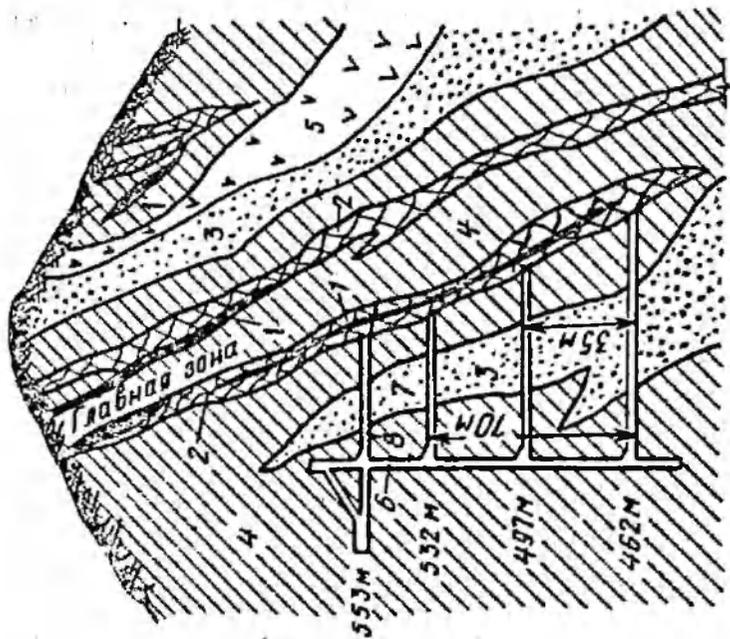
В некоторых случаях в районах расположения рассматриваемых месторождений отрабатываются небольшие по запасам месторождения богатых руд с использованием стволов разведочных шахт, штолен и других разведочных выработок. Это значительно сокращает капитальные затраты, а также сроки вскрытия и подготовки месторождений.

Кроме того, сокращение сроков вскрытия и подготовки при разработке богатых руд достигается уменьшением высоты этажа до 30-40 м.

Небольшие рудные тела, залегающие среди крупных рудных тел, вскрывают и подготавливают с максимально возможным использованием вскрывающих и подготовительных выработок, проведенных для вскрытия и подготовки крупных рудных тел.



а



б

Рис.11. Комбинированные схемы вскрытия месторождений

в - месторождения рудника "Верхний", разрез по простиранию:

1 - основная рудная залежь; 2 - отработанная часть рудного тела; 3 - ствол шахты "Слепяя-1";

4 - ствол шахты "Слепяя-3"; 5 - вентиляционный ствол; 6 - штольня

б - месторождения рудника "Дальний" (с использованием РЭШ):

1 - жилы кварцевые, кальцитовые и сульфидные; 2 - зоны дробленных пород; 3 - песчаники; 4 - алевролиты и глинистые сланцы; 5 - дайки липеритовых порфиров; 6 - слепой ствол шахты "Грязеводочная"; 7 - штольня № 42; 8 - штольня № 31

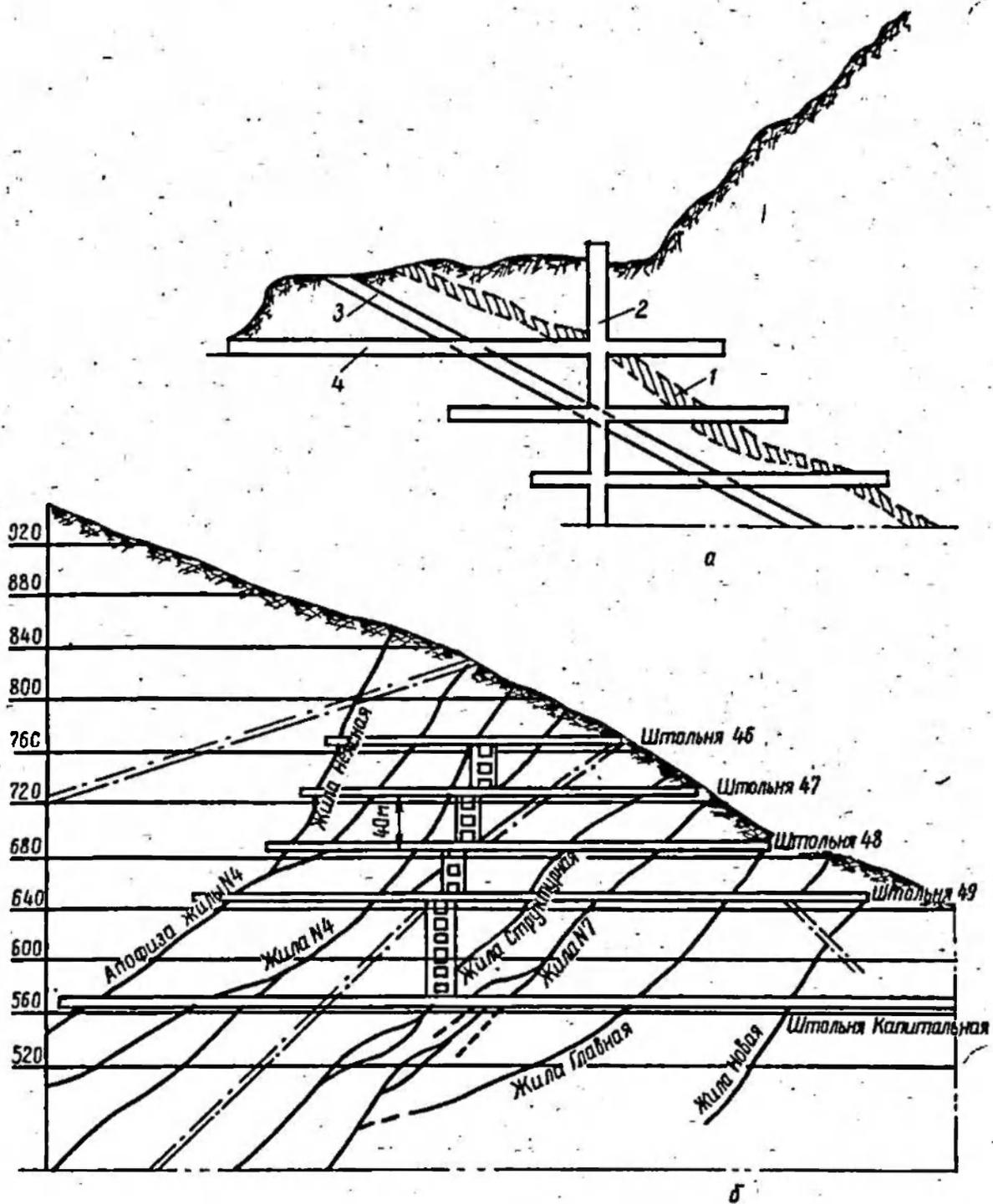


Рис. 12. Комбинированные схемы вскрытия месторождений вертикальными шахтными стволами и штольнями:

а - Ахобинский рудник, разрез вкрест простирания:

1 - полого- и наклоннозалегающие жильные рудные тела; 2 - ствол шахты; 3 - вентиляционный уклон; 4 - штольня

б - рудник "Приморский", разрез вкрест простирания по жилам

Способы вскрытия и подготовки небольших залежей, расположенных среди крупных рудных тел

Наиболее просто решается вопрос вскрытия и подготовки небольшой залежи, расположенной в лежащем боку, вблизи от одного из крупных рудных тел (рис. 18, а). В небольших залежах запасы руды относительно невелики, поэтому объем проходческих работ по вскрытию и подготовке уменьшают благодаря использованию некоторых выработок, пройденных ранее, для вскрытия и подготовки крупных рудных тел. Так, небольшая рудная залежь непосредственно вскрывается только скреперным штреком из полевого восстающего, который был пройден ранее для подготовки крупного рудного тела. Для проветривания горных выработок в конце скреперного штрека проходят вентиляционно-ходовой восстающий, который в зависимости от высоты этажа может сбиваться или непосредственно с вентиляционным горизонтом вышележащего этажа, или при помощи вентиляционной сбойки с полевым восстающим.

Полевой восстающий используют в течение всего периода отработки небольшой залежи как вентиляционно-ходовую выработку. Для перепуска горной массы при подготовке и добыче руды в залежи из квершлага на скреперный штрек проходится рудоспуск. В данном случае объем вскрывающих и подготовительных выработок минимален, а продолжительность вскрытия и подготовки сокращается в результате использования квершлага и полевого восстающего.

Несложной является схема вскрытия и подготовки небольшой залежи, расположенной в висячем боку крупных рудных тел, но на достаточно безопасном (в отношении зоны обрушения) расстоянии от них (рис. 18, б). Вскрытие такой залежи заключается в проходке квершлага, если он не был пройден на данном участке рудничного поля при вскрытии крупных рудных тел, полевого восстающего и скреперного штрека.

Проходка подготовительных выработок — вентиляционно-ходового восстающего до сбойки его с вышележащим горизонтом или о вентиляционной сбойкой, пройденной из полевого восстающего, в каждом конкретном случае решается в зависимости от высоты

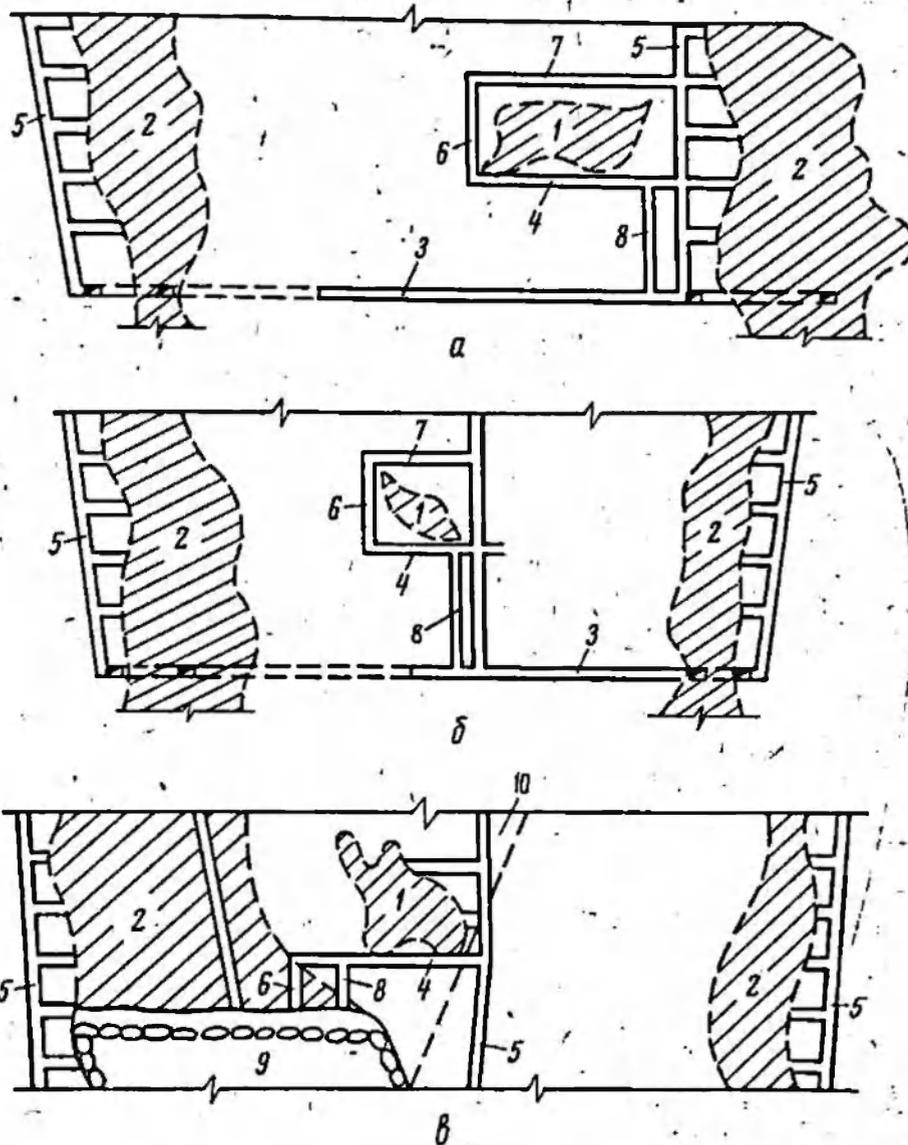


Рис.13. Схема вскрытия и подготовки небольшой залежи:
 а - расположенной в лежащем боку относительно одного из крупных рудных тел; б - расположенной в висячем боку относительно крупных рудных тел; в - расположенной в висячем боку крупного рудного тела в пределах зоны обрушения

1 - небольшая рудная залежь; 2 - крупные рудные тела; 3 - квершлаг; 4 - скреперный штрек; 5 - полевые восставшие; 6 - вентиляционно-ходовой восставший; 7 - вентиляционная обойка; 8 - рудоспуск; 9 - отработанная часть крупного рудного тела; 10 - зона сдвига

расположения небольшой залежи относительно верхнего и нижнего горизонтов. Рудоспуск проходится из квершлага до сбойки его со скреперным штреком и служит для перепуска горной массы на откаточный горизонт при подготовке и отработке небольшой залежи.

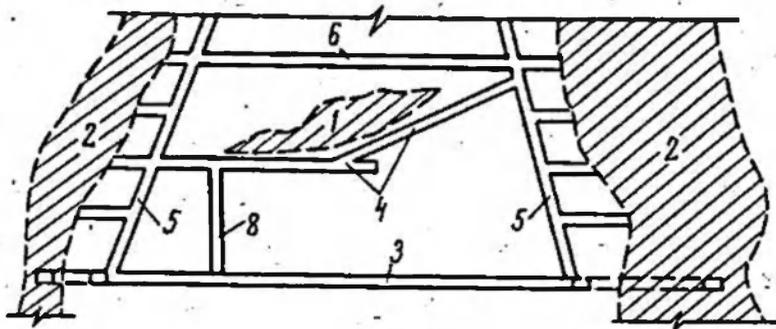
При такой схеме вскрытия объем вскрывающих и подготовительных выработок невелик, а проходка их ведется независимо от развития работ, связанных с отработкой крупных рудных тел.

Особый случай — вскрытие небольшой залежи, расположенной в висячем боку крупного рудного тела, когда она целиком попадает в зону обрушения в период ведения очистных работ в крупном рудном теле (рис. 13, в).

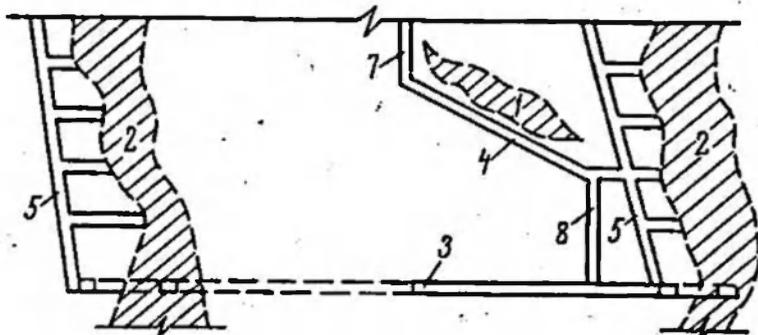
Если списание в потери запасов руды залежи по экономическим соображениям невыгодно, то такую залежь подготавливают и обрабатывают скоростным способом. Вскрытие залежи заключается в проходке полевого восстающего и скреперного штрека. Полевой восстающий проходится с нижнего откаточного горизонта и сбивается с верхним вентиляционным горизонтом. Скреперный штрек проходится из полевого восстающего и сбивается с подготовительными выработками — вентиляционно-ходовым восстающим и рудоспуском. Вентиляционно-ходовой восстающий и рудоспуск проходится из выработанного пространства крупного рудного тела.

Такая схема подготовки и отработки небольшой залежи возможна в условиях, когда: продолжительность подготовки и отработки ее невелика, отбитая руда позволяет произвести ее усреднение, несмотря на перепуск в короткое время и в относительно большом количестве; временная остановка отбойки руды в очистном забое крупного рудного тела не оказывает существенного влияния на добычу руды по участку, горизонту или в целом по руднику.

Вскрытие небольшой залежи, расположенной в лежащем боку между крупными рудными телами, залегающими на небольшом расстоянии друг от друга (рис. 14, а), заключается в проходке горизонтального и наклонного скреперных штреков из ранее пройденного полевого восстающего. Наклонная часть скреперного штрека сбивается со вторым полевым восстающим.



а



б

Рис.14. Схема вскрытия и подготовки небольшой залежи:

а - расположенной в лежачем боку относительно нескольких крупных рудных тел; б - расположенной в лежачем боку относительно одного из крупных рудных тел

Г - небольшая рудная залежь; 2 - крупные рудные тела; 3 - квершлаг; 4 - скреперный штрек; 5 - полевые восстающие; 6 - вентиляционная сбойка; 7 - вентиляционно-ходовой восстающий; 8 - рудоспуск

Подготовительные работы заключаются в проходке вентиляционной сбойки выше небольшой залежи, которая соединяет оба полевых восстающих. Горная масса от проходческих и очистных работ перепускается по рудоспуску, который проходится из квершлага до сбойки с горизонтальной частью скреперного штрека. Такая схема проходки выработок может быть принята при

сравнительно близком расположении крупных рудных тел и возможности использования их подготовительных выработок.

При данной схеме вскрытия и подготовки продолжительность вскрытия, подготовки и отработки небольшой залежи невелика и не влияет на ведение горных работ при отработке крупных рудных тел.

Применение схемы вскрытия и подготовки, показанной на рис. 14, б, возможна в лежачем боку, вблизи одного из крупных рудных тел. В данном случае вскрытие небольшой залежи осуществлено скреперным штреком из ранее пройденного полевого восстающего. При близком расположении вентиляционного горизонта подготовительная выработка — вентиляционно-ходовой восстающий — сбивается с выработкой вентиляционного горизонта, а при значительном расстоянии может быть сбита с полевым восстающим. Рудоспуск, пройденный из квершлага до сбойки его с горизонтальной частью скреперного штрека, служит для перепуска горной массы на откаточный горизонт.

Такие схемы вскрытия и подготовки небольших залежей наиболее эффективны, так как требуют минимального объема проходческих работ.

Особенностью схемы вскрытия и подготовки, приведенной на рис. 15, а, является то, что небольшая залежь, оказавшаяся между крупными рудными телами, расположена непосредственно над откаточным горизонтом и легко вскрывается квершлагом. Подготовка заключается в том, что из квершлага на флангах залежи проходятся вентиляционно-ходовые восстающие, которые при помощи вентиляционной сбойки соединяются с полевым восстающим.

Такая схема вскрытия и подготовки требует небольших объемов проходческих работ и в то же время обеспечивает доступ к небольшой залежи с любой стороны. Подобное расположение небольшой залежи упрощает независимую отработку всех рудных тел на горизонте.

При вскрытии небольшой залежи, разделенной на две части откаточным горизонтом (рис. 15, б), выработки которого были пройдены для вскрытия и отработки крупных рудных тел, обычно необходимо вовлечение в отработку более богатых руд. При этом вскрывающая выработка может быть специально пройдена в непосредственной близости от залежи или по залежи (когда о ней

имеются достаточно достоверные геологические сведения), или на значительном расстоянии от нее (когда залежь обнаруживается позже, в результате проведения буровых разведочных работ). В последнем случае капитальные затраты на вскрытие залежи значительно больше.

Иногда залежь обнаруживают в результате проведения горных выработок при эксплуатационной разведке или при проходке подготовительных выработок, связанных с отработкой более крупных рудных тел. В данном случае верхняя часть небольшой залежи вскрыта квершлагом и подготовлена двумя вентиляционно-ходовыми восстающими и вентиляционной сбойкой, которая соединяется с ранее пройденным полевым восстающим.

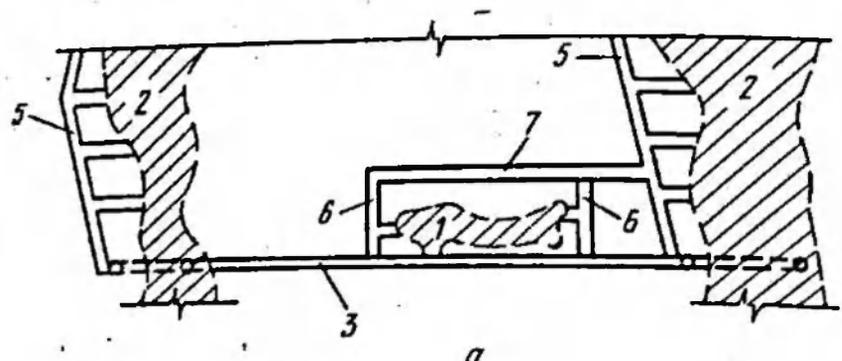
При самостоятельном вскрытии и отработке верхней части залежи вскрытие и подготовка ее несложна, а объем проходческих работ невелик и не осложняет отработку крупных рудных тел.

В том случае, когда вскрытие крупных рудных тел произведено квершлагом, а небольшая залежь оказывается расположенной ниже квершлага и на значительном расстоянии от крупных рудных тел (рис. 15, в), вскрытие ее производится скреперным уклоном, из конца которого проходится подготовительная выработка — вентиляционно-ходовой восстающий — до обойки его с вышележащим откаточным горизонтом.

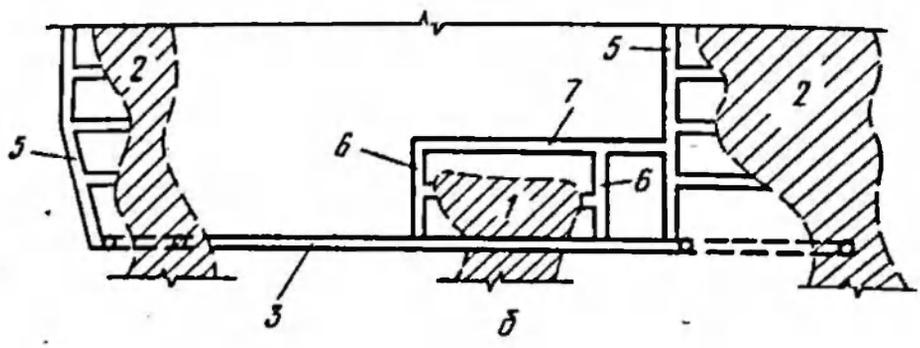
Как правило, уклоны оборудуются мощными скреперными лебедками с емкостью скрепера 0,5—1 м³ или ленточной транспортной установкой, доставляющими руду на квершлаг.

В практике наблюдаются случаи, когда небольшая залежь расположена ниже ранее пройденной вскрывающей или подготовительной выработки, пройденной для крупного рудного тела, или залегает очень близко от них (рис. 15, г). При расположении такой залежи в лежачем боку, вблизи от крупного рудного тела и его подготовительной выработки — полевого восстающего, вскрытие ее производится скреперным уклоном, по которому доставляется руда до рудоспуска для перепуска руды на расположенный ниже откаточный горизонт.

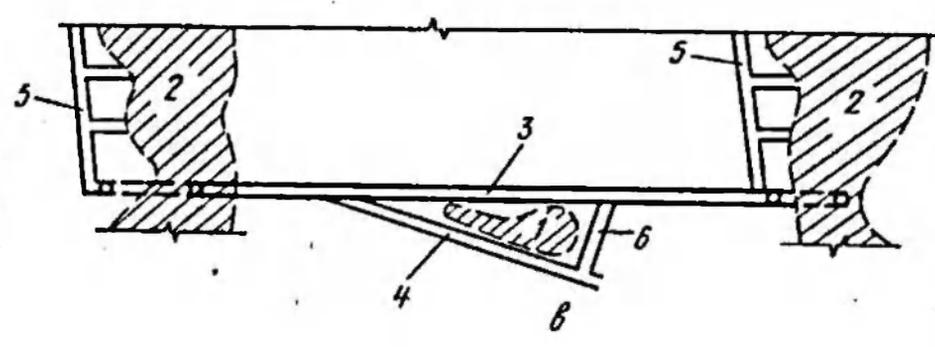
Подготовка такой залежи не представляет большой трудности и заключается в проходке вентиляционно-ходового восстающего, который сбивается о квершлагом вышележащего горизонта; для



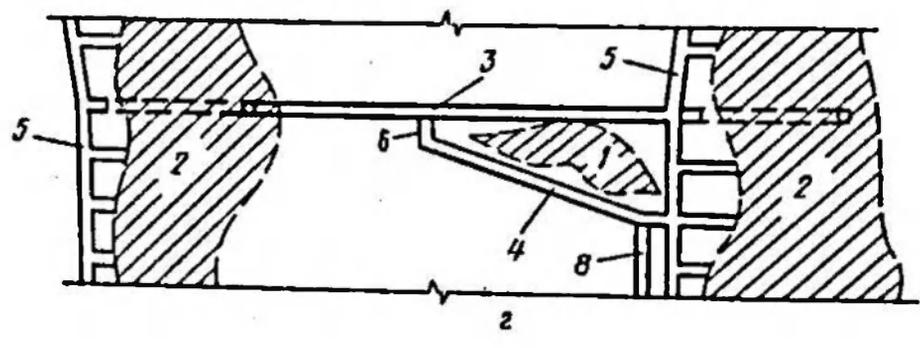
a



b



c



d

Рис. 15. Схемы вскрытия и подготовки небольшой залежи:

а - расположенной между крупными рудными телами, выше горизонта квершлага; б - верхняя часть залежи расположена между крупными рудными телами, выше горизонта квершлага; в - расположенной между крупными рудными телами, ниже откаточного горизонта; г - расположенной вблизи от одного из крупных рудных тел, ниже откаточного горизонта

1 - небольшая рудная залежь; 2 - крупные рудные тела; 3 - квершлаг; 4 - скреперный уклон; 5 - полевые восстающие; 6 - вентиляционно-ходовые восстающие; 7 - вентиляционная сбойка; 8 - рудоспуск

перепуска горной массы рудоспуск проходит с нижележащего откаточного горизонта до сбойки его со скреперным уклоном.

В тех случаях, когда есть возможность использовать ранее пройденные выработки, предназначенные для отработки крупных рудных тел, такие схемы вскрытия и подготовки небольших залежей наиболее просты и не требуют больших капитальных затрат.

При вскрытии и подготовке небольших залежей, расположенных среди крупных рудных тел, суммарный объем вскрывающих и подготовительных выработок сравнительно невелик и обычно не превышает 5-30 м на 1000 т добытой руды.

Наиболее эффективными методами вскрытия являются следующие.

При большом количестве небольших рудных тел в месторождении, залегающих на значительной площади и примерно одинаково разбросанных в горизонтальной и вертикальной плоскостях, наиболее эффективно (в условиях равнинной поверхности) вскрытие месторождений вертикальными стволами с квершлагами. В этом случае при достаточной разведанности месторождений для места заложения вертикального ствола шахты можно выбрать такой участок, чтобы в охранный целик попало меньшее количество залежей (рис. 16, а).

При большой скученности рудных тел на одном из флангов рудничного поля наиболее эффективно вскрытие месторождений наклонным отводом с квершлагами (рис. 16, б). В этом случае

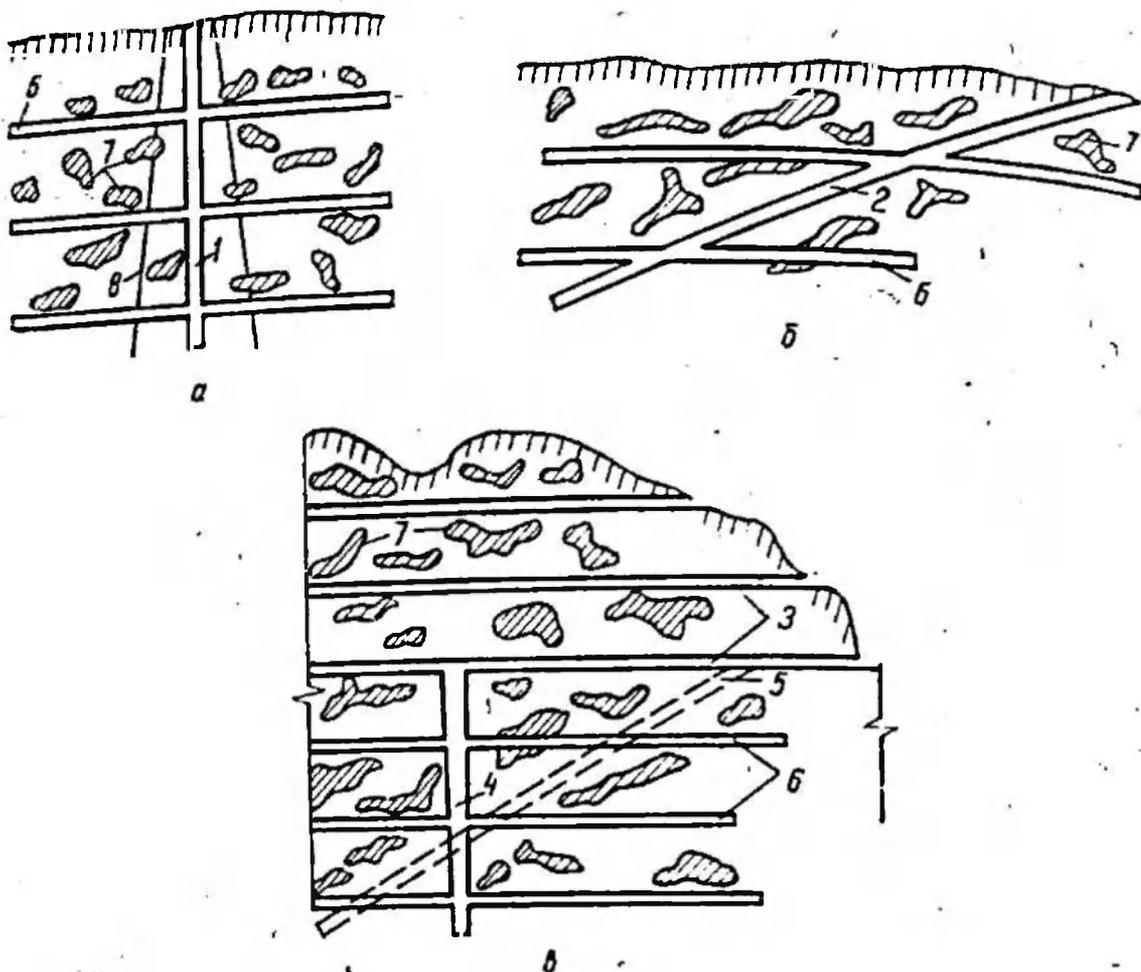


Рис.16. Схемы вскрытия месторождений:

а - вертикальным стволом с квершлагами; б - наклонным стволом с квершлагами; в - комбинированным способом (верхние горизонты - штольями, нижние - слепым вертикальным или наклонным стволом с квершлагами)

1 - вертикальный ствол шахты; 2 - наклонный ствол шахты; 3 - штолья; 4 - слепой вертикальный ствол; 5 - слепой наклонный ствол; 6 - квершлаг; 7 - рудное тело; 8 - граница охранного целика

эффективность вскрытия и подготовки, по сравнению с первым вариантом, повышается в результате сокращения длины откаточных выработок и затрат на их проходку и поддержание, а также на транспортировку руды.

При гористом рельефе местности и расположении рудных залежей на сравнительно небольшом расстоянии от поверхности по склону горы наиболее эффективен способ вскрытия штольями:

При расположении рудных залежей ниже подошвы горы в аналогичных условиях наиболее эффективным может оказаться комбинированный способ вскрытия — вскрытие верхних горизонтов штольнями, нижних — слепым вертикальным или наклонным стволом (рис. 16, в). При самоходной или конвейерной транспортировке руды с нижних горизонтов вскрытие их наиболее целесообразно наклонными стволами.

Место заложения основной вскрывающей выработки (штольни, шахтного ствола) определяется минимальными длинами вскрывающих подготовительных выработок, которые обеспечивают наименьшие затраты на транспортировку руды.

Если суммарный объем работ по транспортировке руды окажется одинаковым как по простиранию, так и вкрест простирания, то при выборе места заложения основных выработок решающее значение должны иметь геологические особенности рудничного поля и физико-механические свойства вмещающих пород.

Для рассмотренных выше вариантов вскрытия месторождений в проектах необходимо проработать вопрос о экономической целесообразности внедрения самоходного погрузочно-доставочного и транспортного оборудования.

Способы вскрытия и подготовки рудничных полей, состоящих из небольших рудных залежей

При наличии большого количества отдельных залежей небольших размеров, разбросанных на значительной площади рудничного поля, возникают трудности с расположением основных вскрывающих выработок.

Вскрывающие выработки проходят в лежащем и в висячем боку, на фланге залежей, а иногда по рудным телам. Рудные тела часто непосредственно не вскрываются основными выработками рудничного поля и оказываются выше или ниже отметки основных вскрывающих выработок.

При проектировании отработки месторождений подобного типа стремятся привязать вскрытие отдельных небольших залежей к основным вскрывающим и подготовительным выработкам, используя

для этой цели скреперные штреки, капитальные рудоспуски, скреперные уклоны, вентиляционные восстающие и другие выработки.

Суммарный объем вскрывающих и подготовительных выработок при этом колеблется в больших пределах — от 20 до 200-230 м на 1000 т добытой руды (включая выработки по руде и вмещающим породам).

В некоторых случаях выбор способа вскрытия и подготовки отдельной залежи или группы небольших залежей производится с учетом способа разработки этих залежей (открытым или подземным способом).

На рис. 17 приведены схемы вскрытия и подготовки отдельного небольшого рудного тела, отдаленного от шахтных стволов и квершлагов и расположенного вблизи земной поверхности, двумя вариантами — капитальной траншеей и наклонным скреперным (или конвейерным) штреком, в зависимости от возможного способа разработки.

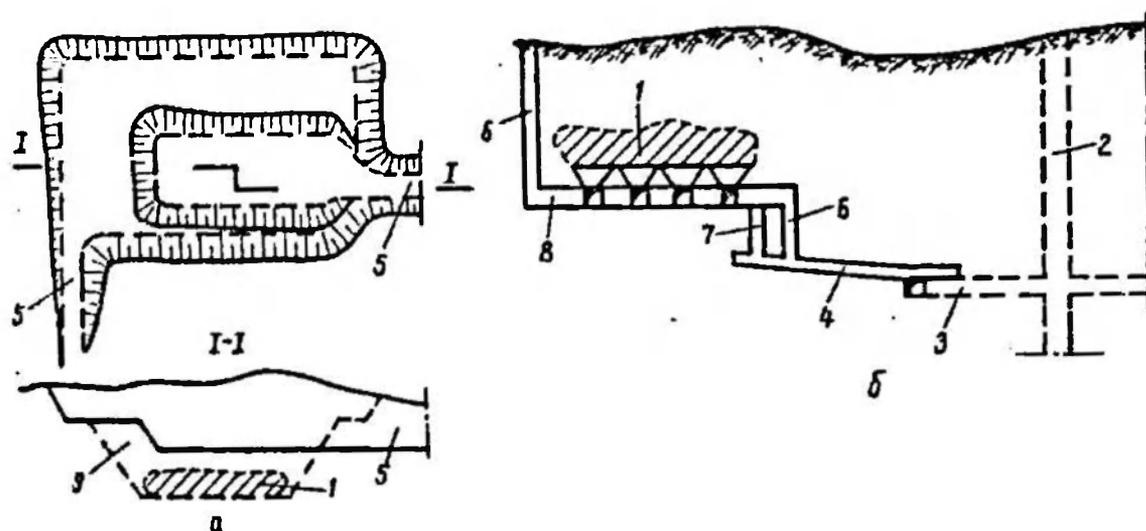


Рис. 17. Схемы вскрытия и подготовки отдельного рудного тела, расположенного вблизи дневной поверхности:

а — капитальной траншеей; б — наклонным скреперным штреком
 1 — отдельное рудное тело; 2 — ствол шахты; 3 — квершлаг; 4 — наклонный скреперный штрек; 5 — капитальная траншея; 6 — вентиляционно-ходовой восстающий; 7 — рудоспуск; 8 — скреперный штрек с дучками; 9 — контур карьера

При разработке залежи открытым способом (карьером) (рис. 17,а) вскрытие отдельного рудного тела производится капитальной траншеей.

При подземном способе разработки (рис.17,б) вскрытие отдельной залежи осуществляется путем проведения наклонного скреперного штрека.

Горная масса из подготовительных выработок (вентиляционно-ходового восстающего, рудоспуска, скреперного штрека) и при отработке залежи доставляется по наклонному скреперному штреку.

Выбор наиболее рационального способа разработки (а следовательно, способа вскрытия и подготовки рудной залежи) осуществляется путем сравнительного технико-экономического анализа.

Такой анализ проведен на примере показателей вскрытия и подготовки рудного тела одного из рудников (табл.1).

Т а б л и ц а I

Технико-экономические показатели вариантов вскрытия и подготовки рудного тела

Показатели	Способы разработки и вскрытия	
	открытый способ (вскрытие траншеей)	подземный способ (вскрытие наклонным скреперным штреком)
Балансовые запасы руды, т	14700	14700
Потери руды, %	5	10
Разубоживание, %	12	15
Количество товарной руды, т	15870	15560
Суммарная стоимость 1 т концентратов свинца и попутных металлов, руб.	584	584

Показатели	Способы разработки и вскрытия	
	открытый способ (вскрытие траншеей)	подземный способ (вскрытие наклонным скреперным штреком)
Суммарная стоимость металлов в концентрате, руб.	831600	813000
Суммарный объем горнокапитальных и подготовительных работ, м ³	87000	2208
Стоимость 1 м ³ горнокапитальных и подготовительных работ, руб.	6,26	44,8
Суммарная стоимость горнокапитальных и подготовительных работ, руб.	231600	97800
Себестоимость добычи 1 т руды, руб.	4,98	5,9
Суммарная стоимость добычи руды, руб.	79000	91800
Суммарная стоимость скреперной доставки руды по наклонному скреперному штреку, руб.	-	1100
Себестоимость транспортировки и переработки 1 т руды на фабрике, руб.	3,72	3,78
Суммарная стоимость транспортировки и переработки руды на фабрике, руб.	59000	58800
Суммарные затраты по горнокапитальным, подготовительным работам, добыче руды, транспортировке и переработке руды на фабрике, скреперной доставке руды по наклонному скреперному штреку, руб	869600	249500
Прибыль, руб.	-	63500
Убыток, руб.	38000	-

Рудное тело расположено на юго-западном фланге Основной рудной залежи и представлено окисленными и смешанными свинцово-цинковыми рудами. Вмещающие породы лежачего бока представлены плотными устойчивыми известняками, висячего бока — трещиноватыми, средней устойчивости и неустойчивыми туфами кварцевых порфиров, способными к отслаиванию и вывалам. Длина залежи по простиранию 100 м, по падению — 7,4 м, средняя мощность 6 м. Объемный вес руды 3 т/м³. Коэффициент крепости пород и руд 8-12.

Результаты технико-экономического анализа показывают, что отработка залежи карьера с траншейным вскрытием является нерентабельной (убыток 38000 руб.), а при подземной разработке и вскрытии наклонным скреперным штреком будет обеспечена прибыль 63500 руб.

В том случае, когда на фланге рудничного поля имеется обособленное рудное тело или группа рудных тел (рис.18), а проходка полевого штрека по экономическим соображениям к этой

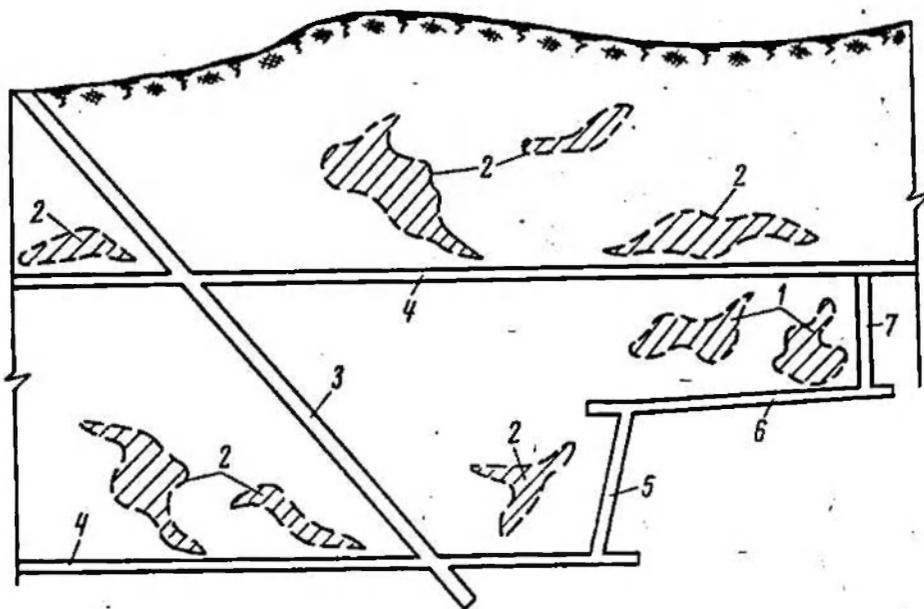


Рис.18. Схема вскрытия рудных тел:

1 - обособленная группа рудных тел; 2 - рудные тела;
3 - наклонный ствол шахты; 4 - полевые штреки; 5 -
наклонный капитальный восстающий; 6 - наклонный
скреперный штрек; 7 - вентиляционный восстающий

залежи или группе залежей нецелесообразна, вскрытие ее на практике ведется дополнительно проходным из нижнего полевого штрека вертикальным или наклонным капитальным восстающим, наклонным или горизонтальным скреперным, либо конвейерным штреком и вентиляционным восстающим. В данном случае наклонный восстающий служит для перепуска горной массы не только при проходке вскрывающих выработок, но и в дальнейшем, при отработке рудных тел. Наклонный скреперный штрек является вскрывающей выработкой также для всей группы рудных тел, которая обеспечивает возможность проведения подготовительных выработок. Основное назначение свое в качестве вскрывающих эти выработки наклонный ствол шахты и полевые штреки, сохраняют до конца отработки всей группы рудных тел.

На рис. 19, а приводится схема вскрытия отдельного рудного тела, залегающего вблизи ствола шахты, но в противоположной стороне по отношению к остальным рудным телам месторождения и полевым штрекам. Из схемы расположения рудного тела видно, что вскрытие его вертикальным восстающим и наклонным скреперным (или конвейерным) штреком с перепуском горной массы непосредственно в капитальный рудоспуск экономически наиболее целесообразно. Подготовительная выработка — вентиляционно-ходовой восстающий, обеспечивающий проветривание всего фланга и пройденный в данном варианте из конца наклонной скреперной выработки на поверхность, при сильно нарушенных приповерхностных породах или большей толще пород, налегающих над рудным телом, сбивается непосредственно со стволом шахты или с полевым штреком верхнего горизонта.

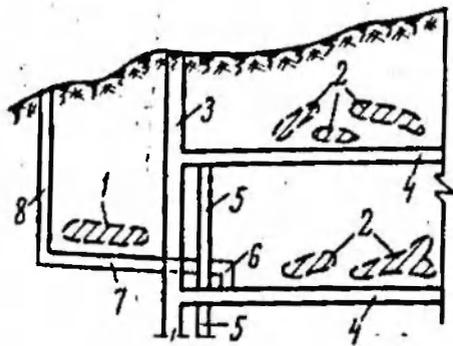
Вскрытие отдельного рудного тела, расположенного вблизи ствола шахты на большой глубине от поверхности и в противоположной стороне по отношению к остальным рудным телам месторождения и полевым штрекам (рис. 19, б), может быть произведено вертикальным восстающим и скреперным штреком, который сбивается с капитальным рудоспуском, обеспечивая тем самым минимальные затраты по доставке горной массы. Подготовительные выработки — вентиляционный восстающий и вентиляционная сбойка — обеспечивают проведение дальнейшей отработки залежи.

В том случае, когда отдельное рудное тело залегает ниже последнего полевого штрека, а углубка наклонного ствола шах-

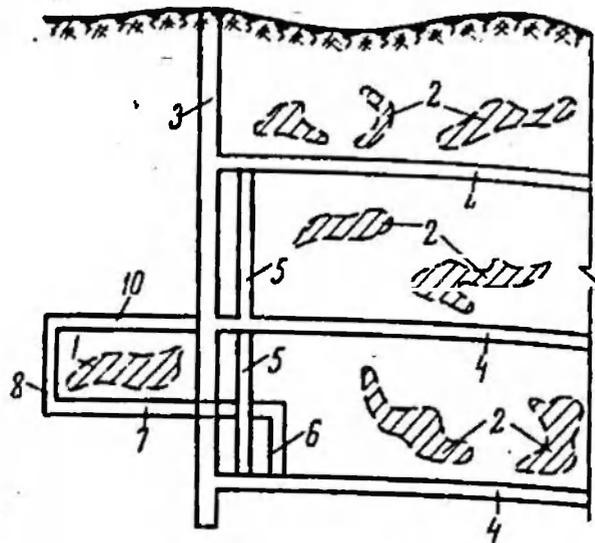
ты с проходкой расположенного ниже полевого штрека оказывается экономически невыгодной, вскрытие такой залежи может быть произведено скреперным или конвейерным уклоном (рис. 19, в). Из конца уклона проходится вентиляционный, восстающий до сбойки с полевым штреком.

При гористом рельефе и расположении небольших залежей вблизи поверхности наиболее эффективной схемой вскрытия является вскрытие штольной (рис. 19, г). Если рудное тело целиком или его часть оказывается ниже последней вскрываемой штольни, а проходка новой штольни невозможна по горногеологическим условиям или нецелесообразна по экономическим соображениям, то вскрытие производится уклоном, который оборудуется скреперной лебедкой или конвейерной установкой. Вентиляционный восстающий проходится как подготовительная выработка. Эта схема была применена, например, при вскрытии залежи № 5 месторождения 2-го Советского рудника. Нижняя часть залежи была вскрыта скреперным уклоном и отработана системой горизонтальных слоев с закладкой.

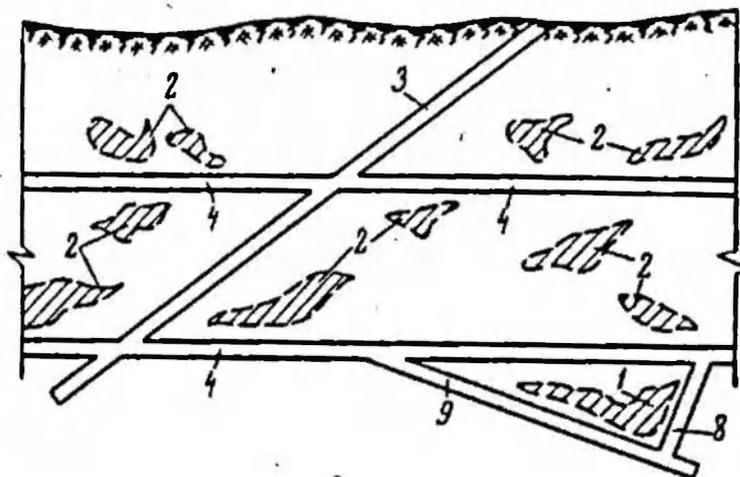
При расположении отдельных рудных тел на значительном расстоянии от основной залежи или группы рудных тел месторождения вскрытие и отработка их связаны с большими объемами горных работ. Однако экономические расчеты могут показать целесообразность ввода в эксплуатацию подобных залежей богатых руд. В качестве примера может служить отработка Сентябрьского рудного тела, которое было вскрыто двумя разведочными штольнями (рис. 20). Это рудное тело залегает на расстоянии более 1300 м от ствола шахты "Слепая" I-го Советского рудника. Наиболее удобным горизонтом месторождения I-го Советского рудника, который можно использовать в качестве основного для вскрытия этой залежи, является горизонт 188 м. Расчеты показали, что суммарные капитальные затраты на вскрытие рудной залежи с горизонта 188 м составляют около 250 тыс. руб., тогда как затраты на расширение разведочной штольни "Сентябрьская" с доведением ее поперечного сечения до размера эксплуатационного ($5,2 \text{ м}^2$), устройство резервуара для воды, площадки и навеса для передвижных компрессоров ДК-9, рудного и породного отвалов и т.д. не превысили 100 тыс. руб.



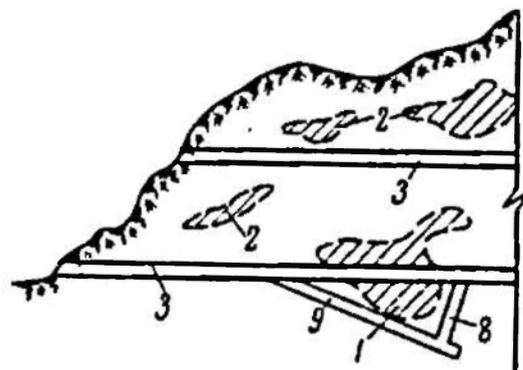
a.



b.



c.



d.

Рис.19. Схема вскрытия и подготовки отдельного рудного тела, залегающего:

а - вблизи ствола шахты, с противоположной стороны по отношению к остальным рудным телам; б - на большой глубине вблизи вертикального ствола шахты, с противоположной стороны по отношению к остальным рудным телам; в - ниже пройденного полевого штрека или штольни; г - при гористом рельефе и расположении залежи вблизи поверхности

1 - отдельное рудное тело; 2 - группа рудных тел; 3 - ствол шахты; 4 - полевые штреки; 5 - капитальные рудоспуски; 6 - вентиляционный восстающий; 7 - наклонный скреперный или конвейерный штрек; 8 - вентиляционно-ходовой восстающий; 9 - скреперный или конвейерный уклон; 10 - вентиляционная сбойка

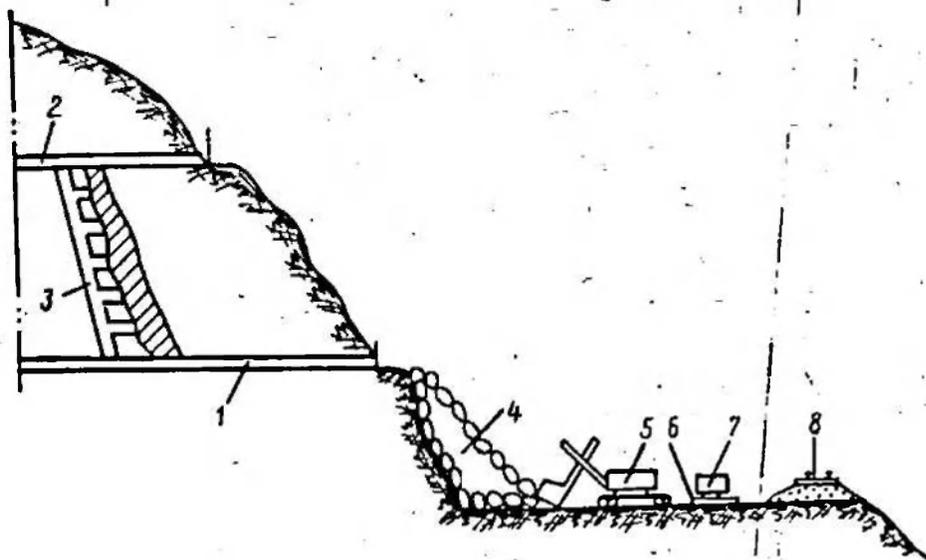


Рис.20. Схема вскрытия рудного тела Сентябрьского:

1 - штольня "Сентябрьская"; 2 - штольня "Прямая"; 3 - полевой восстающий со сбойками; 4 - рудный отвал; 5 - экскаватор; 6 - ответвление от железной дороги; 7 - вагон под погрузкой; 8 - основная железнодорожная магистраль, связывающая рудник с фабрикой

Таким образом, результаты расчетов predeterminedили штольневое вскрытие этого обособленного рудного тела. Кроме того,

при таком способе вскрытия проще и экономичнее решается и ряд других вопросов. Так, не требовалось устройство насосной станции для откачки воды, проветривание проходческих и очистных выработок велось при помощи вентиляторов местного проветривания; длина откаточных путей уменьшилась более чем в 3 раза.

Руда и порода транспортировались по штольне "Сентябрьская" электровозом 7КР-600 в опрокидных вагонетках типа ВО-5К емкостью 1 м³. Себестоимость добычи руды составила 13,28 руб/т, а суммарная себестоимость добычи и обогащения - 16,38 руб/т. Техничко-экономические показатели отработки рудного тела Сентябрьского приведены ниже.

Техничко-экономические показатели отработки рудного тела Сентябрьского

запасы руды рудного тела Сентябрьского, т	51050
Потери, %	3
Затраты на добычу всей руды, %	100
Транспортировка и переработка всей руды на фабрике, %	30
Общая стоимость металлов, содержащихся в концентрате, %	440
Прибыль, полученная за вычетом затрат на добычу и обогащение руды, %	310
Рентабельность разработки, %	289

Результаты технико-экономического расчета показывают высокую рентабельность отработки отдельных рудных тел, расположенных на большом расстоянии от основных рудных тел месторождений, как следствие высокого содержания в руде металлов и выборе рационального варианта вскрытия рудных тел.

Эффективность подготовки отдельных залежей колеблется в значительных пределах в зависимости от того, на какой высоте от откаточного горизонта находится рудная залежь. В том случае, когда месторождение представлено только небольшими рудными залежами, эффективность подготовки возрастает в 2-3 раза при вскрытии залежи непосредственно откаточным горизонтом или при

залегании рудного тела на небольшой высоте от откаточной выработки.

Эффективность вскрытия и подготовки месторождения будет тем выше, чем больше рудных тел будет расположено в непосредственной близости от откаточных горизонтов. Примером особенно хорошей разведанности и вскрытия рудного тела непосредственно выработками откаточного горизонта является центральная и северо-западная части пластообразной залежи № 3 и залежи № 4 2-го Советского рудника.

Удельный объем подготовительных работ на 1000 т добытой руды составил: для центральной части - 7,1 м, для северо-западной части - 6,9 м, для пластообразной залежи № 4 - 8,2 м; удельный объем нарезных работ составил соответственно 5,3 м³, 7,7 м³ и 6,5 м³.

При отработке небольших рудных тел с различной глубиной залегания обычные методы расчета высоты этажа или установление ее по аналогии с другими месторождениями не приемлемы. Еще более осложняется выбор высоты этажа в том случае, когда месторождение представлено не только многочисленными небольшими рудными телами, но и крупными рудными телами с длиной по падению и простиранию в сотни метров.

В отдельных случаях, когда на одном и том же месторождении имеется несколько групп рудных тел, расположенных на разной глубине, высота этажа может колебаться в широких пределах. При этом вскрытие основных групп рудных тел целесообразно производить самостоятельными откаточными горизонтами. На рис. 21

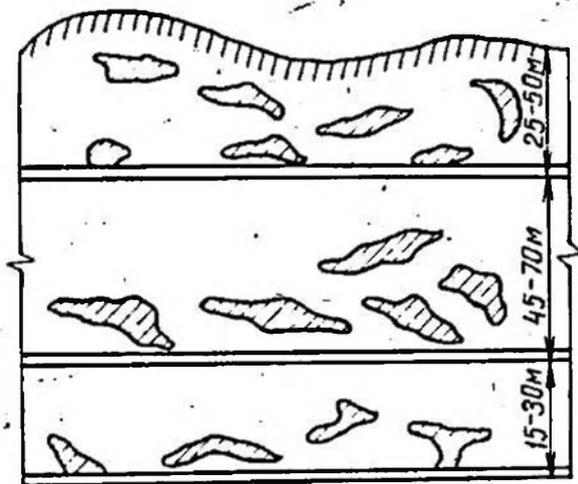


Рис. 21. Вскрытие месторождения при групповом расположении небольших рудных тел

приводится возможная высота этажей с учетом группового расположения залежей в вертикальной плоскости. Такая схема расположения откаточных горизонтов (с разной высотой этажа) значительно сокращает количество подготовительных выработок и обеспечивает высокую эффективность подготовки не только отдельных групп залежей, но и каждого рудного тела.

Подобная схема вскрытия рудных тел имеет большое преимущество — дает возможность быстро ввести в эксплуатацию необходимое количество рудных залежей и в минимально короткие сроки достичь максимальной производительности рудника.

Реконструкция шахтных стволов в связи с ростом добычи руды

После сдачи месторождения в эксплуатацию добыча руды на рудниках обычно достигает проектной величины через два-три года, и как правило в течение последующих пяти-шести лет идет дальнейшее наращивание мощностей. Часто годовая производительность рудника увеличивается за сравнительно короткий срок и в 1,8-2 раза превосходит проектную. Это обусловлено простом запасов руды в последующие годы в результате доразведки месторождений. На нижних горизонтах месторождений содержание металлов в руде обычно снижается, что также требует увеличения производственной мощности предприятий для поддержания на прежнем уровне объема добываемых металлов.

Значительное увеличение добычи руды при вскрытии месторождения вертикальными стволами обеспечивается путем реконструкции рудничного подъема, подземного и поверхностного транспорта.

Увеличить производительность рудничного подъема можно в результате увеличения либо емкости скипов, либо скорости подъема. В обоих случаях обычно необходима замена существующей подъемной машины более мощной. Иногда реконструкция связана не только с заменой существующих подъемных сосудов (скипов, клетей) сосудами с большей емкостью, но и с увеличением сечения ствола шахты или даже о проходкой нового. В основном такое положение наблюдается на рудниках с годовой производитель-

ности 100-500 тыс. т руды, подъемные машины на которых в большинстве случаев не имеют резерва производительности.

Реконструкция подъемных установок на ряде рассматриваемых рудников показала, что капитальные затраты увеличились по сравнению с первоначальными затратами (на проходку стволов шахт и оборудование их подъемными установками) в среднем на 20-25%.

Анализ работы предприятий с годовой добычей до 500 тыс. т руды в год при разработке месторождений с весьма сложными геологическими условиями залегания показал, что проектирование их мощностей необходимо вести с учетом коэффициента резерва 1,3-2,5. Выбор коэффициента резерва производится в зависимости от проектной мощности рудника и имеющегося прогноза обеспеченности годового прироста запасов руды (табл.2).

Реконструкция шахтного подъема, углубка, полная или частичная замена вышедшей из строя крепи и армировка ствола отражаются на работе рудника. Иногда эти работы связаны с полной остановкой подъема горной массы, поэтому они должны производиться в возможно краткие сроки.

Т а б л и ц а 2

Коэффициенты резерва производственной мощности

Проектная производительность рудника по руде (P_p), т	Прогноз обеспеченности годового прироста запасов руды, % от P_p	Коэффициент резерва производственной мощности
До 100000	50-100	1,3
100000-200000	70-100	1,5
200000-300000	80-100	1,7
300000-400000	100	2,0
400000-500000	100	2,5

Если реконструкция связана с заменой подъемной машины, то для ускорения работ при вскрытии слепым стволом часто проходят новую машинную камеру, ходок и шкивную камеру. В некоторых олу-

чаях новую шкивную камеру не проходят, а используют старую. В этом случае шахтный подъем останавливают только на время, необходимое для монтажа новых шкивов или перестановки старых. При этом сбойка нового канатного ходка со старой шкивной камерой требует усиленного крепления сопряжений.

Если необходимо изменить расположение машинной камеры и геологические условия позволяют, то шкивную камеру проходят выше существующей камеры, оставляя между ними 2,5-5-м целик. Сбойку копровой части ствола с новой шкивной камерой не производят, а в оставленном целике бурят две скважины диаметром 100-150 мм для пропуска через них канатов (рис. 22, а). Кровля старой шкивной камеры закрепляется специальной крепью. Шкивная камера сбивается копровой частью ствола ходком минимального сечения (IхI,5 м).

Способ проходки новой шкивной камеры с оставлением целика имеет следующие преимущества: узел сопряжения копровой части ствола со шкивной камерой не требует усиленной крепи; нет необходимости в дополнительном креплении шкивной камеры; подшкивные балки укладываются на целик, что упрощает их конструкцию; монтаж подшкивных балок и шкивов производится без остановки добычи руды с нижних горизонтов.

Несмотря на некоторое увеличение объема горных работ (на 15-30 м³), вызванное увеличением длины канатного ходка, способ проходки новой шкивной камеры с оставлением целика позволяет ускорить ввод в эксплуатацию рудничного подъема и может быть рекомендован к широкому применению.

При крепости известняков 10-12, в которых была пройдена новая шкивная камера на руднике "Верхний", толщина оставляемого целика была принята равной 2,8 м.

При реконструкции подъема, связанной с увеличением емкости скипов, приходится прибегать к расколке существующего сечения слепого ствола до необходимых размеров. Эта работа является одной из самых трудоемких, требует больших капитальных затрат, занимает много времени и связана с полным прекращением добычи руды с нижних горизонтов.

Если подъемные сосуды не размещаются в соответствующих отделениях существующего ствола, т.е. нарушаются требования ЕПБ в отношении соблюдения зазоров и размеров, то при устой-

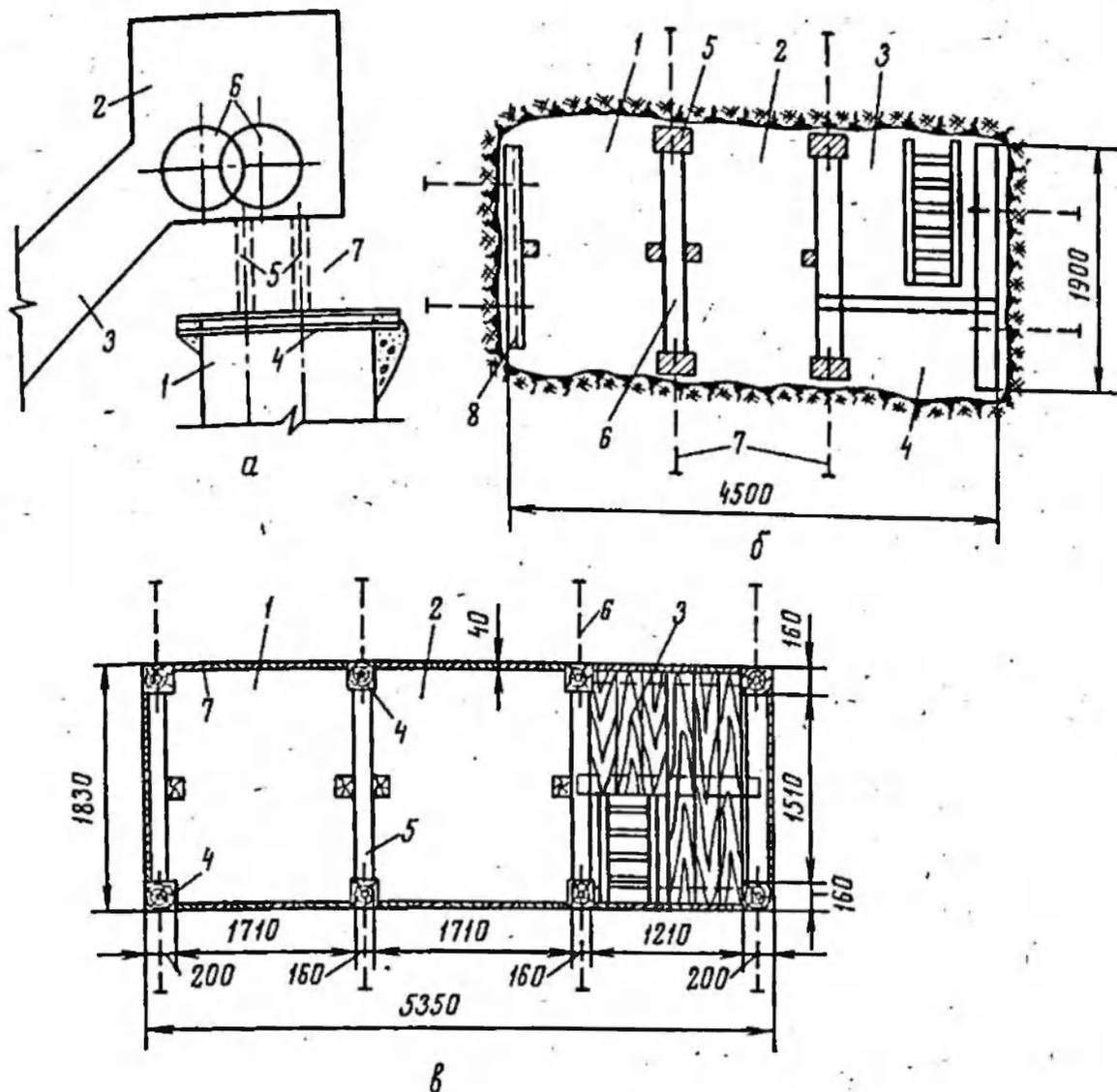


Рис.22. Реконструкция шахтного подъема:

а - схема расположения шкивных камер после реконструкции:

1 - существующая шкивная камера; 2 - новая шкивная камера; 3 - канатный ходок; 4 - двутавровые балки; 5 - скважины для пропускания канатов; 6 - шкивы; 7 - целик между шкивными камерами.

б - сечение ствола в четыре отделения после реконструкции:

1 - скиповое отделение; 2 - клетевое отделение; 3 - лестничное отделение; 4 - трубо-кабельное отделение; 5 - вандрут; 6 - расстрел; 7 - железобетонная штанга; 8 - балка для крепления проводника

в - сечение ствола в три отделения после реконструкции:

1, 2 - скипо-клетевые отделения; 3 - лестничное отделение; 4 - вандрут; 5 - расстрел; 6 - железобетонная штанга; 7 - набрызг-бетонное крепление

чивых породах ствол шахты освобождают от крепи, и в этом случае новая армировка ствола должна включать в себя детали, которые одновременно являются и элементами крепи (вандруты, расстрелы), поддерживающими стенки выработки. Общий вид армировки такого ствола для скипа 1,05x1,05 м емкостью 1 м³ и клетки 1,35x1,35 м на шесть человек показан на рис.22,б. Реконструкция и эксплуатация ствола без крепления требуют тщательного контроля за состоянием стенок, оборки заколов, а при необходимости — установки штанговой крепи с затяжкой металлической сеткой.

При реконструкции шахтных стволов на глубине более 300 м от дневной поверхности часто встречаются зоны повышенного горного давления, вызывающего отслоения со стенок ствола шахты плит иногда значительных размеров. Отслоения чаще происходят в околоствольных дворах и прилегающих к ним камерных выработках шириной более 3,5 м. Вывалы плитчатой формы достигают размеров 0,8x0,5x1,0 м. Проявление горного давления заметно ослабевает в горизонтальных выработках через два-три месяца, а в шахтных стволах к этому времени прекращается полностью. Поддержание стенок и кровли на таких участках должно производиться железобетонной штанговой крепью в сочетании с набрызг-бетоном. Общий вид сечения ствола шахты, закрепленного при помощи железобетонных штанг в сочетании с набрызг-бетоном, приводится на рис.22,в.

Если при замене подъемных сосудов зазоры уменьшаются до 3-6 см с каждой стороны, то при устойчивых и средней устойчивости породах можно рекомендовать замену старой крепи на новую с уменьшенным сечением брусьев. Это мероприятие значительно сократит продолжительность остановки подъема по сравнению с производством раскоски ствола. Но для его осуществления необходимо согласование с Госгортехнадзором.

Практика крепления и перекрепления стволов шахт при применении подвесной деревянной крепи показала, что случаев увеличения давления на крепь в сравнительно устойчивых породах не наблюдается даже при глубине отвода до 500-550 м. Поэтому уменьшение сечения брусьев крепи на 15-30% по сравнению с принятым не отражается на условиях безопасной эксплуатации стволов шахт.

Так, в стволе шахты "Слепая-1" на руднике "Верхний" глубиной более 500 м; пройденном в известняках средней крепости и устойчивости (коэффициент крепости 10-12), брусья подвесной крепи размером 20x20 см из лиственницы были заменены брусьями размером 16x20 см. Последовательное перекрепление ствола участками по 50 м показала устойчивость его стенок по всей глубине. Наблюдались незначительные отслоения известняков плитками максимальным размером 5x12 см и толщиной 1-2 см, что можно объяснить плохой оборкой стенок ствола в период проходки. В подобных условиях при глубине ствола шахты 500-600 м возможно уменьшение сечения брусьев подвесной крепи до 15x15 см. В период углубки стволов на глубине 500-800 м от дневной поверхности на руднике "Верхний" наблюдалось незначительное отслоение известняков со стенок стволов шахт "Слепая-2" и "Слепая-3". Однако спустя 1,5-2 месяца отслоение пород полностью прекратилось.

При разработке рудных месторождений чаще всего стволы шахт закладываются в сравнительно устойчивых породах. При таких породах можно отказаться от применения временной крепи при углубке шахтных стволов, возводя по мере углубки сразу постоянную крепь.

При средней устойчивости пород в качестве временной крепи следует применять железобетонную штанговую крепь. При этом создаются наиболее благоприятные условия для увеличения скорости проходки; затраты на крепь, по сравнению, например, с деревянной временной крепью, уменьшаются на 15-35%, а скорость сооружения готового ствола увеличивается в 1,8-1,7 раза.

Проходка вертикальных шахтных стволов

Способ проходки стволов шахт в устойчивых породах сверху вниз характеризуется применением большого количества разнообразного оборудования. Способ проходки вертикальных стволов шахт снизу вверх сразу на полное сечение (рис.23) прост, значительно повышает производительность труда и снижает стоимость проходки 1 м ствола. Но такой способ проходки применим лишь в тех случаях, когда несколько стволов шахт проходятся в определенной последовательности.

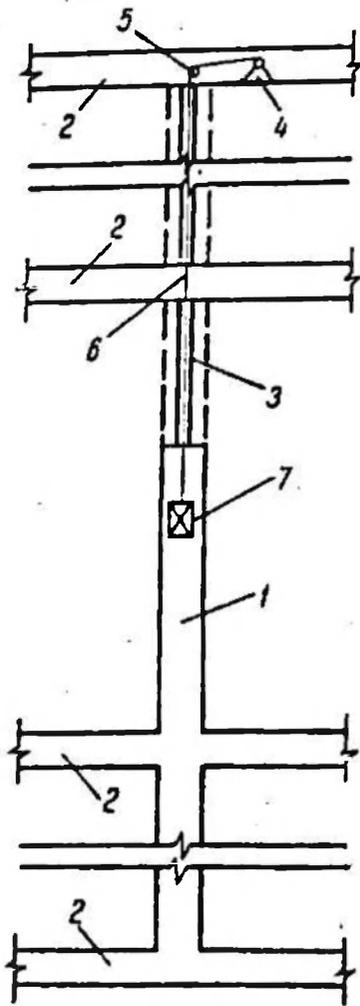


Рис.23. Схема проходки вертикальных стволов шахт снизу вверх полным сечением:

1 - ствол шахты; 2 - околоствольный двор; 3 - скважина; 4 - подъемная лебедка; 5 - шкив; 6 - подъемный канат; 7 - подвесная клеть

Так, при вскрытии месторождений двумя-тремя шахтными стволами один из стволов проходится обычным способом сверху вниз. После проходки этого ствола его во всех случаях сбивают подходной выработкой о место расположения второго и третьего стволов. Второй и третий стволы проходятся с подвесной клетки на полное сечение снизу вверх о последующим креплением. При этом проходка стволов возможна сразу на всю глубину разработки месторождений при достаточно устойчивых породах. Уборка породы от проходки ствола производится на нижнем горизонте погрузочной машиной, скреперной лебедкой или через временно устанавливаемый бункер небольшой емкости о лком.

При менее устойчивых породах проходка может осуществляться поэтапно с временной остановкой проходки ствола на период крепления неустойчивых участков.

Проходка шахтного ствола снизу вверх полным сечением требует предварительного бурения по оси ствола скважины диаметром 150-200 мм. Скважина необходима для пропуска подъемного каната проходческой клетки, образования вруба и проветривания забоя ствола после производства взрывов.

Для подъема и спуска подвешенной клетки на поверхности шахты или на вышележащем горизонте устанавливается подземная лебедка. Способ проходки вертикальных стволов шахт снизу вверх полным сечением увеличивает скорость проходки, по сравнению с проходкой сверху вниз, в 2-3 раза, повышает производительность труда на 30-70% и снижает стоимость готового ствола на 20-30%.

Подготовка рудничных полей на основных горизонтах

Подготовка рассматриваемых месторождений на основных горизонтах комбинированная и заключается в проведении этажных штреков и ортов, которые являются основными подготовительными выработками. Число откаточных штреков колеблется в широких пределах и зависит от количества и расположения вскрываемых на горизонте рудных залежей. Количество ортов зависит от длины рудных залежей по простиранию, принятой системы разработки и составляет 3-8, а иногда и больше.

В пологопадающих рудных залежах подготовка этажными откаточными штреками производится в рудном теле (рис.24,а), или во вмещающих породах (рис.24,б), или во вмещающих породах и в рудном теле (рис.24,в), при необходимости в сочетании с заездами-квершлагами (рис.24,г).

При пологопадающих рудных телах, особенно когда ширина залежи по падению превышает 30-40 м, количество выемочных блоков увеличивается, и в этом случае соединение этажных штреков ортами не только упрощает схему вентиляции, но и создает лучшие условия для независимой работы в любом из блоков. Погрузка руды, разгрузка материалов и оборудования производятся в ортах. При наклонных или крутопадающих рудных телах, мощность которых сравнительно невелика, способ подготовки прост

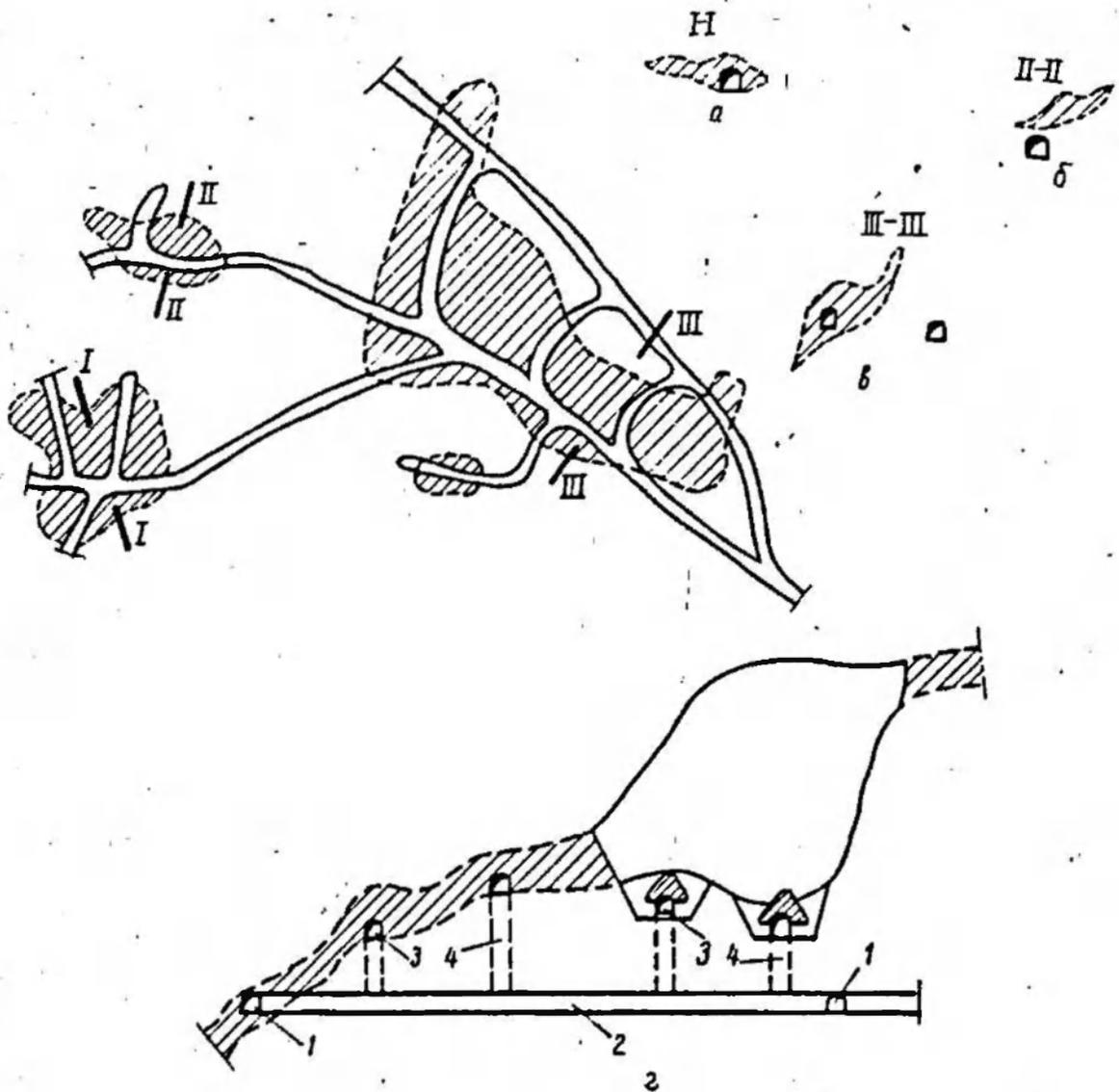


Рис.24. Схема подготовки рудных тел 2-го Советского рудника
этажными штреками и ортами:

а - расположенными в рудной залежи; б - расположенными во вмещающих породах; в - расположенными в рудной залежи и во вмещающих породах; г - в сочетании с звездами-квершлагами:

I - этажные откаточные штреки; 2 - звезд-квершлаг для загрузки вагонеток; 3 - скреперные штреки; 4 - рудоспуски

и заключается обычно в проходке одного этажного откаточного штрека по рудной залежи (рис.25,а) или, в зависимости от устойчивости вмещающих пород, в лѣжачем или в висячем боку рудной залежи о горизонтом скреперования руды или с погрузкой ее в звездах погрузочными машинами (рис.25,б).

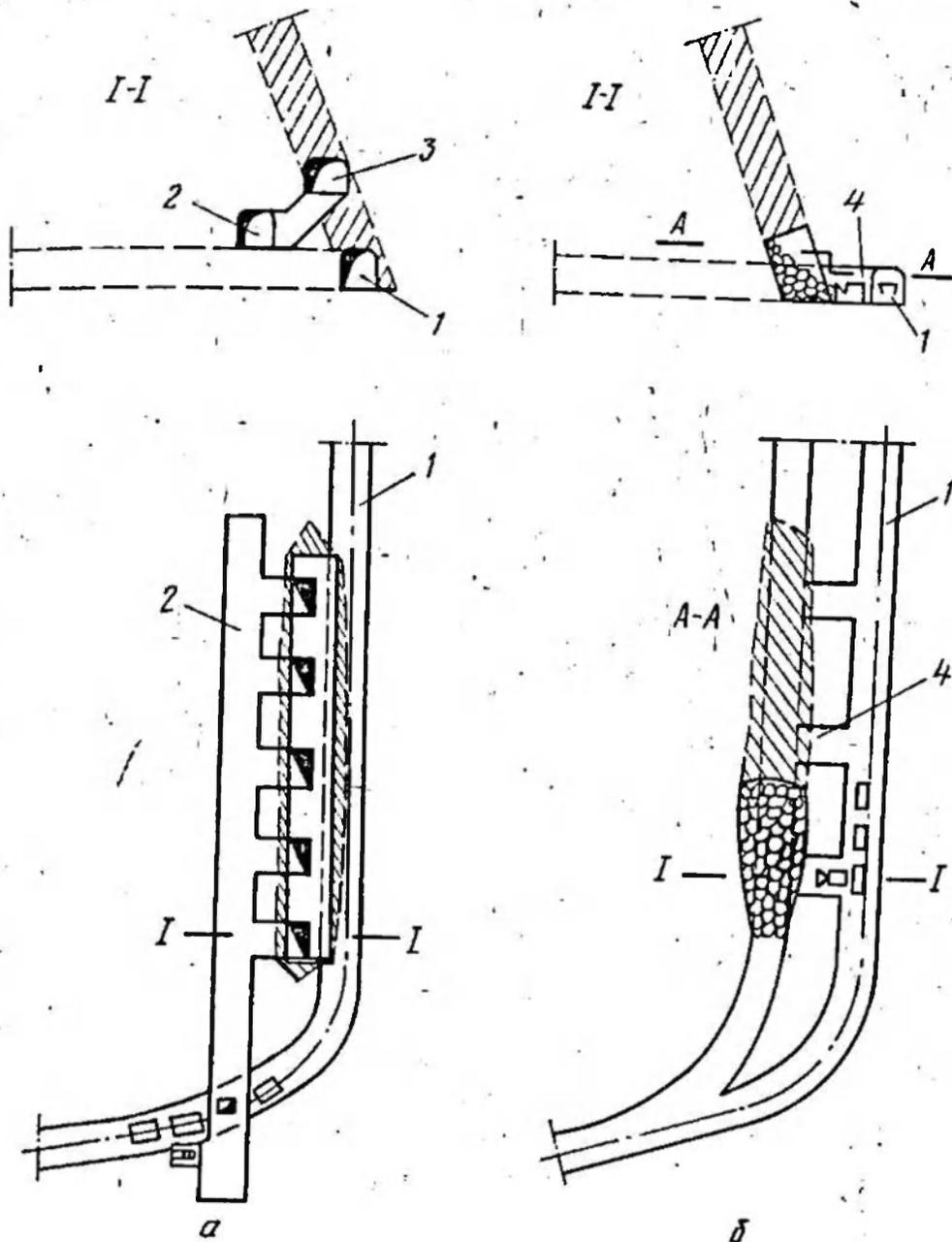


Рис.25. Схема подготовки крутопадающих рудных тел небольшой мощности:

а - вариант со скреперным штреком; б - вариант с заездами для погрузочной машины

I - этажный откаточный штрек; 2 - скреперный штрек; 3 - штрек подсечки; 4 - заезд для погрузки руды погрузочной машиной

При относительно больших запасах руды на обрабатываемом горизонте, устойчивых рудах, средней устойчивости и неустой-

чивых вмещающих породах целесообразнее вести подготовку с расположением выработок в рудном теле. Оставляемые при этом запасы руды во временных целиках, по сравнению с запасами рудной залежи или с запасами во всех залежах горизонта, обычно невелики и не превышают 1-3,5%.

Потери руды при погашении таких целиков незначительны, а главное, поддержание откаточных и вентиляционных выработок при большом сроке существования горизонта значительно упрощается. Кроме того, при расположении этажных выработок в рудном теле затраты на их проходку частично окупаются добычей при этом рудой, что также является важным фактором. К тому же проветривание выработок при такой схеме подготовки упрощается.

Способы снижения воздействия горного давления

Значительная часть разведочных и эксплуатационных горных выработок на рудниках проходится в монолитных, сравнительно устойчивых породах. Большинство их на верхних эксплуатационных горизонтах рассматриваемых месторождений пройдено без крепления; крепятся лишь участки, приуроченные к тектоническим нарушениям, устья штолен и частично околовольные дворы. В настоящее время горные работы ведутся на глубине свыше 800 м, а на рудниках "Верхний", "2-й Советский", "1-й Советский", "Приморский" и ряде других - на глубине от 450 м до 800 м от дневной поверхности. В связи с продолжающейся пониженением горных работ в выработках стало заметно проявляться горное давление.

Разрядка горного давления проявляется характерным треском пород (в основном известняков), которое сопровождается последующим отслоением и съездами кусков и плит различных размеров и форм. Отслоение происходит настолько интенсивно, что при проходке забоя в течение нескольких дней кровля выработки принимает ярко выраженную овальную форму.

В связи с этим проходка околовольных выработок, особенно при еечении более 6,0 м, ведется форсированным методом.

Для поддержания кровли камер и выработок околовольного двора применяют штанговую крепь в сочетании с набрызг-бе-

тоном, штанговую крепь с затяжкой кровли металлической сеткой, а на отдельных участках о шириной выработки более 4 м, где наблюдаются наибольшие отслоения и вывалы пород, применяют подхваты из швеллера № 12-14 в сочетании с металлической сеткой.

На основании натуральных наблюдений и последующих замеров было предложено ввести на рудниках расчетный метод определения устойчивой формы кровли для всех выработок, проходимых на нижних горизонтах, где наблюдается усиление горного давления. Новая овальная форма кровли обеспечивает ее устойчивость и безопасность при дальнейшей эксплуатации выработок без крепления. Были предложены формы выработки, радиус закругления свода кровли которой должен определяться по формуле:

$$R = \frac{B}{K},$$

где $K = 2-2,5$ - коэффициент увеличения овального свода горной выработки;

B - ширина выработки.

При ширине камерных выработок до 4 м следует принимать $K = 2$, свыше 4 м - $K = 2,5$.

Величина радиуса свода R с учетом коэффициента K определяется следующим образом. Через центры окружностей 2, образованных боковыми радиусами первоначального свода, проводится линия 3. Определяемый центр нового свода 4 будет находиться на вертикальной оси выработки, на 500 мм ниже точки пересечения ее с линией, соединяющей центры 2 (рис.26).

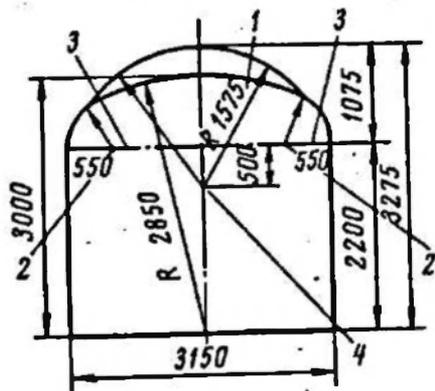


Рис.26. Графический метод построения устойчивого свода выработки

В соответствии с предложенными расчетным и графическим методами построения при проходке были изменены форма и размеры сводов всех выработок. Правильность выбранных параметров в настоящее время подтверждается удовлетворительным состоянием этих выработок.

Мероприятия по повышению концентрации горных работ

Опыт разработки рассматриваемых месторождений показывает, что основными причинами, вызывающими деконцентрацию горных работ, являются сложность горногеологических условий, отсутствие необходимого высокопроизводительного горного оборудования для очистной выемки и, в ряде случаев, несовершенство планирования.

Разбросанность небольших рудных залежей в рудничном поле, большие расстояния между ними, изменчивость элементов залегания, сложные формы рудных тел и неравномерное распределение полезных компонентов в них обуславливают трудности детальной разведки месторождений.

В связи с этим часто приходится вести эксплуатацию по всей площади рудничного поля и одновременно на нескольких этажах. В ряде случаев это усугубляется неточной предварительной оценкой запасов руды.

Неравномерное распределение металлов в отдельных залежах, а также в целом по месторождению с глубиной разработки затрудняет добычу руды с постоянным остатком полезных компонентов и вызывает необходимость эксплуатации большого количества блоков для усреднения руды.

Интенсивность отработки залежей во многих случаях снижается по следующим причинам:

при отработке жильных тел встречаются тонкие прожилки и участки с тектоническими нарушениями;

более крупные пласто- и линзообразные залежи оказываются расчлененными разломами, крупными трещинами на отдельные геологические блоки.

Все это значительно усложняет горные работы и вызывает необходимость увеличения объемов и продолжительности работ по вскрытию и подготовке рудных залежей.

Отсутствие на рудниках малогабаритного самоходного бурового и погрузочно-доставочного оборудования, небольших бульдозеров отрицательно сказывается на интенсивности очистной выемки.

Весьма неравномерное распределение металлов в месторождении вызывает ошибки в планировании их содержания в добытой руде. Для выполнения плана по содержанию металлов в период эксплуатации иногда приходится перестраивать структуру очистных работ — закрывать очистные забои в одних залежах и открывать новые в других, расположенных часто на выше- или нижележащих этажах, что вызывает значительную деконцентрацию горных работ.

Для повышения концентрации горных работ необходимо осуществить следующие мероприятия:

улучшить качество разведочных работ, особенно на стадии детальной разведки, с целью повышения точности исходных геологических данных для обеспечения оптимальной трассировки выработок при проектировании и правильного планирования качества добываемой руды;

усовершенствовать управление и организацию ведения горных работ путем использования сетевых графиков и электронно-вычислительной техники для их обработки с целью выбора оптимальных вариантов очередности подготовки, нарезки и очистной выемки блоков;

повысить уровень механизации горных работ, внедрить новое высокопроизводительное оборудование на очистных работах, что увеличит интенсивность очистной выемки.

Все указанные мероприятия способствуют планомерной обработке месторождений с выдачей руды усредненного качества при достаточно высоком уровне концентрации горных работ.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-НАРЕЗНЫЕ РАБОТЫ И СПОСОБЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫРАБОТОК

Подготовительные и нарезные выработки, удельный объем и продолжительность их проведения

К подготовительным выработкам на рассматриваемых месторождениях относят этажные штреки, орты, восстающие и другие выработки сравнительно небольшой длины (ходки, сбойки и т.д.), которые являются ходовыми, вентиляционными, вентиляционно-ходовыми или служат для доставки материалов и оборудования.

Наиболее распространенные сечения: откаточные штреки и орты — 5–10 м²; скреперные штреки и орты — 4–6 м²; восстающие — 4–9 м².

К кубажным подготовительным работам относятся все работы, связанные с раскоской перечисленных выше выработок, и кроме того, при системе с магазинированием руды к этому виду работ относится разделка выпускных воронок в том случае, когда они проходятся по породе.

К нарезным выработкам относят разрезные восстающие, подэтажные, слоевые штреки и орты, дучки, заходки и выпускные воронки, пройденные по руде, а при системах с магазинированием руды — подэтажные штреки (орты).

Количество и расположение подготовительных выработок зависят от геометрической формы и степени разведанности рудного тела. Так, изометрические рудные залежи, которые имеют примерно одинаковые размеры в различных направлениях (штоки, гнезда, рудные трубы), или сравнительно выдержанные по мощности пластообразные залежи и линзы требуют небольшого объема подготовки. Сложные залежи (штокверки, сложенные жилы) всегда требуют большего количества подготовительных и нарезных выработок.

Кроме того, при отработке небольших рудных залежей удельный объем подготовительных и нарезных работ (на 1000 т готовых к выемке запасов) возрастает и зависит в основном от размеров, геометрической формы и расположения залежи по отношению к откаточному и вентиляционному горизонтам.

В табл.8 приведены показатели удельных объемов подготовительных и нарезных работ на рассматриваемых месторождениях в зависимости от применяемых систем разработки.

Удельный объем и время подготовки колеблется в широких пределах. Такое колебание связано прежде всего о условиями залегания рудных тел. Так, внезапное изменение контура залежи

Т а б л и ц а 8

Удельный объем подготовительных и нарезных работ

Система разработки	Запасы руды в блоках и камерах, т	Удельный объем подготовки			Ватраченное время, мес.	
		подготовительные работы, м	нарезные работы, м ³	кубажные подготовительные работы, м ³	подготовка	отбойка и выпуск руды
Сплошная	6000	27,5-49	10-18	-	2,5-6	8-7
Камерно-столбовая	18000	18-87	4,5-8	-	2,5-6	6-18
Потолкоуступная о распорной крепи	4000	84-55	20-30	-	3-7	2,5-5
Почвоуступная . .	18000	17-46	27-44	-	2,5-5	7-18
Подэтажными штреками (ортами) . .	9000	23-41	13-22	30-43	3-6	2-7
С магазинированием с отбойкой руды из очистных забоев (мелкошуровая отбойка) . .	9000	23-41	13-22	30-43	3-5	2-8
С магазинированием с отбойкой руды из подготовительных выработок глубокими скважинами	9000	21-40	13-22	30-43	3-6	1,5-7
Горизонтальными слоями с закладкой	18000	10-20	9-17	-	2-5	8-20
Слоевого обрушения	4500	25-84	-	-	2-4	4,5-9
Подэтажного обрушения	6000	16-85	-	-	2-3	4-7

(выколачивание, "залпы", пережимы и т.д.) часто требуют дополнительных объемов подготовки.

Содержание металлов в отбитой руде также влияет на продолжительность отбойки и выпуска руды. Так, подготовка более богатой металлами руды проводится быстрее, а отбитая руда идет на подшихтовку бедных руд в больших объемах, чем это иногда предусматривается планом.

Схемы подготовительно-нарезных работ и их эффективность

Небольшие рудные залежи со сложной конфигурацией требуют больших объемов подготовки.

Отработка небольших рудных тел на рассматриваемых месторождениях производится в основном сплошной и намерно-столбовой системами или системой с магазинированием руды.

Ниже приведены наиболее типичные схемы подготовительно-нарезных работ при разработке пластообразных залежей и небольших рудных тел жильного типа.

Схема подготовки пластообразного рудного тела, залегающего выше откаточного горизонта, с размерами по простиранию до 80-100 м, по падению - до 30-50 м, средней мощностью до 5 м (рис. 27, а) заключается в проходке откаточного штрека двух фланговых восстающих, проводимых до вентиляционного горизонта, скреперного штрека с нишей для установки скреперной лебедки и рудоспуска. Ниша для скреперной лебедки соединяется с фланговым восстающим вентиляционно-ходовой сбойкой. При больших размерах рудного тела по падению уменьшение подготовительных работ достигается за счет выкрепления вентиляционно-ходового штрека обычно в верхней части очистного пространства пласта. При достаточной устойчивости пород всяческого бока залежи с такими параметрами обрабатываются сплошной системой (без разделения на блоки). Поддержание кровли в этом случае (площадь залежи составляет 3-5 тыс. м²) осуществляется путем крепления и оставления рудных изолированных целиков, регулярно или нерегулярно располагаемых в выработанном пространстве.

Учитывая сравнительно небольшую мощность залежи, фланговые восстающие могут проходиться в непосредственной близости

от контура рудного тела или даже по руде (при мощности до 2-2,5 м). В этом случае не требуется проходить от восстающих к рудной залежи вентиляционно-ходовых обоек. При проходке восстающего по руде его легко открепить от выработанного пространства распорной крепью.

Для увеличения производительности забоев в очистном пространстве таких залежей устанавливают иногда две-три лебедки.

При принятой схеме подготовки рудного тела нарезные работы отсутствуют. Однако для ускорения развития очистных работ с обоих флангов залежи к центру или в обратном направлении проходят два или один разрезной орт, проходку которых относят к нарезным работам.

Рудную залежь, приблизительно тех же размеров по падению и простиранию, но мощностью от 5 до 20 м и больше (рис. 27, б) отработать одной камерой с высокими экономическими показателями невозможно. Наряду с технологическими трудностями возникает опасность обрушения пород всячего бока. При рудах средней устойчивости и устойчивых породах всячего бока наиболее приемлемой системой разработки в таком случае является камерно-столбовая система с разделением рудного тела междукамерным ленточным целиком на две камеры.

Учитывая значительную мощность рудной залежи, фланговые восстающие целесообразно проходить по породе на расстоянии не менее 8-5 м от контура рудного тела. Подготовка такой залежи требует проходки помимо скреперных выработок двух рудоспущиков, трех восстающих, сбоек из восстающих и сбоек со скреперными штреками. Кроме того, если в дальнейшем междукамерный целик невозможно будет отработать массовым обрушением, то погашение его, например системой подэтажного обрушения, потребует дополнительной проходки подэтажных ортов. Таким образом, количество подготовительно-нарезных выработок для подготовки всего рудного тела в этом случае увеличится не менее чем в 1,5-2 раза, но будет обеспечено более высокое извлечение запасов руды.

Небольшие крутопадающие залежи средней мощности, размеры по простиранию которых в 8-7 раз больше, чем по падению, со сравнительно устойчивыми рудами и вмещающими породами отрабатываются системой с магазинированием руды (рис. 28, а). При не-

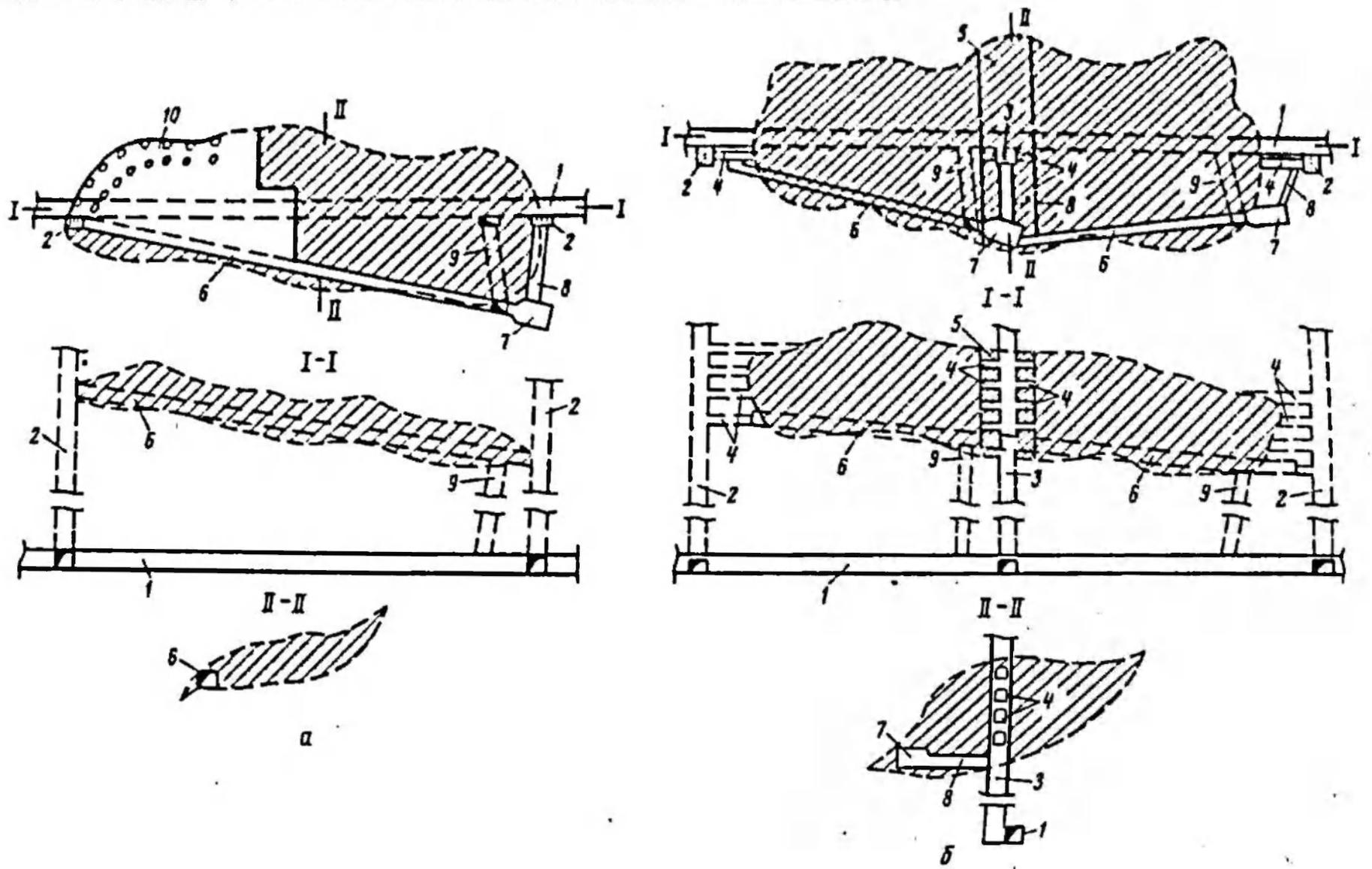


Рис.27. Схема подготовки пластообразных рудных тел:
 а - средней мощности; б - мощных рудных тел

1 - откаточный штрек; 2 - фланговый восстающий; 3 - восстающий в междукammerном целике; 4 - сбойки; 5 - междукammerный целик; 6 - скреперный штрек; 7 - ниша скреперной лебедки; 8 - вентиляционно-ходовая сбойка; 9 - рудоспуск; 10 - вентиляционно-ходовой штрек

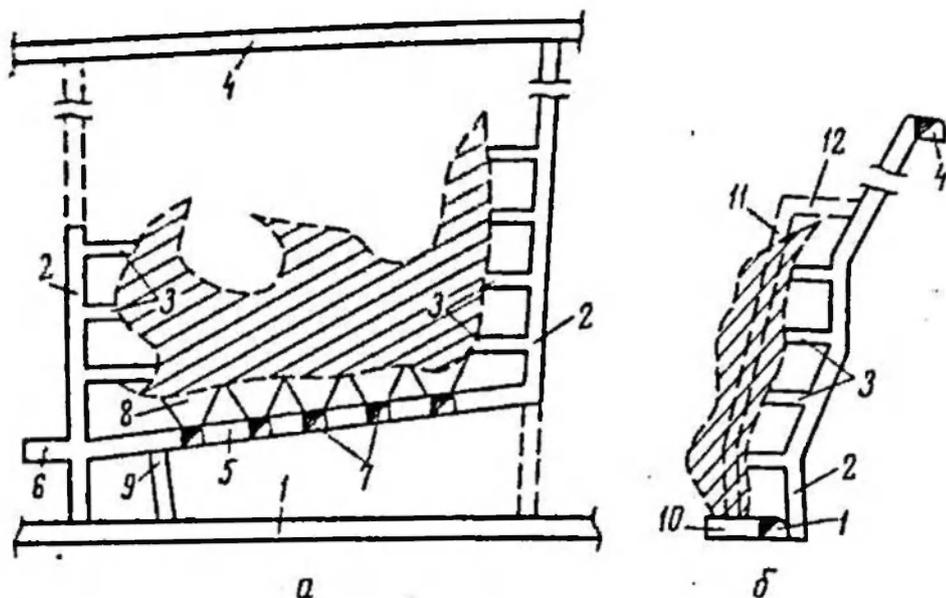


Рис.28. Схема подготовки небольших крутопадающих рудных тел:
 а - с выпуском руды в скреперные выработки; б - с выпуском руды в звезды откаточного штрака

1 - откаточный штрак; 2 - фланговые (полевые) восставдце; 3 - сбоек; 4 - вентиляционный штрак; 5 - скреперный штрак; 6 - киль скреперной лебедки; 7 - заходка под дучку; 8 - выпускная воронка; 9 - рудоспуск; 10 - звезда; II - блоковый восставдчий; 12 - вентиляционно-ходовая сбоек

--- границы участков восставдчих, которые не сбиваются с откаточным и вентиляционным горизонтами

Сложных запасах руды в залежи количество подготовительных выработок может быть сокращено в результате уменьшения длины фланговых восставдчих. Так, один из восставдчих может не проходить до вентиляционного, а второй - до откаточного горизонта. Один из рудоспусков можно не проходить, но нижняя часть флангового восставдчего должна состоять из двух отделений - ходового и рудоспускного.

Практика показала, что при проходке сбоек из восставдчего их оптимальная длина колеблется в пределах 3-5 м. Дальнейшее увеличение длины сбоек связано со значительными затратами труда.

Мощность жильных залежей и флангам как правило уменьшается, и постепенно рудное тело выклинивается. Из восставдчих,

пройденных на участках рудных тел с предельной мощностью, целесообразной для промышленной эксплуатации, обычно проходятся вентиляционно-ходовые сбойки до границы экономически выгодной отбойки руды в блоке. В этом случае сбойки используются в качестве эксплуатационно-разведочных выработок, с помощью которых устанавливается граница отбойки руды на флангах блока и уточняется допустимая ширина очистного пространства. В таких случаях необходимость увеличения длины сбоек из восстающих свыше 5 м может считаться оправданной.

При крутопадающих рудных телах жильного типа с небольшой длиной по простиранию (до 20 м) залежь подготавливается также двумя восстающими; один из них целесообразно проводить в качестве блокового (рис. 28, б). Проходка блокового восстающего дает возможность сократить объем подготовки на 7-15%. Проведение восстающего по руде частично окупает стоимость проходки, что при отработке залежей с небольшими запасами богатой руды является особенно важным.

Объемы подготовительных и нарезных работ минимальны, если рудная залежь хорошо разведана. В этом случае фланговый восстающий проводится в непосредственной близости от рудного тела. Если рудное тело вскрыто на откаточном горизонте и ниже не прослеживается, то подготовка его может быть произведена заездами из откаточного штрека. Отбитая руда из выработанного пространства выпускается на подшву откаточного горизонта и грузится в вагоны погрузочными машинами.

Упрощенная подготовка днища блока заездами сокращает объем нарезных работ, по сравнению с подготовкой по схеме с выпуском руды в скреперные выработки, на 15-25%. Основной недостаток подготовки заездами заключается в оставлении на днище блока 3-7% замагазинированной руды после полного выпуска руды. Более полный выпуск отбитой руды может быть достигнут при применении специального погрузочного оборудования (вибропитателей, скреперных лебедок со стрелой с подвешенным блочком, гидромониторов и т.д.).

В зависимости от запасов руды в залежах и их расположения между вентиляционными и откаточными горизонтами объем подготовки может быть сокращен в результате уменьшения длины фланговых восстающих.

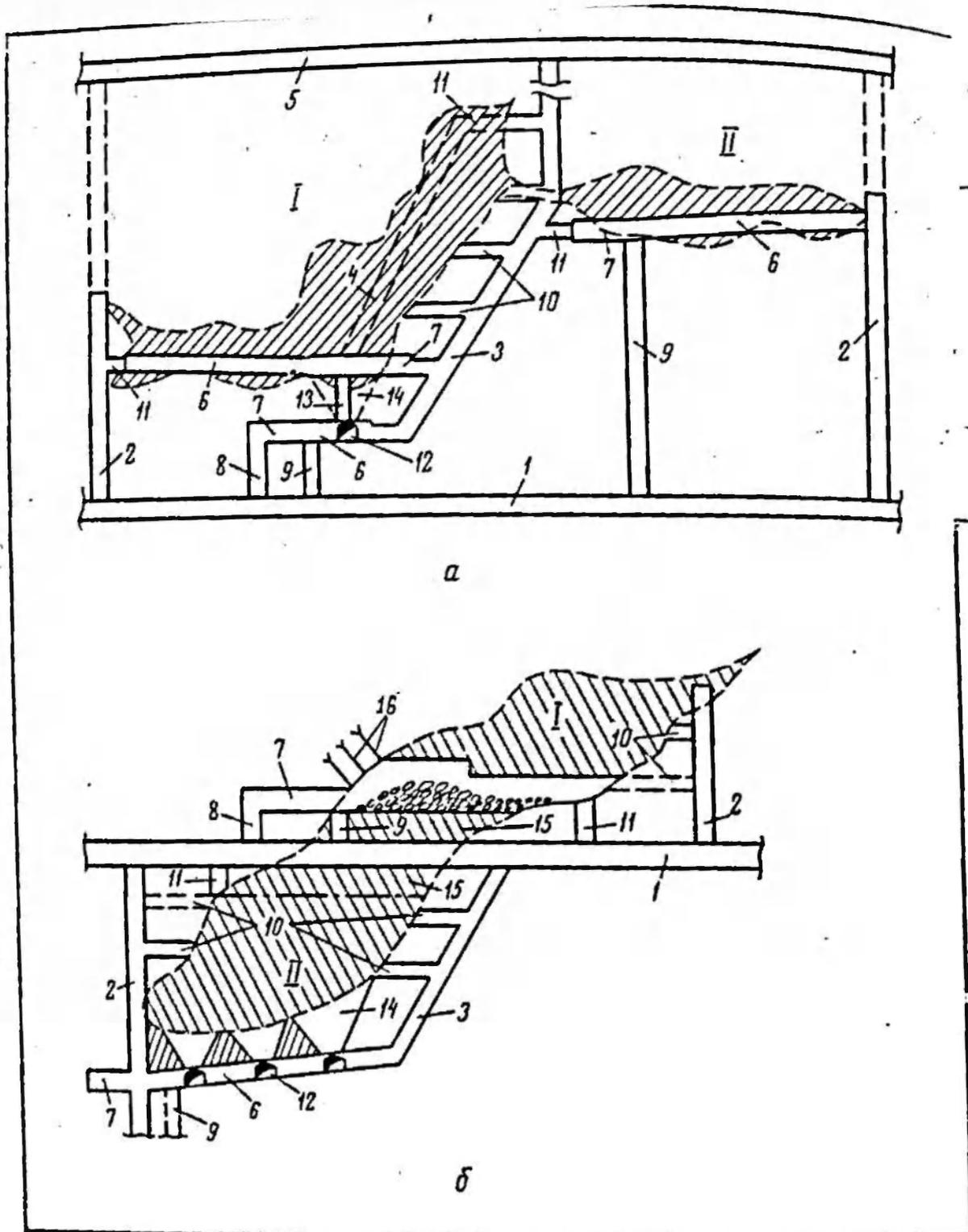


Схема подготовки оложносочлененной залежи, представленной жильным и пластообразным рудными телами, расположенными в непосредственной близости друг от друга (рис.29, а), должна выбираться с учетом возможности использования одних и тех же выработок. При равномерном распределении запасов руды по всей площади залежи направление скреперования и место проходки ру-

Рис.29. Схема подготовки рудных тел:

а - жильного (I) и пластообразного (II); б - пересеченных в средней части выработкой:

1 - откаточный штрек; 2 - фланговые восстающие; 3 - наклонный полевой восстающий; 4 - блоковый восстающий; 5 - вентиляционный штрек; 6 - скреперный штрек; 7 - ниша скреперной лебедки; 8 - ходок; 9 - рудоспуск; 10 - сбойка из восстающего; 11 - вентиляционно-ходовая сбойка (или восстающий); 12 - заходка под дучку; 13 - разрезная дучка; 14 - выпускная воронка; 15 - подштрековый и надштрековый целики; 16 - крепление висячего бока
- - - граница участков восстающих, которые не проходятся до вентиляционного горизонта

доспуска целесообразно выбирать, исходя из минимальной длины рудоспуска и удобства расположения его для загрузки вагонов на откаточном горизонте. Если угол падения лежащего бока залежи больше $5-7^{\circ}$, то направление скреперования и место проходки рудоспуска выбирают с учетом наиболее благоприятных условий доставки горной массы под уклон.

При вскрытии основных рудных тел месторождения иногда обнаруживают сопутствующие им небольшие пласто- или жильобразные залежи, которые оказываются как бы разрезанными на две части, одна из которых расположена выше (I), а вторая - ниже (II) откаточного горизонта (рис.29,б). Отработка таких залежей обычно связана со значительным объемом подготовки, большими потерями и разубоживанием руды и некоторыми затруднениями в проветривании очистных выработок.

При этом применяют три варианта подготовки залежи.

Вариант I. Большая часть рудной залежи расположена выше откаточного горизонта.

При весьма ценных рудах, залегающих ниже горизонта на расстоянии не более 6-10 м, отработку руды в нижней части залежи можно произвести сплошной системой с почвоуступным расположением забоя и скреперованием ее непосредственно на откаточный горизонт с погрузкой в вагоны через скреперный полук. Подготовительные работы в этом случае практически отсутствуют. Проветривание очистного забоя производится вентилятором частич-

ного проветривания. Выработанное пространство в дальнейшем может быть заложено породой от проходческих работ. При незначительной ценности и небольших запасах руды в нижней части залежи списывают в потери, так как ее добыча нерентабельна.

Подготовка верхней части рудного тела в обоих случаях ведется одним из способов, показанных на рис. 28, а; 29, б.

Вариант 2. Большая часть рудной залежи расположена ниже откаточного горизонта.

Подготовка нижней части залежи ведется одним из способов, показанных на рис. 28, а; 29, б. Верхняя часть рудного тела, расположенная не более чем на 4-6 м выше откаточного горизонта, может быть отработана или сразу после отработки нижней, без дополнительной подготовки, или раньше, например, сплошной системой с частичным магазинированием руды и креплением висячего бока железобетонной штанговой крепью. Надштрековый целик в этом случае не оставляется.

Вариант 3. Рудная залежь рассечена откаточным горизонтом на две приблизительно равные части. При этом верхняя часть залежи несколько выполаживается (см. рис. 29, б), что затрудняет выбор одной системы разработки для всего рудного тела.

При отсутствии возможности отработать руду верхней части (например, сплошной системой с частичным магазинированием руды) непосредственно с откаточного горизонта в зависимости от мощности рудного тела оставляется 2,5-4-м надштрековый целик. Возможность применения сплошной системы с частичным магазинированием руды и креплением висячего бока железобетонной штанговой крепью позволяет в этом случае обеспечить полноту выемки руды при минимальном объеме подготовки, которая заключается лишь в проходке флангового восстающего со сбойками, ходка, ниши скреперной лебедки, вентиляционно-ходового восстающего и рудоспуска. Руда скреперуется из очистного пространства и перепускается через рудоспуск на откаточный горизонт.

Если есть возможность отработать верхнюю часть залежи сплошной системой непосредственно с откаточного горизонта, то в этом случае оставляется подштрековый целик.

Подготовка нижней части рудного тела заключается в проходке флангового восстающего со сбойками, скреперного штрека, ниши скреперной лебедки, наклонного вентиляционно-ходового

восстающего со сбойками, вентиляционно-ходового восстающего, заходок под дучки, дучек, выпускных воронок.

Относительно небольшие запасы руды можно перепустить по рудоспускному отделению флангового восстающего; при больших запасах необходимо проходить рудоспуск (см. рис. 29, б).

Подготовка нижней части залежи при системе с магазинированием руды по сравнению с подготовкой верхней части залежи требует на 40-70% большего объема подготовительно-нарезных работ.

При оставлении любого из целиков - надштрекового или подштрекового - отработка его может быть произведена путем разбуривания шпурами или скважинами с последующим массовым обрушением на отработанную нижнюю камеру. или на замагазинированную руду.

Опыт разработки рассматриваемых месторождений показывает, что:

при одних и тех же параметрах блоков, но различной мощности залежи эффективность подготовки тем выше, чем больше мощность (при увеличении мощности залежи на I м количество подготовленных запасов руды, приходящихся на I м подготовительных выработок, повышается на 15-40%);

сгущенное расположение рудных тел на одном горизонте дает возможность использовать одни и те же вентиляционно-ходовые, скреперные, перепускные и доставочные выработки для двух-трех рудных тел, залегающих в непосредственной близости друг от друга; количество подготовительных выработок при этом относительно невелико, эффективность подготовки наиболее высокая - обычно удельный объем подготовки не превышает 5-35 м на 1000 т готовых к выемке запасов руды;

большая разбросанность небольших рудных тел на значительные расстояния друг от друга приводит к необходимости подготовки каждого из них обособленно, и в этом случае объем подготовки сравнительно велик и составляет 40-100 м, а иногда и более на 1000 т готовых к выемке запасов.

Все большая потребность в быстрейшем вовлечении в эксплуатацию таких залежей богатой руды вызывает необходимость применения новейшего проходческого оборудования (полки КПВ-1А, ^{или} ~~или~~);

машины ПНБ-3К, ППН-2; перегружатели и др.), которое позволяет увеличивать средние скорости проведения восстающих и горизонтальных выработок до 150-300 м в месяц и более. Подсчеты показали, что производительное оборудование, обеспечивая повышение скорости проходки в 1,5-2,5 раза, позволяет сократить стоимость подготовительных работ в 1,5 раза.

Таким образом, при фактическом увеличении объема подготовительных работ по отдельным рудным телам и в целом по месторождению стоимость подготовительных и нарезных работ не превышает стоимости подготовки рудных тел при скученном их расположении в недрах, когда одна и та же выработка может быть использована для двух-трех рудных тел, и при обычных способах проходки со скоростью 40-80 м на забой в месяц.

Большая пространственная разбросанность небольших залежей богатых руд, расположенных на различных высотных отметках, обуславливает целесообразность расположения вскрывающих выработок в границах рудничного поля с неодинаковой высотой этажа (см. рис. 21, б), так как при этом длина восстающих выработок (рудоспусков, вентиляционных восстающих, ходков и др.) сравнительно невелика, что существенно повышает эффективность подготовки.

В условиях небольшой разбросанности залежей относительно друг друга уменьшения количества и длины подготовительных выработок можно добиться в результате сокращения количества вентиляционных выработок, сбивающихся с верхним вентиляционным горизонтом при одновременной подготовке и отработке двух и более залежей (рис. 30, а), и совместного использования скреперной выработки, рудоспусков и вентиляционного восстающего, сбивающегося с верхним вентиляционным горизонтом при одновременной подготовке и отработке двух и более залежей (рис. 30, б).

При расположении группы залежей на значительном расстоянии от вентиляционного горизонта или дневной поверхности, когда вскрытие их произведено с откаточного горизонта, а вентиляционная выработка по экономическим соображениям не проводится, уменьшения объема подготовки можно добиться в результате проходки специальной промежуточной (сборочной) вентиляционной выработки сравнительно небольшой длины и одного вентиляционного восстающего, сбивающегося с поверхностью (рис. 30, в).

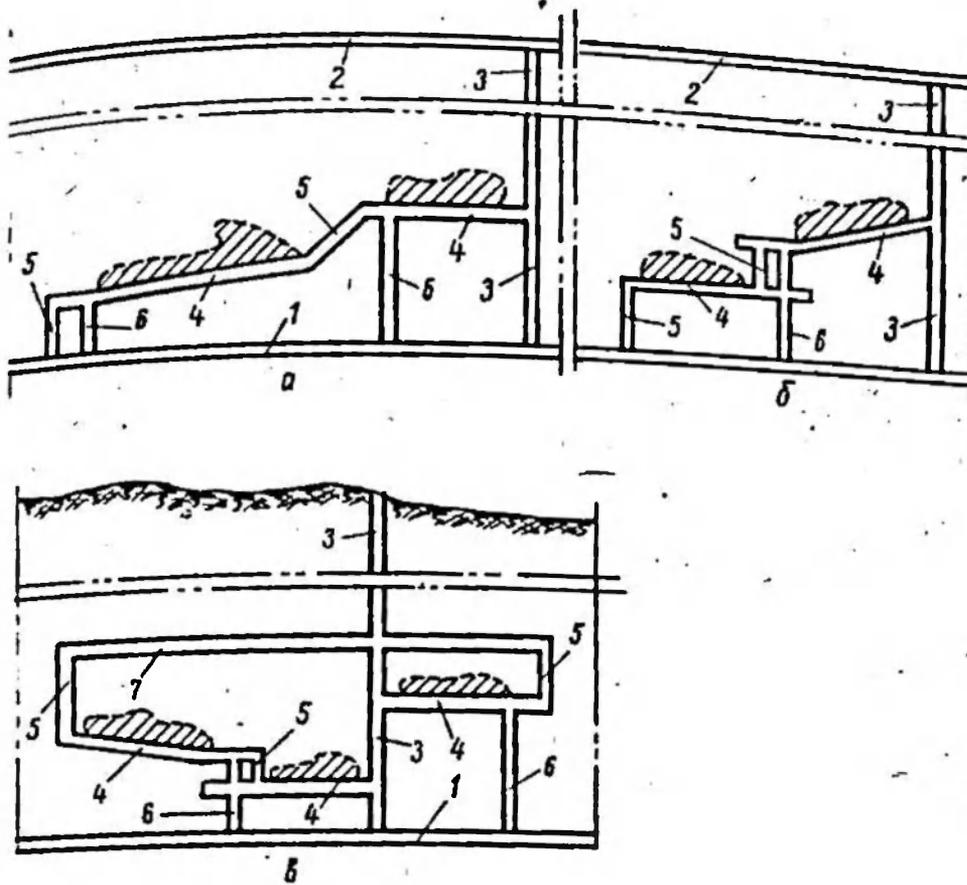


Рис.30. Эффективные схемы одновременной подготовки двух и более небольших залежей:

а - с сокращенным количеством вентиляционных выработок; б - с совместным использованием скреперной выработки, рудоспусков и вентиляционного восстающего; в - с проведением специальной промежуточной вентиляционной выработки

1 - откаточный штрек; 2 - вентиляционный штрек; 3 - вентиляционно-ходовой восстающий; 4 - скреперный штрек; 5 - вентиляционно-ходовая сбойка; 6 - рудоспуск; 7 - вентиляционный штрек промежуточного горизонта

Схемы подготовки, показанные на рис.30, являются наиболее эффективными, требуют минимальных объемов подготовительных работ, небольших затрат на доставку оборудования, материалов, отбитой руды, обеспечивают лучшие условия проветривания проходческих и очистных выработок.

Способы подготовки днищ камер и блоков

Днища камер и блоков располагают на рассматриваемых месторождениях в рудных телах или подстилающих породах.

При небольших запасах богатой руды полнота выемки с уменьшением потерь руды достигается при устройстве днища с небольшим удельным объемом подготовительно-нарезных работ в породах лежащего бока.

Выбранные типы и конструкции днищ камер и блоков должны обеспечивать высокую производительность выпуска руды из очистного пространства, безопасные условия труда и минимальную трудоемкость работ, связанных с выпуском руды.

От правильного учета всех горногеологических особенностей залежи, а также от точности расчета параметров рудовыпускных выработок днища зависит производительность не только камеры или блока, но и в целом участка или рудника. Поэтому, наряду с выбором наиболее рациональной для данных условий системы разработки, в современной практике предъявляются высокие требования к выбору соответствующей конструкции днища. Выполнение этих требований зависит не только от горногеологических условий, но и от технической оснащенности рудника новейшим высокопроизводительным оборудованием, применяемым для проведения подготовительно-нарезных выработок, отбойки, погрузки и доставки рудной массы к основным откаточным выработкам.

Только сочетанием правильно выбранной системы разработки с соответствующим типом и конструкцией днища можно обеспечить оптимальные условия отработки подготовленных к выемке запасов руды.

Устройство днища является одной из самых ответственных работ и составляет, по данным практики, от 20-30 до 40-60% от общего объема работ по подготовке камеры, блока или в целом залежи. При этом трудоемкость подготовки днища достигает 25-30% от общих трудовых затрат по системе, а доля затрат на подготовку днища в общей стоимости 1 т руды нередко доходит до 40% при небольших запасах руды.

Днища камер и блоков создаются при системах разработки с выпуском отбитой руды через систему рудовыпускных выработок, расположенных в днищах. В тех случаях, когда отбитая руда вы-

пускается через воронки, помимо подсечки рудного массива на высоту 2-2,5 м для образования днища необходима проходка ряда выработок: заходок под дучки, дучек (короткие рудоспуски) и выпускных воронок.

При выпуске руды через траншеи, расположенные в днищах, проводятся заходки на горизонте выпуска под траншейные выработки (штреки или орты), из которых бурят скважины для выпускных траншей.

Отработка пластообразных залежей богатой руды мощностью не менее 6-8 м ведется с расположением днищ в подстилающих породах, что обеспечивает высокое извлечение запасов руды при применении систем разработки подэтажными штреками и с магазинированием руды.

Средняя производительность труда бурильщика при выполнении всех проходческих работ по устройству днища мелкошпуровым способом (рис. 31, а) колеблется в пределах 5,3-8 м³/чел.-смену. Такой производительности удалось достичь благодаря применению высокопроизводительного бурового оборудования и хорошей организации труда.

Разделка воронок скважинами диаметром 67-75 мм, которые бурятся из расчета выхода их в почве разрезного штрека (орта) или на заранее выполненную подсечку, позволила увеличить производительность труда на бурении на 12-19% по сравнению с достигнутой средней производительностью. Применение этих скважин позволило сократить объем буровых работ и продолжительность проветривания.

Уменьшить трудоемкость устройства днища возможно также при наличии достаточно устойчивых вмещающих пород, позволяющих на подсечке применить глубокие скважины, а на разделке воронок-скважины штангового бурения. Производительность труда бурильщика в этом случае увеличилась на 16-31%. Вместе с тем следует отметить, что при трещиноватой руде средней крепости в результате взрывания глубоких скважин высота подсечки иногда возрастает до 3-3,5 м.

Повышению производительности труда бурильщика способствует одновременная проходка заходок под дучки и дучек со скреперным штреком. Одновременное выполнение таких работ, как подсеч-

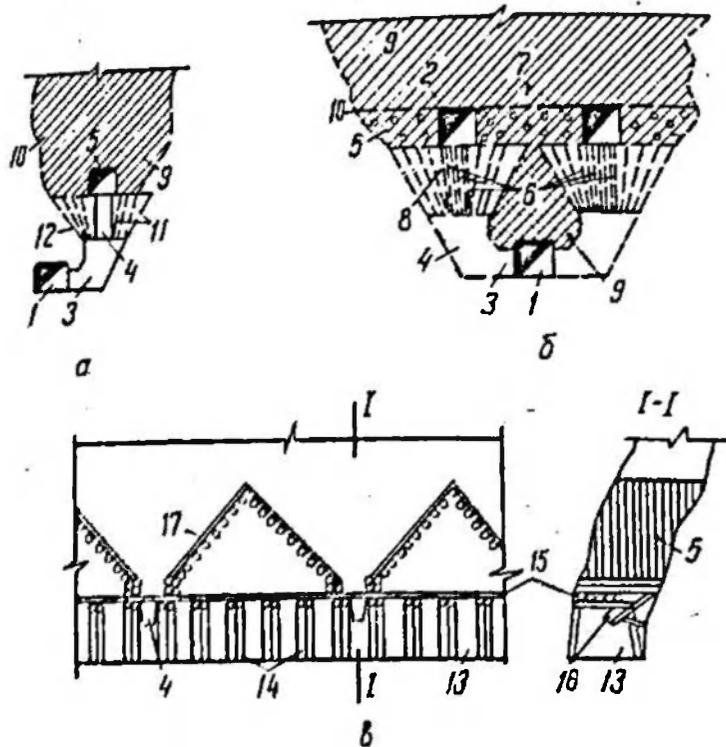


Рис.31. Конструкции дниц с выпускными воронками
 а - с разделкой воронок мелкошпуровым способом; б - с разделкой воронок сварными скважинами; в - устройство искусственно-го дница

1 - укрепительный штрэк; 2 - разрезной штрэк; 3 - заходка под лучку; 4 - лучка; 5 - подсечка; 6 - скважины диаметром 65-75 мм; 7 - подсочные скважины; 8 - выпускная воронка; 9 - рудное тело; 10 - контур рудного тела; 11 - шпуры; 12 - граница воронки; 13 - откаточный штрэк; 14 - неполные дверные оклады; 15 - накатник; 16 - люковое устройство; 17 - крыльчатый скат

на и разделка воронок, позволяет уменьшить трудовые затраты на укрепление руды на подсечке и увеличить производительность труда на работах по устройству дница на 14-22%. На рис.31,б показаны выработки, образующие днице камеры. Скважины диаметром 67-75 мм, которыми воронки разделяются до проектных размеров, бурятся телескопными перфораторами ПТ-36 или легкой буровой установкой "Удар-2".

Параллельно с этими работами ведется бурение глубоких скважин для образования подсечки. Если воронки разделя-

ваются по руде, то взрывание скважин на подсечке производится или одновременно с отбойными штанговыми скважинами в воронках, или с небольшим замедлением.

Подсчеты показывают, что при блоке площадью 500-700 м², днище которого подготовлено 10-12 воронками (все работы по устройству днища выполняются мелкошпуровым способом), объем подготовительно-нарезных выработок днища колеблется в пределах 2400-2800 м³, а суммарная стоимость этих работ с учетом всех видов затрат и расходов составляет 62000-73000 руб. При этом трудовые затраты на подготовку днища составляют 330-380 чел.-смену.

При тех же параметрах блока, но подготовке воронок и подсечке скважинами (см. рис. 31, б) объем подготовительно-нарезных выработок колеблется в пределах 2000-2400 м³, а суммарная стоимость этих работ составляет 36000-43000 руб. При этом трудовые затраты на подготовку днища - 235-285 чел.-смену.

При сравнении этих двух способов подготовки днища становится очевидным значительное преимущество способа подготовки скважинами. Так, трудовые затраты, по сравнению с подготовкой днища мелкошпуровым способом, снижаются на 25-29%, а стоимость работ - на 41-42%.

При устройстве днища очень важно максимальное соответствие его геометрических размеров проектным. Так, отклонение параметров выпускных выработок на 15-20% от проектных очень быстро приводит к преждевременному износу их. За небольшой промежуток времени, особенно при значительных тектонических нарушениях, размеры выработок увеличиваются в 1,5-2 раза. Восстановление таких выработок при помощи бетонирования - сложный процесс и по экономическим соображениям чаще всего не оправдывает себя, поэтому обычно приходится проходить новые выпускные выработки. Даже уменьшение угла наклона бортов воронок с 55-60° до 50° в конечной стадии при полном выпуске руды приводит к значительному перераходу ВВ (чтобы удалить отбитую руду с бортов воронок), который достигает 1,0-1,5 кг/т и больше.

При отработке небольших залежей богатых руд с недостаточной устойчивостью руд и вмещающих пород, особенно при значительной трещиноватости, предпочтение пока отдается подготовке днища (исключая подсечку) мелкошпуровым способом. При разработ-

ке залежей удельный вес подготовки днищ камер с выпускными воронками мелкошпуровым способом на различных рудниках колеблется в пределах 12-29%. При подготовке днищ с воронками запасы руды в днище блока (при подготовке по руде) обычно не превышают 10-15% от запасов блока.

Отработка руды в днищах, расположенных в рудных залежах, связана обычно с ее повышенными потерями, а поддержание проведенных в рудных залежах выработок требует больших затрат из-за повышенного давления со стороны нарушенного рудного массива. Поэтому при разработке небольших залежей руды высокой ценности в ряде случаев сооружают искусственные днища (рис. 31, в).

Устройство искусственных днищ широко применяется при разработке жильных месторождений богатой руды. Такие днища позволяют полностью исключить оставление надштрековых целиков в маломощных рудных телах. Как правило, после проходки по руде откаточного штрека в кровле его отбивается слой руды на высоту не менее 3-3,5 м. После уборки руды производится крепление штрека неполными дверными окладами через 0,5-0,8 м с последующей затяжкой кровли накатником диаметром 10-15 см. Сооружение искусственного днища производится в виде крыльчатых сватов сразу же вслед за установкой в кровле штрека выпускных люков на расстоянии 8 м по их осям.

Помимо днищ с выпускными воронками на рассматриваемых месторождениях получил распространение траншейный способ подготовки днищ.

Увеличения производительности труда бурильщика на 18-33% по сравнению с мелкошпуровым способом подготовки днищ камер с выпускными воронками удалось достичь при использовании траншейного днища, которое образуется бурением вееров скважин диаметром 65-100 мм. При применении траншейного днища возможна и полевая, и рудная подготовка. Траншейные днища при отработке пластообразных залежей богатых руд еще не нашли широкого распространения. Так, на некоторых месторождениях удельный вес их в общем количестве различных типов не превышает 5-12%.

Более широко применяют траншейные днища при отработке небольших крутопадающих трубкообразных и жиллообразных рудных тел. При устройстве такого днища в руде запасы руды в нем составляют 9-12,5% от запасов блока.

Подготовка траншейного дна (рис.32) заключается в проходке из скреперного штрека (или орта) заходок, которые через 6-8 м в шахматном порядке сбиваются с траншейным штреком (или ортом). Траншейные штреки (орты) проходятся в кровле заходок. Бурение вертикальных вееров штанговых скважин, по 5-7 скважин в веере, производится из траншейных штреков (ортов). Устройство траншейного дна начинается взрыванием двух-трех рядов веерных скважин на отрезную щель с применением электродетонаторов короткозамедленного действия.

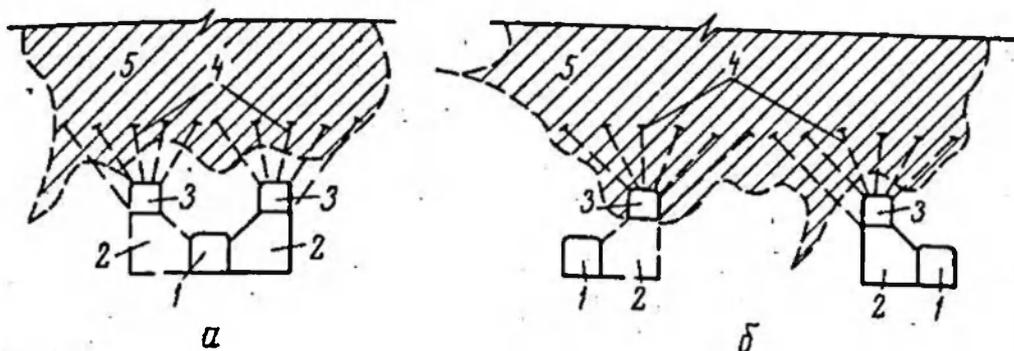


Рис.32. Конструкции траншейных дна:
 а - двухтраншейное дно с одним скреперным штреком; б - двухтраншейное дно с двумя скреперными штреками
 1 - скреперный штрек; 2 - заходка; 3 - траншейный штрек; 4 - скважины диаметром 65-100 мм; 5 - рудное тело

При площади блока 500-700 м² с двухтраншейным дном и одним скреперным штреком (ортом) суммарный объем подготовительно-нарезных выработок составляет 1700-2100 м³; их стоимость 29-36 тыс.руб. Трудовые затраты на подготовку дна составляют 230-290 чел.-смену.

Объем подготовительно-нарезных работ при двухтраншейном дном с двумя скреперными штреками (ортами) при тех же параметрах блока составляет 1900-2400 м³, а стоимость их 34600-49500 руб. При этом трудовые затраты на подготовку дна составляют 270-336 чел.-смену. Стоимость подготовки двухтраншейного дна с одним скреперным штреком на 20% ниже, чем с двумя штреками, а трудоемкость ниже на 13-15%. Основным достоин-

ством обоих вариантов является высокая скорость проведения работ по устройству днища с меньшими трудовыми затратами и стоимостью подготовки днища.

При двухтраншейном днище с двумя скреперными штреками (ортами) днище меньше изрезано заходками. Это придает большую устойчивость днищу и позволяет устраивать его в условиях менее крепких руд и вмещающих пород.

Проведение горизонтальных выработок

Внедрение новой техники и постоянное совершенствование технологии и организации производства способствовали значительному повышению эффективности производственных процессов.

Внедрение нового высокопроизводительного оборудования при проведении горизонтальных выработок позволило не только достичь больших скоростей проходки, но и сделать их стабильными.

На рассматриваемых месторождениях с 1971 г. скорость проведения горизонтальных выработок 125 м в месяц стала нормой.

При проведении горизонтальных выработок большой протяженности все более широкое применение находят проходческие комплексы: погрузочные машины ППН-2С, ПНБ-ЗК в сочетании с конвейерными перегружателями, рассчитанными на одновременную погрузку 8-16 вагонов емкостью от 1 до 1,6-2,5 м³, вагонов ВПК-7, или челночных вагонов, что обеспечило скорость проходки 150-160 м в месяц. Так, на руднике "Юбилейный" Хрустальненского горно-обогатительного комбината в 1970 г. за месяц была пройдена штольня длиной 602 м. В 1970 г. за месяц на руднике "Верхний" был пройден квершлаг длиной 451 м при производительности труда 6,92 м³ чел.-смену, а на месторождении Садовом штольня сечением 11,3 м² была пройдена длиной 617,2 м; при этом производительность труда составила 10,1 м³/чел.-смену.

Штольня "Садовая" была пройдена за 51 день в породах с коэффициентом крепости I4-I8 с использованием перфораторов ПР-30К и 24 ЛУБ светового указателя направления УНС-2, погрузочной машины непрерывного действия ПНБ-ЗК и челночных вагонов.

Бурение шпуров вели перфораторами ПР-24ДУБ и ПР-30К с пневмоподдержек с использованием коронок крестовой формы диаметром 36-38 мм. Сжатый воздух от воздухопроводной магистрали диаметром 150 мм по двум шлангам диаметром 50 мм подволился к воздухораспределителю с отводными патрубками диаметром 25 мм на шесть перфораторов. От воздухораспределителя по шлангам диаметром 25 мм воздух подавался к перфораторам. Вода в забой поступала от магистрали диаметром 50 мм по шлангу диаметром 32 мм к водораспределителю, затем по шлангам диаметром 19 мм — к перфораторам. Монтаж воздухо- и водопроводной магистрали вели при помощи быстроразъемных соединений. Шпуры заряжались зерногранулитом при помощи порционного зарядчика ЗП-1. Временные пути из рельс типа Р-24 укладывались на металлические шпалы. Откатка вагонов велась двумя электровозами ЮКР-600. Через 100 м по длине штольни устраивали ниши для хранения ВМ.

Через 300 м делали разминки для электровозов и ниши для установки передвижной подстанции ИСШВП. Порода от проходческих работ выдавалась в отвал на поверхность.

Работы велись по непрерывной неделе, по скользящему графику. Плановая циклограмма была составлена из расчета выполнения трех циклов за шестичасовую смену. В основу расчета был положен принцип последовательного выполнения основных операций проходческого цикла при обеспечении выполнения вспомогательных операций параллельно с основными. В цикл работ по проходке входили следующие операции: бурение, взрывание, проветривание, уборка и откатка горной массы на отвал, наращивание трубопроводов и настилка временных рельсовых путей. Фактически в смену выполнялось три цикла с подвиганием забоя за цикл на 1,86 м.

По нормам трудовых затрат было определено количество проходчиков в звене, а затем рассчитана продолжительность процессов по производительности машин и оборудования: количественный состав сменного звена — 6 проходчиков; минимальная ширина забоя на проходчика — 0,55 м; время на бурение — 45 мин; норма выработки на погрузочную машину ПНБ-ЗК-22 — 1,11 м³/мин (взята из практики скоростной проходки на Ачисайском полиметаллическом комбинате); продолжительность зарядания шпуров — 13 мин (исходя из хронометражных наблюдений).

Способ проламывания был принят комбинированным - на вы-
сверженек проламывали шпуром, а затем работало пять взрывателей
сеч. 3. Взрыватели поступали через 150 м.

Продолжительность взрывания проходки штольни "Садо-
вый" составила 12 мин.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОДЪЕЗДА К ПРОВЕДЕНИЮ ШТОЛЬНИ "ОЛЕНЬ"

Длина штольни в метрах ..	221
Продолжительность работы за смену, м ..	1,88
Продолжительность работы на взрывке, м	
максимальное ..	25
среднее ..	19,9
Глубина шпура, м ..	2
Шпур ..	0,22
Средняя скорость взрывания, чел./час ..	20
Продолжительность шпура, м ² /чел.-смену ..	10,1
Количество шпуров в смену ..	26
Продолжительность смены, час ..	6
Увеличение на 221 м по сравнению с обычными способами проходки, тыс.руб.	60

Расчетная и фактическая продолжительность выполнения
операций в процессе проходки штольни в основном совпадают.

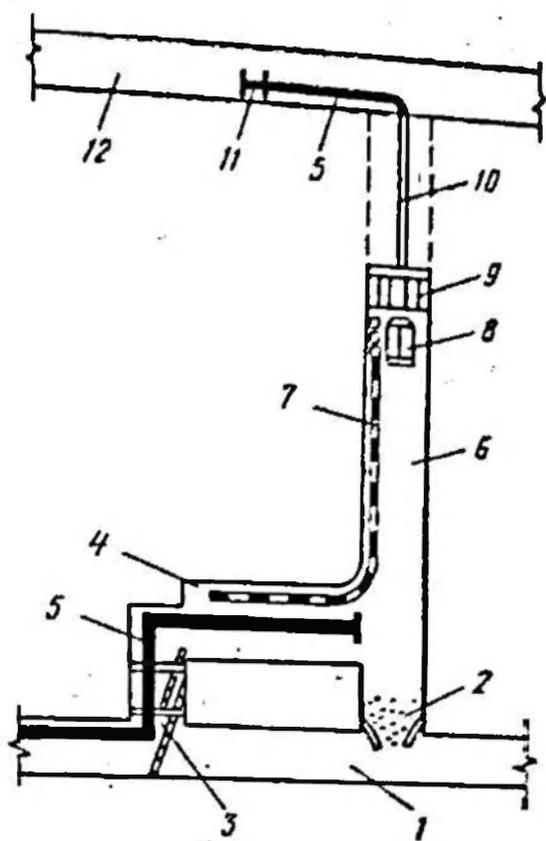
Проведение восстающих выработок

Способ проведения восстающих выработок на рассматриваемых
предприятиях за последнее время был значительно усовершен-
ствован. Была внедрена проходка восстающих методом секцион-
ного взрывания скважин при помощи подвешной клетки и проходчес-
кого комплекса КПВ-1. Это обеспечило увеличение скорости про-
ходки с применением подвешной клетки от 85-45 м/мес до 70-
120 м/мес и с применением комплекса КПВ-1 - до 120-200 м/мес.

Наиболее широкое распространение получил метод проходки
с применением комплексов КПВ-1 (рис. 38). Освоение проходчес-
кого комплекса КПВ-1 началось с 1965 г. За 1966-1967 гг. толь-
ко на рудниках "Верхний" и "2-й Советский" было пройдено с
применением комплекса КПВ-1 2000 м восстающих выработок. В

Рис.33. Схема проведения
восстающего с применением
комплексов КПВ-I:

I - откаточный штрек; 2 -
люковая камера; 3 - ходок;
4 - монтажная камера; 5 -
вентиляционная труба; 6 -
восстающий; 7 - направляю-
щий монорельс; 8 - клеть;
9 - рабочий полук; 10 -
скважина диаметром 100 мм;
II - вентилятор; 12 - вен-
тиляционный штрек



последующие годы проведение восстающих с применением комплек-
са КПВ-I было внедрено практически на всех рассматриваемых ме-
сторождениях. Так, в 1970 г. было запланировано пройти комплексом
КПВ-I 1050 м восстающих выработок, фактически пройдено
1257 м; в 1971 г. при годовом плане 1000 м фактически комп-
лексом КПВ-I было пройдено свыше 2000 м.

В период освоения комплекса КПВ-I (1965-1966 гг.) скоро-
сти проведения восстающих выработок не превышали 100 м/мес.
В последующие годы были установлены рекорды скоростной прохсх-
ки восстающих: в 1969 г. на руднике "Верхний" - 501 м/мес;
в 1971 г. на рудниках "Верхний" и "2-й Советский"-1253,5м/мес.
При этом экономический эффект, по сравнению с обычной скоро-
стью проходки, соответственно составил 64,3 и 160 тыс.руб.

Проведением целого ряда восстающих выработок (средне
1200 м в месяц) комплексами КПВ специализированной бригадой
решались задачи разведки и подготовки скоростным способом ко-
вых рудных залежей на месторождениях рудников "2-й Советский"
и "Верхний". Для удобства организации работ, намеченные к про-

ходке восстающие выработки были объединены в пять групп, по 4-5 восстающих в группе.

На 2-ом Советском руднике находились I;II;III и IV группы, на руднике "Верхний" - V группа.

При проходке восстающих выработок были применены две основные схемы расположения монтажных камер КПВ: над откаточным горизонтом с выпуском горной массы от проходки через люк; в кровле откаточного горизонта с выдачей горной массы скрепером через полок.

Из 22 восстающих, находящихся в проходке, в 20 были пробурены вентиляционные скважины диаметром 100 мм.

При проведении восстающих выработок бурение шпуров велось крестовыми коронками с прерывистым лезвием перфораторами ПТ-3Е и ПТ-29. Диаметр шпуров 38-40 мм. Количество шпуров в комплекте при наличии разрезной скважины составляло 16-18; без скважины - 22-24. В качестве ВВ применяли аммонит КБ-ЖВ. Взрывание - электроогневое. Перед началом бурения ВМ доставляли в забой в клетки и хранили в специальных контейнерах до начала заряжания. Для каждой группы восстающих был оборудован временный пункт хранения ВМ емкостью, равной максимальной сменной потребности (на 8 циклов).

Продолжительность проветривания воздушно-водяной смеси (от комплекса КПВ-IA) для глухих восстающих забоев составляла 60 мин; при применении разрезной скважины продолжительность проветривания была сокращена до 15 мин.

В монтажных камерах КПВ устанавливали вентиляторы местного проветривания, которые работали на всасывание. Всасывающий став оборудовали металлическими трубами диаметром 500 мм. Трубы подводились к сопряжению камеры с восстающим. Для нагнетательного става использовались прорезиненные трубы диаметром 600 мм.

Ускорению проветривания способствовало размещение раструба всаса вентилятора, работающего на отсос, непосредственно на сопряжении монтажной камеры комплекса КПВ-I с восстающим. Насыщенность атмосферы в забое вредными газами контролировалась дистанционным отбором проб. При проведении восстающих с разрезными скважинами над скважинами устанавливали вентиляторы частичного проветривания с переход-

ными диффузорами. Эти вентиляторы работали на нагнетание. При уборке горной массы применяли интенсивное орошение водой. Емкость люков рассчитывали из условия размещения горной массы от одного цикла (10-12 м³). При скреперной доставке камера КПВ увеличилась на длину ниши для размещения части взорванной горной массы и блока. Скреперная лебедка (мощность 17 или 30 квт) и скребок (емкостью 0,3 м³) выбирали с таким расчетом, чтобы обеспечить уборку горной массы одного цикла за время подготовки забоя. Откатка горной массы производилась одним составом (электровоз 7КР-600 и 10 вагонов ВРС-1,6) в участки или капитальные рудоспуски. Выдачу руды и транспортировку породы на основных горизонтах осуществляла транспортная бригада рудника. Доставка материалов, оборудования, секций монорельса (а также узлов КПВ при монтаже и демонтаже) с откаточного горизонта в камеру велась с помощью тягальных лебедок ЛПТ-2,5 через ходки или окна скреперных подиов. Для этой цели в кровле крепились направляющие блоки.

Подготовительные работы проводили по сетевому графику.

Проходку четырех восстарших в группе выполняли два звена, каждое из которых состояло из двух проходчиков-взрывников и двух монтажников-олесарей. Основные и вспомогательные операции цикла совмещались во времени в двух забоях. Последовательность операций и продолжительность их выполнения в забоях указаны ниже.

Последовательность операций и продолжительность их выполнения в забоях, мин

Первый забой	
Подъем в забой	10
Подготовка к бурению	15
Бурение шпуров	85
Заключительные операции	5
Заряжание шпуров	15
Спуск и взрывание	10
Проветривание	15
Переход во второй забой	10

Второй забой

Погрузка секции монорельса и подъем в забой	15
Оборка забоя	5
Установка секции монорельса	30
Спуск в камеру	10
Техническое обслуживание комплекса, погрузка инструмента и оборудования	20
Переход в первый восстающий	10

Параллельно велась уборка горной массы. При этом по каждому восстающему выполнялось в сутки: максимально - 8 циклов (с разрезной скважиной), минимально - 6 циклов (без разрезной скважины).

Демонтаж и монтаж секций монорельса и комплекса КПВ вела специализированная бригада под руководством механика.

В результате применения проходческих комплексов КПВ-1 производительность труда проходчиков увеличилась по сравнению с обычным способом проходки в 4-6 раз; скорость проходки возросла в 5-12 раз; значительно повысилась безопасность работ.

Технико-экономические показатели проходки с применением комплекса КПВ-1 приведены ниже.

Технико-экономические показатели проведения
восстающих выработок проходческим комплексом КПВ-1
на рудниках "2-й Советский" и "Верхний" в 1971г.

Сечение восстающих, м ²	5
Коэффициент крепости руд	16-20
Выполнено циклов в месяц	747
в сутки	
максимальное	31
среднее	23,8
в смену	
максимальное	8
среднее	6

Продвигание забоя, м	
за цикл	1,53
за смену	
максимальное	13,3
среднее	10,1
за сутки	
максимальное	50
среднее	40,4
Глубина шпуров, м	1,3
КИШ	0,51
Средняя продолжительность цикла, мин	60
Состав бригады, человек	40
в том числе	
проходчиков	20
вспомогательная группа	20
Производительность труда, м ³ /чел.-смену	
одного проходчика	16,2
одного рабочего бригады	6,3
Пройдено выработок, м/смену	
на проходчика	3,4
на одного рабочего бригады	1,3
Экономия, получаемая при проходке	
I м выработки, руб/м	127
Экономия по сравнению с обычным способом	
проходки, тыс.руб.	160
Количество шестичасовых смен в сутки	4
Количество используемых проходческих комплексов	8
Количество проходческих комплексов в работе ...	4

Накопленный опыт и совершенствование проведения восстающих выработок в условиях крепких, средней крепости породах, а иногда и ниже средней крепости создали предпосылки для использования комплекса КПВ-I в недостаточно устойчивых породах.

На руднике "Верхний" в октябре 1968 г. при помощи комплекса КПВ-I за 25 рабочих дней бригадой в составе 10 проходчиков были пройдены одним забоем восстающие выработки со сплошной венцовой крепью общей длиной 142 м. Площадь сечения вчерне со-

ставляла $6,25 \text{ м}^2$, в свету - 4 м^2 . Проходка велась по рудной зоне мощностью $0,2-4 \text{ м}$, представленной средней и ниже средней устойчивости оруденелыми туфобрекчиями и кварцевыми порфирами с примесью тектонической глины трения. Проходка осуществлялась по непрерывной рабочей неделе пятью звеньями. Циклограмма была рассчитана на выполнение полного проходческого цикла за шестичасовую смену. При этом секция монорельса устанавливалась в процессе крепления. Крезь возводилась с отставанием на $0,5 \text{ м}$ от забоя. Перед бурением на венцовую крепь укладывался накатник вразбежку через $10-20 \text{ см}$. Такой предохранительный полук защищал проходчиков в случае вывалов пород из кровли. Бурение велось двумя перфораторами ПТ-36. Глубина шпуров $1,5 \text{ м}$ обеспечивала продвижение забоя за цикл на длину монорельса. Шпуры заряжались аммонитом № 6 ЖВ. После обуривания забоя накатник убирался, проходчики спускались в монтажную камеру и производили взрыв.

Технико-экономические показатели проведения восстающих с венцовой крепью приведены ниже.

Технико-экономические показатели проведения восстающих со сплошной венцовой крепью при помощи комплекса КПЕ-1

Количество выполненных циклов	94
КИШ	1,0
Скорость продвижения забоя, м/сутки	
максимальная	7,5
средняя	5,68
Среднее продвижение забоя за цикл, м	1,5
Производительность труда, $\text{м}^3/\text{чел.смену}$	4,48

ВЫВОДЫ

Обобщение опыта и анализ применяемых способов вскрытия и подготовки месторождений при подземной разработке небольших залежей богатых руд в сложных горногеологических условиях позволяют сделать следующие выводы.

Сложные горногеологические условия рассматриваемых месторождений заключаются в неправильных контурах рудных тел, частом изменении формы и элементов их залегания — угла падения, мощности, морфологии рудных тел, степени устойчивости руд и вмещающих пород, — а также в сравнительно малых размерах рудных залежей (по простиранию и падению), разбросанных на большой площади и различной глубине, в сложной гипсометрии почвы и кровли их. Характерным является большое количество геологических нарушений (трещин, разломов) и неравномерность распределения в рудных залежах полезных компонентов.

При проектировании вскрытых подобных месторождений вопрос увеличения высоты этажа до 70–80 м необходимо решать на основе технико-экономического сравнения вариантов. При этом целесообразно учитывать возможность использования лифтовых подъемников для доставки людей, оборудования и материалов.

Представляется целесообразным вскрывать отдельные месторождения с проведением бункерных штолен для сооружения на них аккумулярующих бункеров емкостью, соответствующей производительной мощности рудника, с учетом требований усреднения качества руды. Загрузку указанных подземных бункеров необходимо вести с откаточного горизонта.

При вскрытии и подготовке небольших залежей богатых руд, расположенных среди крупных рудных тел, необходимо в каждом отдельном случае использовать выработки, проводимые для вскрытия и подготовки крупных рудных тел. В этих целях при выборе варианта схемы вскрытия следует учитывать результаты сопоставленных технико-экономических расчетов по возможным вариантам для выявления наиболее целесообразной схемы вскрытия и подготовки.

При разработке месторождений, состоящих только из небольших рудных залежей, разбросанных на значительной площади рудничного поля по вертикали, целесообразно увязывать вскрытие и подготовку отдельных небольших залежей с основными вскрывающими и подготовительными выработками рудничного поля с использованием скреперных или конвейерных штреков и уклонов.

В случаях залегания рудных тел на небольшой глубине от поверхности необходимо сопоставлять разработку такой залежи открытым и подземным способами и принимать схему вскрытия и подготовки в зависимости от рационального способа разработки.

При расположении отдельных рудных залежей на значительных расстояниях от основной залежи или группы рудных тел месторождения целесообразно проводить технико-экономический расчет для установления рентабельности отработки залежи, отдаленной от основных залежей месторождения. Такой расчет, проведенный на примере Сентябрьского рудного тела, показал высокую рентабельность добычи руды этой залежи (239%) даже при расстоянии более 1300 м от остальных рудных тел. Этот результат является следствием высокого содержания в руде металлов и выбора рационального варианта схемы вскрытия.

В связи со значительным ростом объемов добычи руды на некоторых из рассматриваемых месторождений проведена реконструкция шахтных стволов и подъемных установок. При этом было выявлено, что проектирование производственных мощностей нужно вести с коэффициентом резерва в пределах 1,3–2,5, в зависимости от прогноза обеспеченности годового прироста запасов и от величины проектной производительности рудника.

На рудниках в связи с реконструкцией внедрены рационализаторские предложения по перееармировке стволов, проходке новых шпильных камер на слепых стволах, что обеспечило экономию средств и сокращение сроков реконструкции.

Мероприятиями, обеспечивающими концентрацию горных работ и повышение эффективности способов вскрытия и подготовки месторождений, являются:

оптимальная трассировка выработок для обеспечения минимальной длины при минимальном количестве их в рудничном поле. Для этого должна повышаться точность геологических материалов, характеризующих морфологию и условия залегания рудных залежей; детальная и эксплуатационная разведки должны вестись наиболее полно, чтобы не было случаев неподтверждения запасов руды по горизонтам и месторождению в период его эксплуатации и характер распределения металлов в отдельных рудных залежах был бы более достоверным.

До вскрытия и подготовки месторождений геологическая служба должна подготовить достоверные материалы, дающие ясное представление о размерах, формах, условиях залегания и геологическом строении рудных тел.

Большое влияние на экономику отработки рудных залежей оказывает удельный объем подготовительно-нарезных работ, в условиях рассматриваемых месторождений изменяющийся в больших пределах. В зависимости от элементов залегания и применяемых систем разработки удельный объем этих работ изменяется от 10-13 до 40-55 м на 1000 т готовых к выемке запасов руды по подготовительным работам и от 5-8 до 20-30 м по нарезным работам (по сумме подготовительных и нарезных работ это составляет от 11-15 до 44-61 м на 1000 т).

В целях повышения эффективности подготовки небольших залежей богатых руд необходимо снижать удельный объем подготовительно-нарезных работ и механизировать все процессы проходческих работ путем:

использования одних и тех же выработок - вентиляционно-ходовых, скреперных, перепускных и др. - для группы рудных тел, залегающих в непосредственной близости друг от друга при скученном расположении рудных тел на одном горизонте;

соблюдения определенной очередности отработки рудных тел при большей разбросанности их в рудничном поле для максимального использования выработок ранее отработанных залежей;

расположения подготовительных выработок по руде, чтобы частично или полностью окупить затраты реализацией руды от

проходческих работ (при большой мощности залежей с устойчивой рудой удельный объем подготовки снижается до 3-10 м на 1000 т запасов руды);

комплексного использования выработок детальной и эксплуатационной разведки для подготовки залежей к обработке;

применения высокопроизводительного новейшего проходческого оборудования, позволяющего развивать средние скорости проведения восстающих и горизонтальных выработок до 150-300 м/мес и более (подсчеты показали, что в этом случае затраты на подготовку залежей сокращаются в 1,5-2,5 раза и эффективность подготовки небольших залежей богатой руды значительно повышается).

Внедрение новой техники и совершенствование технологии и организации производства привели к значительному повышению эффективности производственных процессов при проведении горизонтальных и восстающих выработок. На рассматриваемых месторождениях скорость проведения горизонтальных выработок 125 м/мес стала нормой с начала 1971 г., а на скоростных проходках достигла 617 м/мес в конце 1970 г.

Особенно значительны достижения горняков Дальнего Востока при проведении восстающих выработок; на рудниках комбината "Сихали" с применением комплексов КПВ-1 восстающие проходятся со скоростью 200-250 м/мес на один рабочий комплекс за 30-31 рабочий день (вместо обычной скорости 34-45 м/мес). Опыт проведения восстающих с помощью комплекса КПВ-1 показывает, что достигнутые ранее результаты не являются пределом: суммарная скорость проведения выработок специализированной бригадой в марте-апреле 1971 г. составила 1253,5 м/мес при четырех комплексах, находившихся в работе.

Таким образом, достижения в области проведения вскрывающих и подготовительных выработок могут быть положены в основу совершенствования способов вскрытия и подготовки месторождений, что значительно повысит экономическую эффективность разработки месторождений небольших залежей богатой руды в сложных горногеологических условиях.

Необходима проектная проработка схем вскрытия и подготовки и способов отработки месторождения с применением самоходного бурового, погрузочно-доставочного и транспортного оборудования.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Горногеологическая характеристика месторождений...	5
Месторождения района Тетюхе	5
Ахобинское месторождение	10
Смирновское месторождение	12
Месторождение Дальнее	16
Верхне-Кенцухинское месторождение	18
Вскрытие месторождений и подготовка рудничных полей	21
Общие вопросы вскрытия	21
Способы вскрытия и подготовки рудничных полей, состоящих из крупных и небольших рудных залежей	29
Способы вскрытия и подготовки небольших залежей, расположенных среди крупных рудных тел	32
Способы вскрытия и подготовки рудничных полей, состоящих из небольших рудных залежей	41
Реконструкция шахтных стволов в связи с ростом добычи руды	52
Проходка вертикальных шахтных стволов	57
Подготовка рудничных полей на основных горизон- тах	59
Способы снижения воздействия горного давления...	62
Мероприятия по повышению концентрации горных ра- бот	64
Подготовительно-нарезные работы и способы проведе- ния выработок	66
Подготовительные и нарезные выработки, удельный объем и продолжительность их проведения	66

Схемы подготовительно-нарезных работ и их эффективность.....	68
Способы подготовки днищ камер и блоков.....	80
Проведение горизонтальных выработок.....	86
Проведение восстающих выработок.....	88
Выводы.....	95

Редактор Л.А.Свалова Технический редактор И.К.Чеусова
 Корректор Л.А.Лалаянц

Подписано в печать 16/ХІ 1972 г.

Формат 60x90 1/16 Объем 6,25 п.л. 5,7 уч.-изд.л. Изд.№752
 Т - 18236 Тираж 625 экз. Цена 57 коп. Заказ 926

Институт "Цветметинформация"

2 -

- 1

- 1111

10.

11