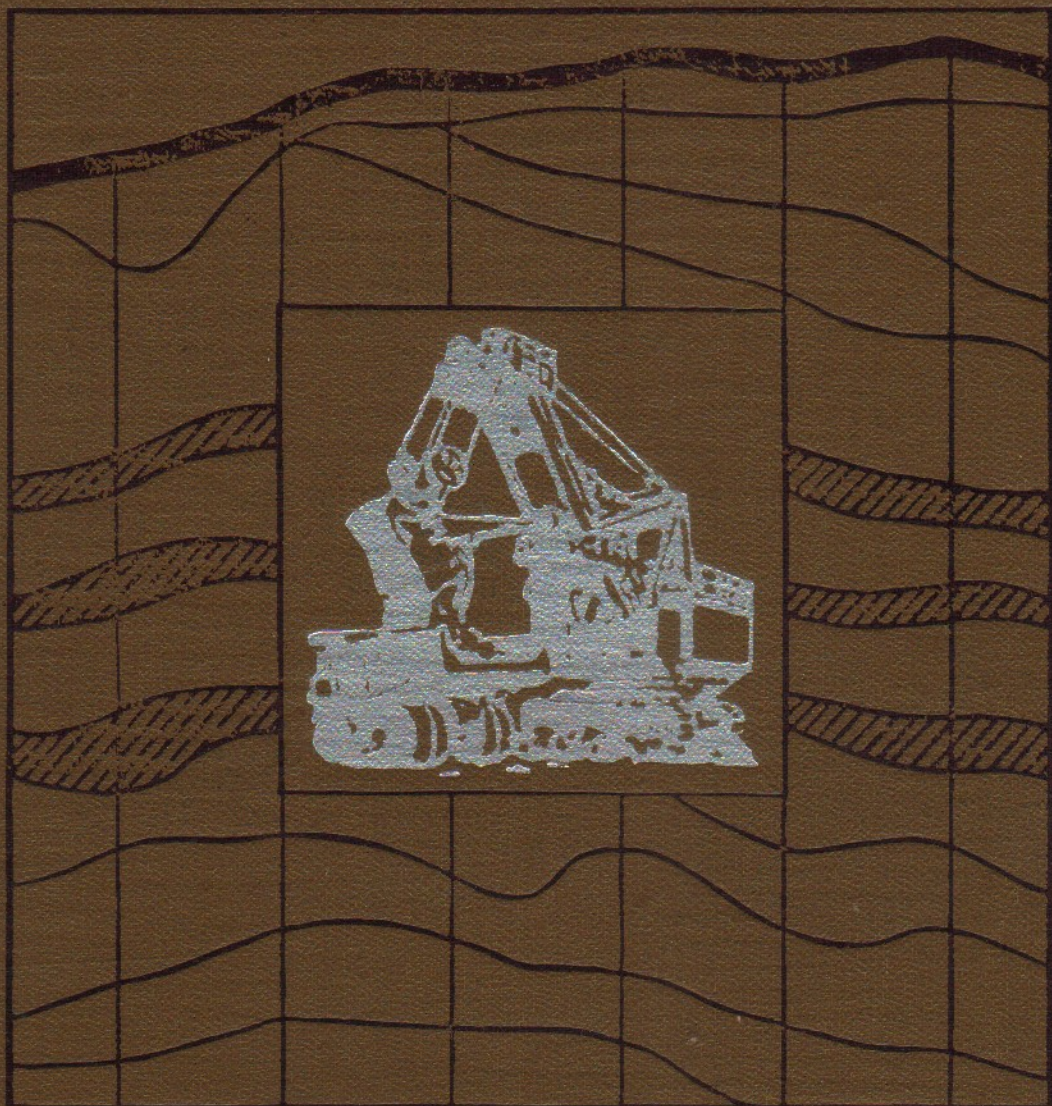


550
А. 563

М. И. АЛЬБОВ, А. М. БЫЗОВУКИН

РУДНИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ



Со времени выхода первого издания книги «Рудничная геология» (Металлургиздат, 1956 г.) прошло более пятнадцати лет. В организации, технике и технологии разработки месторождений полезных ископаемых происходят существенные изменения: рационализируются системы и методы разработки месторождений, внедряются в производство новые горные машины, автоматы, совершенствуются методы изучения вещественного состава руд, на базе современных достижений науки и техники с учетом экономической целесообразности осуществляется комплексное использование минерального сырья. Накопленный в течение последних десятилетий опыт работы рудничной геологической службы не анализировался и не обобщался, хотя необходимость таких обобщений, особенно в условиях технической революции, совершенно очевидна. Подготовка к публикации второго, существенно переработанного и дополненного издания книги «Рудничная геология» осуществлена авторами в соответствии с пожеланиями ряда министерств, ведомств и горнорудных предприятий, занимающихся разработкой месторождений полезных ископаемых. Все возрастающие объемы горнодобычных работ, совершенствование технологии разработки месторождений полезных ископаемых, механизация и автоматизация процессов добычи и переработки минерального сырья требуют постоянного совершенствования методов рудничной геологической службы, использования современных достижений науки и техники при решении научных и методико-технических вопросов.

Как до первого выхода в свет книги «Рудничная геология», так и после ее издания в современной литературе не было достаточно полных руководств по вопросам рудничной геологии. Работа Д. А. Зенкова «Элементы рудничной геологии» (1947 г.), сборники статей «Рудничная геология»

под редакцией В. М. Крейтера и В. И. Смирнова, «Рудничная геология» Мак-Кинстри (1948 г.), «Геологическое обслуживание рудников» Р. Краевского (1955 г.) по ряду вопросов устарели и не отражают многоотраслевого опыта рудничных геологов.

Во втором издании книги М. Н. Альбовым подготовлены главы VII, IX, X, XI, XII, XIII, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, А. М. Быбочкиным — главы I, II, III, IV, V, VI, VIII, XIV, XV, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII.

Все замечания читателей будут приняты авторами с благодарностью.

ВВЕДЕНИЕ

Наша страна располагает колоссальными минеральносырьевыми ресурсами, что позволяет быстрыми темпами развивать добычу полезных ископаемых. Только в 1970 г. добыто угля 623 млн. т, железных руд 320 млн. т, марганцевых руд 16 млн. т. Огромных размеров достигла добыча нефти и газа, руд цветных металлов, горнохимического сырья и нерудных полезных ископаемых.

В ближайшем будущем можно ожидать открытий новых крупных месторождений, что будет способствовать дальнейшему развитию производительных сил страны и решению задачи построения материально-технической базы коммунистического общества на основе оптимального использования природных (минеральносырьевых, земельных, водных, лесных) и трудовых ресурсов.

В цветной металлургии в 1971—1975 гг. предусматривается увеличение выпуска продукции в 1,4 раза, в том числе: алюминия на 50—60%, меди на 35—40%. Значительно расширится производство легирующих металлов и добыча природных алмазов. Намечается ускорить развитие сырьевой базы, особенно для производства глинозема, свинца, вольфрама, молибдена, сурьмы, олова, ртути.

Предусматривается также значительное расширение работ по геологическому изучению территории страны и разведке минеральносырьевых ресурсов прежде всего в районах действующих горных предприятий, а также в районах, наиболее экономически выгодных для промышленного их освоения. Будут расширены геологоразведочные работы на нефть и газ, особенно в европейской части страны, на коксующиеся и энергетические угли, высокосортные бокситы, важнейшие цветные, редкие и драгоценные металлы, алмазы, сырье для производства минеральных удобрений, особенно фосфатных, а также на подземные воды. Планируется увеличение поисково-разведочных работ по выявлению месторождений богатых железных руд в районах Сибири и Урала, перспективных месторождений нефти и газа в прибрежных шельфовых зонах морей и океанов. Намечается расширение исследований прибрежных россыпных месторождений золота, олова и других рудных полезных ископаемых.

Рост производства черных, цветных, редких и благородных металлов будет осуществлен как за счет непрерывного технического прогресса в организации и технологии разработки эксплуатируемых месторождений, так и ввода в эксплуатацию новых месторождений указанных видов полезных ископаемых.

Еще более грандиозными представляются объемы добычи минерального сырья на ближайшие 15—30 лет. По прогнозной оценке отдельных ученых к 2000 г. в СССР значительно увеличится добыча угля, нефти, газа, руд черных и цветных металлов, горнохимического сырья и сырья для производства стройматериалов. Видимо, к этому времени в горнодобывающей промышленности произойдет не только количественный, но и качественный скачок.

В настоящее время рождается морская геология, морское горное дело и добыча минерального сырья геотехнологическими и микробиологическими методами. В будущем полезные ископаемые будут извлекать со дна морей и океанов, а из недр будут извлекать металлы, серу, соли методом подземного выщелачивания, расплавления, сжигания и другими способами физико-химического воздействия на руду непосредственно в недрах. Решение этих проблем требует дальнейшего изучения минеральных ресурсов как на дне морей и океанов, так и в недрах земли, определения их запасов, формы и условий залегания, оценки перспектив возможной добычи минерального сырья со дна морей и океанов. Практическое разрешение этой проблемы потребует проведения соответствующих исследований по созданию и организации производства новой техники и технологии разведки и добычи минерального сырья с учетом экономической эффективности.

Роль геологии, в том числе и рудничной, в решении проблем ближайших и дальних перспектив по увеличению добычи минерального сырья велика. Об этом свидетельствует в частности планируемый на девятую пятилетку прирост разведанных запасов различных видов полезных ископаемых.

Перед работниками геологической службы и горной промышленности страны стоят большие задачи по обеспечению народного хозяйства всеми видами минерального сырья, потребность в которых непрерывно увеличивается.

Дальнейшее расширение минеральносырьевой базы потребует от геологической службы внедрения новых методов поисков и разведки — геохимических, геофизических, разработки новой геофизической, аналитической и исследовательской аппаратуры, новой геологоразведочной техники, разработки и внедрения более совершенных методов документации и опробования горных выработок, отбитых руд и пород, механизации подсчета запасов и учета их движения. Геологическая служба совместно со специалистами по добыче и переработке минерального сырья должна участвовать в решении проблемы более полного извлечения из недр полезных ископаемых, комплексного использования минерального сырья и сокращения трудовых и финансовых затрат на поиски и разведку месторождений полезных ископаемых.

В условиях научно-технической революции геологическая служба способна на основе анализа и обобщения фактических геологических материалов, глубокого и всестороннего изучения геологических условий образования месторождений полезных ископаемых и закономерностей их размещения успешно решать задачу расширения минеральносырьевой базы нашей страны, эффективно способствовать развитию добычи и переработки руд на действующих и строящихся горнодобывающих предприятиях, повышению их рентабельности.

Часть первая
Организация
геологоразведочной службы
на горнодобывающем предприятии

Глава I
РАЗВИТИЕ ГОРНОГО
И ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОГО ДЕЛА

1. Краткий обзор развития горной промышленности
в дореволюционной России

Геология — наука о строении Земли, ее происхождении и развитии, основанная на изучении горных пород и земной коры, вообще, всеми доступными методами, с привлечением данных геофизики, астрофизики, физики, астрономии, биологии и других наук. Она изучает состав, историю формирования и развития Земли, закономерности образования различных горных пород и руд, процессы их выветривания, развитие органической жизни на Земле, закономерности образования и размещения месторождений полезных ископаемых в земной коре.

Геология тесно связана с горнорудной, угольной, нефтяной, газовой, химической, строительных материалов и многими другими отраслями промышленности. Академик А. П. Карпинский говорил в своих лекциях: «Геология пришла к нам через горное дело».

Еще в глубокой древности человек начал применять некоторые горные породы и минералы как орудия для удовлетворения бытовых нужд, как строительные материалы и т. п. Затем человек научился использовать металлы, вначале встречающиеся в самородном состоянии, а позднее стал выплавлять их из некоторых руд.

Используя в своих практических целях различные полезные ископаемые, человечество постепенно накапливало опыт по поискам этих полезных ископаемых, по установлению их признаков и присущих им свойств, закладывая тем самым основы прикладной геологии.

Горное дело уже в VII в. получило значительное развитие в Моравии и Чехии, где славяне занимались в Рудных горах добычей золота, серебра, свинца, меди, олова и др. В дальнейшем горное дело отсюда распространилось в Силезию (X в.), Венгрию (XI в.), Саксонию (XII в.) и другие страны.

На территории нашей страны горное дело получило развитие прежде в Средней Азии и Казахстане, где, по археологическим данным, добывалось большое количество меди, золота, серебра, олова и других металлов уже в III в. до нашей эры.

В Древней Руси производилась добыча соли, строительных камней, минеральных красок, болотных железных руд, меди и драгоценных камней. Для добычи рассолов русские мастера еще в XV в. научились проходить скважины глубиной до 60—70 м и закреплять стенки их деревянными обсадными трубами, что являлось большим техническим достижением того времени.

Наиболее ранние из сохранившихся документальных сведений о появлении интереса в Московском государстве к поискам полезных ископаемых относятся к XV в., но это касалось в первое время главным образом только серебра, золота, меди, драгоценных камней и поваренной соли.

Несколько позднее возник интерес к поискам железных руд и они приобрели первостепенное значение. Железо, а в дальнейшем и его сплавы, играло и продолжает играть в жизни человечества, вообще, и в жизни отдельных стран, в частности, исключительно важную роль. Поэтому при историческом обзоре развития горной промышленности и геологии в дореволюционной России и в Советском Союзе следует обратить особое внимание на ход развития железоделательного производства, связав его с развитием других отраслей горного дела.

Примитивная кустарная выплавка железа возникла и получила довольно большое развитие еще в ранний период формирования Московского государства в районах, где использование крепостных рук, наличие месторождений легкоплавких железных руд, обилие лесных массивов, водные пути сообщения, а позднее и возможность получения водной энергии способствовали развитию этого промысла.

В дальнейшем заводское дело полностью вытеснило кустарный промысел, но намечившиеся территориальные центры по добыче железных руд сохранились на долгое время. Такие центры возникли прежде в северных (Олонецкий край, р. Вычегда, р. Сухона) и центральных (район Тулы) частях Московской Руси, а затем и в восточных районах (на Урале).

В России первые железоделательные заводы, оборудованные в соответствии с достигнутым к тому времени техническим уровнем в Европе, были построены в Тульском уезде, на р. Тулице, в 1632 г. (Городищенские заводы).

С этим периодом совпадает также и начало промышленного освоения Урала, который в середине XVIII в. уже становится крупным поставщиком черных металлов на мировом рынке. Наряду с этим Урал долгое время, до развития медного дела в Сибири и на Кавказе, являлся единственным производителем меди в стране.

Быстрое развитие в этот период железоделательного и медного производства было вызвано войнами России со Швецией и с Турцией и связанными с ними необходимостью перевооружения армии и строительства русского флота, что обусловило повышенную потребность в стране в металлах.

В это время «казной» строится несколько заводов в Олонецком крае,

в центральной части России и первые заводы на Урале, отвечающие требованиям достигнутой к тому времени техники: Невьянский (1699—1701 гг.), Каменский (1701 г.), Уктусский (1702—1704 гг.) и Алапаевский (1702—1704 гг.).

При Петре I было создано специальное государственное учреждение для управления рудопоисковым делом — Приказ рудокопных дел, переименованное в 1719 г. в Бергколлегию.

Дальнейшее строительство железоделательных и медеплавильных заводов на Урале в XVIII и XIX вв. осуществлялось частными предпринимателями и лишь частично «казной».

Основы дореволюционной уральской горнозаводской промышленности были заложены в XVIII в. Тогда же сложилось сохранившееся до Великой Октябрьской социалистической революции размещение металлургической промышленности.

К середине XVII в. относится также открытие и начало разработки жильного золота в Березовской даче на Урале. Россыпное золото и платина были открыты позднее и начали разрабатываться в начале XIX столетия.

Быстрое развитие горного дела и металлургии в XVIII в. обусловило значительное усиление геологоразведочных работ, что в свою очередь привело к развитию геологии и отходу в этот период от схоластических библейских представлений о неизменности «лика земли» с момента ее «творения».

Выдающееся значение для развития геологии как науки имели работы М. В. Ломоносова (1711—1765 гг.), положившие начало эволюционному направлению и сравнительно-историческому методу. В своих сочинениях «Слово о рождении металлов от трясения земли» (1751 г.) и «О слоях земных» (1763 г.) он впервые представил геологию как науку о развитии Земли в результате взаимодействия геологических процессов природы, разделил геологические явления на внешние и внутренние и высказал мысли о том, что земной шар имел длительную историю развития, на протяжении которой он непрерывно изменялся.

В работах по минералогии Ломоносов первый изложил принцип естественной группировки минералов в рудных жилах по определенным ассоциациям и привел много практических сведений о поисках различных полезных ископаемых. Он разработал план организации в России широких экспедиционно-поисковых работ.

Благодаря работам М. В. Ломоносова (1757—1763 гг.), а в последующем Д. Геттона (1788 г.), И. И. Лепехина, В. М. Севергина (1798 г.), Ч. Ляйеля (1830—1833 гг.), Ч. Дарвина (1859 г.) и других, начиная со второй половины XVIII в., в геологии господствовали эволюционные идеи, а несколько позднее и сравнительно-исторический метод. Этот период считается началом развития геологии как науки.

Все возрастающая потребность в металлах и угле вызвала необходимость организации во второй половине XVIII в. во многих странах Европы и в России обширных геологических исследований, открытия горных школ и т. п.

В России эти исследования получили большое развитие и дали обильный материал о наличии различных горных пород и минералов в европейской и азиатской ее частях. К таким исследованиям относятся путешествия П. С. Палласа, В. Ф. Зуева и Н. П. Рычкова (1768—1774 гг.), И. И. Лепехина (1768—1772 гг.), В. М. Севергина (начало XIX в.) и др.

В связи с развитием поискового и горного дела возникла необходимость в подготовке соответствующих кадров. Еще в 1703 г. по распоряжению Приказа рудокопных дел в Невьянске была открыта первая так называемая Циферная школа, дававшая учащимся элементарные знания в области горного дела. Вскоре такие же школы были открыты в Кунгуре и Уктусе.

В 1773 г., на много раньше, чем в других странах, в Петербурге был основан Горный кадетский корпус, позднее переименованный в Горный институт. Лишь в Саксонии раньше, чем в России, в 1765 г. была основана Фрейбергская горная академия.

Петербургский, ныне Ленинградский, горный институт воспитал большую плеяду геологов, горных инженеров, металлургов, обогатителей, внесших большой вклад в развитие горного дела, металлургии, горной и геологической наук.

Дальнейшее развитие геология получила в связи с региональными геологическими съемками, проводившимися во многих странах. В России многочисленные геологические исследования проводились в отдельных практических важных районах — в Донбассе, на Урале, на Алтае, в Забайкалье и др. Первая геологическая карта Европейской России была опубликована в 1829 г., следующие две — в 1841 г., затем в 1845 г. и т. д.

До последней четверти XIX в. на протяжении почти двухсот лет уральская железодельная промышленность развивалась в условиях почти полного отсутствия конкуренции. Это давало заводчикам возможность получать колоссальные прибыли, но не способствовало техническому прогрессу, и Урал в XIX в. из передового по технике производства района превратился в отсталый район, уступив в конце XIX в. первенство югу европейской части России.

В 1869—1872 гг. был построен на юге России Юзовский завод. Затем, в середине 80-х годов, были открыты и соединены железной дорогой с Донецким каменноугольным бассейном железорудные месторождения Кривого Рога, что явилось началом интенсивного развития металлургии на юге России. К концу XIX в. здесь имелось уже 20 крупных металлургических предприятий, выплавлявших около 92 млн. пудов черного металла, что почти в два раза превышало его производство на Урале. С самого начала развития металлургия здесь базировалась на донецком каменном угле, что и обеспечило интенсивный ее рост.

В 1881 г. Урал дал 19,3 млн. пудов чугуна, Юг — только 1,4 млн. пудов. В 1895 г. Юг уже перегоняет Урал: выплавка чугуна составила 33,1 млн. пудов на Урале и 34,0 млн. пудов на Юге; в 1900 г. Урал дал 50,2 млн. пудов и Юг — 81,7 млн. пудов чугуна, а в 1913 г., соответственно 55,8 и 189,7 млн. пудов.

С середины XIX в. колоссально возросло потребление угля и руд; началась и быстро развивалась добыча нефти. Это обусловило организацию

в ряде стран специальных государственных геологических учреждений для руководства геологическими съемками и для соответствующего направления поисковых и разведочных работ на различные полезные ископаемые.

Первым государственным геологическим учреждением России был Геологический комитет, созданный в 1882 г. при Горном департаменте Министерства государственных имуществ. В задачи Комитета входило планомерное и систематическое исследование геологического строения страны и ее минеральных богатств, составление общей геологической карты России и содействие в решении практических вопросов, связанных с геологией.

До 1892 г. Комитет был занят в основном работами по составлению 10-верстной геологической карты европейской части России, с 1892 г. он приступил к более крупномасштабным (3 и 1 верста в дюйме) съемкам в Донецком каменноугольном бассейне и в железорудных районах Кривого Рога и Урала, а с 1893 г. занимался геологическими исследованиями вдоль Сибирской железной дороги и в золотоносных районах Сибири. С 1901 г. начато систематическое изучение нефтеносных областей Кавказа, а также гидрогеологических исследований для целей водоснабжения.

Деятельность Геологического комитета тесно связана с именами таких выдающихся русских ученых, как А. П. Карпинский, Ф. Н. Чернышев, С. Н. Никитин, И. В. Мушкетов, Н. И. Андрусов, Е. С. Федоров, Л. И. Лутугин, Н. К. Высоцкий, В. А. Обручев, И. М. Губкин и других, внесших огромный вклад в создание и развитие минеральносырьевой базы России, а также в развитие отечественной геологической науки.

Еще в 1897 г. на VII сессии Международного геологического конгресса директор Геологического комитета Ф. Н. Чернышев сказал: «Русская геологическая наука явилась на этом конгрессе как равная по значению с начинавшей сравнительно ранее культивироваться в западной Европе и Америке, и, надо думать, отныне Россия будет считаться исходной страной для разъяснения многих вопросов современной геологии».

На этой же сессии Международного геологического конгресса были установлены премии за выдающиеся работы в области геологии имени безвременно погибшего русского геолога Л. А. Спендиарова. Первая премия имени Л. А. Спендиарова была присуждена в 1900 г. А. П. Карпинскому, затем в 1906 г. Ф. Н. Чернышеву и в 1937 г. советскому геологу В. П. Батурину. Это является свидетельством того, что русская геологическая мысль всегда стояла в первом ряду мировой геологической науки.

Однако вследствие недооценки царским правительством роли геологии и ограниченных масштабов работ Геологического комитета в дореволюционное время задачи прикладного, практического характера решались чрезвычайно медленно: к 1918 г. геологическими съемками различных масштабов было покрыто 10,25% территории России, а съемками масштаба 1 : 200 000 и крупнее — только 0,69% этой территории.

Еще хуже обстояло дело с обеспеченностью страны разведанными минеральными ресурсами. Значительную часть минерального сырья Россия ввозила из других стран. На импорт горнорудного сырья в 1913 г. было затрачено около 185 млн. руб. золотом, в том числе на уголь — 87,5 млн. руб., нефть — 32,5 млн. руб., строительные глины — 1,5 млн. руб. Из-за границы ввозился даже булыжник для мощения улиц. Россия ввозила

из-за границы до 30 химических элементов и их соединений. В дореволюционной России было открыто и разведано лишь незначительное число видов минерального сырья, не существовало производства алюминия, никеля, молибдена, вольфрама, олова, титана, магния, алмазов, редких и рассеянных элементов.

2. Развитие геологоразведочного и горного дела в СССР

После победы Великой Октябрьской социалистической революции и преодоления разрухи экономика молодого социалистического государства начала развиваться быстрыми темпами. Великая Октябрьская социалистическая революция положила начало новой эры в развитии производительных сил нашей страны. В разработанных В. И. Лениным декретах «О земле» и «О недрах земли» было узаконено право советского народа на использование минеральных богатств республики для строительства социализма.

Коммунистическая партия Советского Союза и Советское правительство на всех этапах развития государства уделяли исключительно большое внимание развитию минерально-сырьевой базы страны. В самом начале существования молодой Советской республики В. И. Ленин определил сырьевую проблему как одну из важнейших, от решения которой зависит ускорение и развитие социалистического строя. В «Наброске плана научно-технических работ» (1918 г.) он выдвинул предложение организовать ряд комиссий из специалистов для возможно быстрого составления плана реорганизации промышленности и экономического подъема России. В. И. Ленин указал на необходимость предусмотреть в плане рациональное размещение промышленности вблизи источников сырья. Обеспечение народного хозяйства собственными ресурсами сырья было признано важнейшей проблемой.

Практическое осуществление указаний В. И. Ленина выразилось в составлении развернутой программы геологических работ и организации специальных комитетов, отделов и комиссий по вопросам развития естественных производительных сил. Среди комиссий прежде всего должны быть отмечены Особая комиссия по исследованию Курской магнитной аномалии (ОККМА), возглавляемая акад. И. М. Губкиным, и Комиссия по изучению химического сырья залива Кара-Богаз-Гол, работавшая под руководством акад. Н. С. Курнакова.

В. И. Ленин придавал громадное народнохозяйственное значение работам на Курской магнитной аномалии. Изучение этого района началось в 1919 г. по его личной инициативе. В 1923 г. буровыми работами было впервые практически доказано наличие в районе Курска железосодержащих пород.

Руководствуясь решениями партии, советские геологи в двадцатые годы приступили к проведению широких геологоразведочных работ в различных районах страны, что привело к открытию новых месторождений меди и железных руд на Урале, медных руд в Центральном Казахстане и сурьмяно-ртутных месторождений в Средней Азии. В эти годы были открыты калийные соли в Приуралье, уникальные месторождения апатитов на

Кольском полуострове, установлены новые золотоносные районы в Сибири и положено начало выявлению крупнейшей в стране Волго-Уральской нефтягазоносной области.

Коммунистическая партия Советского Союза и Советское правительство уделяли исключительно большое внимание развитию сырьевой базы страны в годы предвоенных пятилеток. Преобразование Советской республики из отсталой аграрной страны в мощную индустриальную державу в условиях капиталистического окружения потребовало осуществить резкий подъем всех отраслей экономики и в первую очередь тяжелой индустрии.

Геологосъемочные и поисковые работы, проводимые в различных районах Советского Союза в 30-е годы, ежегодно приводили к открытию многочисленных месторождений черных и цветных металлов, угля, нефти, горно-химического сырья и строительных материалов, что создавало благоприятные условия для дальнейшей индустриализации страны и позволяло планировать и осуществлять в годы первых пятилеток крупнейшие мероприятия по расширению добычи угля, нефти, увеличению производства чугуна, стали, марганца, хрома, меди, свинца, цинка, ртути и многих других металлов, а также по строительству новых мощных металлургических заводов и новых угольно-металлургических и нефтяных баз на выявленных месторождениях. Разведка крупных сырьевых ресурсов позволила приступить к созданию новой крупной угольно-металлургической базы на Урале и в Кузбассе.

В ходе выполнения грандиозных планов строительства социалистической экономики уже к концу 20-х годов четко определилась необходимость более ускоренного развития геологоразведочных работ с целью подготовки минеральносырьевых баз. Эта линия стала для советских геологов ведущим принципом в планировании и проведении геологоразведочных работ.

В годы Великой Отечественной войны значительная часть выявленных в СССР запасов угля, железа, марганца, ртути и других полезных ископаемых оказалась в зоне военных действий или на временно оккупированной врагом территории. Перебазирование всей промышленности Центра и Юга страны на Восток потребовало выявления новых источников минерального сырья. Руководствуясь указаниями Партии и Правительства, советские геологи в этот период резко усилили разведку ранее открытых и поиски новых месторождений минерального сырья в восточных районах страны. В этот период были открыты и разведаны крупнейшие месторождения бокситов на Среднем Урале, медноколчеданные месторождения на Южном Урале, новые месторождения олова в Приморье, на р. Яне, Колыме, Чукотке, вольфрама в Средней Азии и др. Вместо временно утраченных месторождений марганца, молибдена, ртути, расположенных в европейской части СССР, были разведаны и введены в эксплуатацию новые месторождения в Казахстане и Средней Азии. Эти и многие другие открытия позволили полностью обеспечить потребности в сырье перебазированных и вновь созданных промышленных предприятий на востоке страны. В это же время в западных прифронтовых районах выполнялись геологические работы для обеспечения нужд Советской Армии.

В послевоенный период геологоразведочные работы развивались особенно интенсивно. После ликвидации разрушений, причиненных войной, перед советским народом была поставлена задача дальнейшего развития экономики страны. Принятый курс на преимущественное развитие тяжелой промышленности потребовал значительного увеличения производства черных и цветных металлов, топлива и других видов минерального сырья.

К выдающимся достижениям геологической службы в послевоенный период относятся создание минеральносырьевой базы алмазодобывающей и газодобывающей отраслей промышленности. Благодаря открытию в Сибири месторождений алмазов Советский Союз в настоящее время занимает одно из ведущих мест в мире по их добыче. Открыты и разведаны месторождения атомного сырья. По запасам природного газа СССР вышел на первое место в мире.

Значительных успехов достигла геологическая служба в увеличении разведанных запасов нефти, угля, черных и цветных металлов, горнохимического и горнорудного сырья. Создана устойчивая сырьевая база агрономических руд для производства минеральных удобрений. В послевоенный период открыты и разведаны месторождения титана и редких металлов, что позволило по существу заново создать сырьевую базу титановой и редкометальной промышленности.

В наше время геология в широком ее значении оказывает плодотворное влияние на все области экономического развития, она активно служит человечеству в использовании минеральных ресурсов планеты. Минеральное сырье лежит в основе производства материальных ценностей: черных, цветных и редких металлов, энергии, строительных материалов и минеральных удобрений. Выявление подземных вод служит жизненно необходимым условием развития экономики в пустынях и полупустынях. Исключительно велика роль геологии в деле технического прогресса. Без геологии невозможно развитие атомной, реактивной и ракетной техники, радиоэлектроники, производство полупроводников и твердых сплавов. Одной из важнейших особенностей современного экономического развития общества является все возрастающая добыча, переработка и потребление минерального сырья. Особенно быстро увеличивается добыча энергетических минеральных ресурсов: нефти, газа, угля, атомного сырья. Благодаря открытиям геологов из недр земли извлекаются колоссальные объемы земных масс — руды, угля, воды, нефти, газа, строительных материалов.

В последние годы объем горных масс, извлекаемых из недр при добыче полезных ископаемых, достиг огромных размеров: ежегодно в мире добывается свыше 1,7 млрд. т угля, сланцев и торфа, более 2 млрд. т нефти, более 500 млн. т железной руды. В Советском Союзе ежегодно добывается более 600 млн. т различных нерудных полезных ископаемых. В ближайшем будущем технический прогресс потребует дальнейшего роста добычи минерального сырья. Экономисты подсчитали, что в 2000 г. добыча нефти в мире достигнет 6 млрд. т, железа — примерно 1 млрд. т, производство алюминия увеличится в 10 раз. К 2000 г. доля атомных электростанций в производстве электроэнергии достигнет, видимо, не менее 25%. Разумеется, это потребует добычи сотни тысяч тонн естественного урана.

К 2000 г. значительно возрастет потребность на все виды цветных и редких металлов, а также на редкие земли.

Опыт в области геологии, горного дела и металлургии способствует вовлечению в сферу экономического развития все новых и новых районов нашей планеты. Благодаря открытиям геологов в различных частях земного шара безводные пустыни превращаются в крупные индустриальные центры. Таким образом, можно без преувеличения сказать, что геология, ее успехи активно влияют на развитие и размещение производительных сил современного общества.

Наряду с развитием научных исследований в области теоретической и прикладной математики, физики и других наук в нашей стране значительно расширены научные работы по изучению земной коры и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых для лучшего использования природных ресурсов. Следуя этому направлению, геологические организации развернули геологосъемочные, поисковые и геологоразведочные работы, сосредоточили лучшие кадры, денежные средства и материально-технические ресурсы в наиболее перспективных районах и на объектах, обеспечивающих выполнение геологических заданий и плана прироста запасов полезных ископаемых. Планирование геологоразведочных работ, выбор наиболее перспективных объектов для поисков и разведки осуществляются на основе прогноза и рекомендаций, разработанных научными коллективами в результате обобщения и научного анализа огромного количества геологических данных, накопленных в предыдущие годы.

Государственная геологическая служба в нашей стране выросла в крупную научно-производственную отрасль народного хозяйства, которая не имеет себе равной в мире. Ее многотысячный коллектив, вооруженный передовыми знаниями и современной техникой, успешно решает сложные задачи по изучению недр страны и по подготовке минеральных богатств к их использованию.

После победы Великой Октябрьской социалистической революции первое в мире рабоче-крестьянское государство приступило к созданию нового социалистического общества.

Уже в годы гражданской войны и иностранной интервенции уделялось большое внимание вопросам изучения производительных сил, в том числе использованию минеральных богатств страны в народном хозяйстве и совершенствованию организационной структуры геологической службы.

Весной 1919 г. Геологический комитет был включен в систему ВСНХ. Было принято решение об увеличении ассигнования на проведение геологических исследований в стране. Представители Геолкома были введены в состав Угольного, Соляного и многих других комитетов ВСНХ.

В связи с острой потребностью народного хозяйства в минеральном сырье в мае 1918 г. в Горном управлении ВСНХ был создан специальный сектор разведки и учета полезных ископаемых, реорганизованный в 1919 г. в Центральное управление промышленности разведок (ЦУПР), которое использовало для своих работ буровое и горноразведочное оборудование, сохранившееся на национализированных горнопромышленных предприятиях. Советское правительство выделяло значительные суммы на разведочные работы.

Большое внимание в этот период уделялось Советским правительством развитию отечественной геологической науки. В 1918 г. В. И. Ленин подписал декрет об организации в Москве Горной академии, а в октябре того же года — декрет о национализации Петрографического института «Литогео», впоследствии преобразованного во Всесоюзный институт минерального сырья (ВИМС).

Восстановление промышленности, начатое после окончания гражданской войны, потребовало улучшения геологоразведочного дела в стране. Первый Всероссийский геологический съезд, собравшийся в Петрограде в 1922 г., признал необходимым в целях повышения эффективности геологоразведочного обслуживания промышленности объединить промышленные разведки ЦУПРа с геологосъемочными работами и научно-исследовательской деятельностью Геолкома. В соответствии с этим в ноябре 1922 г. ЦУПР был передан Геолкому, а Президиум ВСНХ утвердил новое положение о Геологическом комитете. В нем отмечалось, что Геолком является высшим правительственным учреждением СССР, который организует, осуществляет и регулирует все геологические и геологоразведочные работы на территории страны. Это обязывало Геолком коренным образом перестроить работу и развернуть геолого-производственную деятельность, ориентируя ее на обеспечение восстанавливаемой промышленности минерально-сырьевой базой.

Для оперативного руководства геологической службой организуются Сибирское, Украинское и Дальневосточное отделения и Уральское, Северо-Кавказское, Закавказское и Туркестанское бюро Геолкома. В 1923 г. они осуществляли руководство 150 геологическими партиями, количество которых ежегодно возрастало и к 1925 г. составило 215. Резко возросли бюджетные ассигнования Геолкома, которые в 1925 г. более чем в 8 раз превысили ассигнования 1924 г.

Успешно завершив работу по восстановлению народного хозяйства, советский народ приступил к социалистической индустриализации страны. Грандиозная программа реконструкции и строительства промышленных предприятий еще не была обеспечена разведанной минерально-сырьевой базой. Ликвидация этой диспропорции требовала значительного расширения геологоразведочных работ в стране.

Существовавшая структура геологической службы уже не могла обеспечить необходимых темпов геологоразведочных работ, в связи с чем Партией и Правительством было принято решение о коренной ее реорганизации.

В конце 1929 г. в Москве на базе Геологического комитета было организовано Главное геологоразведочное управление (ГГРУ), непосредственно подчиненное Президиуму ВСНХ СССР, с широкой сетью периферийных организаций (районных геологоразведочных организаций). Кроме того, в состав ГГРУ входил реорганизованный Геологический комитет, занимавшийся преимущественно геологическим картированием территории страны, и преобразованный в 1930 г. в институт геокарты, а также шесть отраслевых институтов — черных металлов, цветных металлов, угольный, нерудных ископаемых, геофизических работ, гидрогеологии и инженерной

геологии, выполнявших специализированные поисковые и разведочные работы. Одновременно созданный нефтяной институт вскоре был передан в систему нефтяной промышленности.

После укрепления периферийных геологических организаций отраслевые институты ГГРУ в 1931 г. были объединены и на их базе был создан в Ленинграде Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт (ЦНИГРИ), переименованный в 1939 г. во Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ). В задачу его входило осуществление методической помощи периферийным организациям в проведении геологопоисковых работ, а также выполнение геологосъемочных работ.

Быстрое развитие геологоразведочных работ потребовало дальнейшего совершенствования структуры геологической службы страны. Во второй половине 1931 г. ГГРУ было преобразовано в хозрасчетное Всесоюзное геологоразведочное объединение «Союзгеологоразведка» Наркомата тяжелой промышленности СССР. На базе местных управлений в крупных центрах страны были созданы районные геологоразведочные тресты. В 23 трестах и на ста геологических базах «Союзгеологоразведки» к 1932 г. работало около 6 тыс. инженерно-технических работников и свыше 100 тыс. рабочих. Годовой бюджет «Союзгеологоразведки» в 1932 г. составлял со специальными фондами около 2 млн. руб., не считая значительных ассигнований, которые выделялись на промышленную разведку нефти и угля эксплуатационным предприятиям. На вооружении «Союзгеологоразведки» в 1932 г. уже было 750 буровых станков и много различного горнопроходческого оборудования и геофизической аппаратуры; годовой объем буровых работ достигал 500 тыс. м.

В целях лучшего обеспечения действующих и строящихся горных предприятий геологическими материалами при крупных горноэксплуатационных трестах и комбинатах заново создавалась отраслевая рудничная и геологоразведочная служба.

В ноябре 1937 г. производство всех геологосъемочных, поисковых и частично разведочных работ вновь было сконцентрировано в Главном геологическом управлении Наркомтяжпрома, на которое кроме руководства подчиненными ему геологоразведочными трестами был возложен контроль за работой геологоразведочных групп отраслевых главных управлений НКТП.

В марте 1939 г. было произведено разукрупнение промышленных наркоматов. При разукрупнении Наркомтяжпрома СССР на базе Главного геологического управления был образован Комитет по делам геологии при Совнаркоме СССР. Одновременно при новых наркоматах черной, цветной, угольной и нефтяной промышленности, выделившихся из существовавших ранее более крупных наркоматов тяжелой и топливной промышленности, были созданы самостоятельные отраслевые главные геологоразведочные управления. Хотя государственная геологическая съемка, широкие поиски и разведочные работы в новых районах, общая координация геологоразведочных работ, учет и утверждение запасов, а также ряд других функций остались за Комитетом по делам геологии при СНК СССР, геологоразведочная служба страны в результате указанной

реорганизации оказалась в значительной мере перестроенной по ведомственному принципу.

Проводившиеся последовательные мероприятия по улучшению организационной структуры геологической службы страны, в осуществлении которых огромную помощь и поддержку оказывал С. Орджоникидзе, позволили своевременно обеспечить разведанными запасами полезных ископаемых потребности народного хозяйства в период довоенных пятилеток и создали предпосылки для бесперебойного снабжения промышленности минеральным сырьем во время Великой Отечественной войны. В этот период геологами были выявлены и разведаны многочисленные месторождения нефти, угля, черных и цветных металлов, апатит-нефелиновых руд, фосфоритов, калийных солей и других видов минерального сырья. Значительно повысилась геологическая изученность страны. Геологической съемкой всех масштабов к 1940 г. было покрыто 55,3% территории. На территории Российской Федерации в предвоенный период проводило работы более половины геологических организаций Советского Союза. В 1931—1932 гг. здесь работало более 1500 геологических партий.

К 25-летию Советской власти геологическая заснятость территории Российской Федерации в средних и мелких масштабах по сравнению с дореволюционным периодом увеличилась в несколько раз.

В 1946 г. Комитет по делам геологии при СНК СССР был преобразован в Министерство геологии СССР — первое Министерство геологии в мире. Этим решением не только открывалась новая страница в истории геологоразведочных работ, но и подчеркивалось исключительно важное значение этой отрасли народного хозяйства.

Одновременно в отраслевых министерствах, производящих добычу полезных ископаемых, также развивалась геологическая служба для проведения разведочных работ на эксплуатируемых месторождениях и для поисков новых месторождений.

В послевоенный период произошло коренное качественное изменение геологической службы. Значительно повысились научное обоснование и техническое оснащение геологоразведочных и поисковых работ.

Геологические организации были обеспечены высокопроизводительной буровой техникой, более совершенным горнопроходческим оборудованием, автотранспортными средствами, спектральными, химическими и другими лабораториями. На помощь исследователям недр пришла авиация, что не только облегчило транспортировку геологических партий и экспедиций, но и позволило проводить специальные аэрогеологические исследования, аэрогеофизические работы и аэрофотосъемку. При геологической съемке, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых начали широко применяться прогрессивные геохимические и геофизические методы.

В 1953 г. Министерство геологии СССР было преобразовано в Министерство геологии и охраны недр СССР, а в мае 1957 г. в связи с «Законом о дальнейшем совершенствовании организации управления промышленностью и строительством» оно было преобразовано в союзно-республиканское министерство. Впервые в истории советского государства все геоло-

горазведочные работы, кроме эксплуатационных разведок горнопромышленных предприятий и разведочных работ в районах действующих нефтепромыслов, были сосредоточены в системе Министерства геологии и охраны недр СССР, преобразованного в 1963 г. в Геологический комитет СССР, а затем в 1965 г. в Министерство геологии СССР.

Проведенное объединение всех геологоразведочных организаций и создание в стране единой геологической службы в системе Министерства геологии СССР позволило устранить доуславшийся ранее параллелизм в работах геологических организаций разных министерств и добиться значительного повышения эффективности геологоразведочных работ. Централизация руководства геологической службы и организация ее по территориальному принципу создали условия для всестороннего и комплексного геологического изучения районов, для улучшения научного и методического руководства геологоразведочными работами, а также для повышения их технического уровня. Это привело к крупным геологическим открытиям и существенному расширению минерально-сырьевой базы страны для всех отраслей горнодобывающей промышленности.

Глава II

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ РУДНИЧНОЙ ГЕОЛОГИИ

1. Место рудничной геологии в общем цикле геологоразведочных и горноэксплуатационных работ

Геологическое изучение и разведка месторождения являются длительными, непрерывными процессами, которые начинаются с выявления месторождения и кончаются только при его полной отработке. Ход геологических, разведочных и эксплуатационных работ имеет определенную последовательность, установленную соответствующими положениями и инструкциями. В начале этих работ производится мелкомасштабные региональные геологические съемки, охватывающие значительные участки земной коры. Стандартными масштабами для таких съемок, осуществляемых последовательно, являются масштабы 1 : 1 000 000 (или 1 : 500 000), 1 : 200 000 и 1 : 50 000.

При съемке в масштабе 1 : 1 000 000 должны быть намечены в процессе геологического изучения регионов в первом приближении наиболее благоприятные площади для поисков тех или иных полезных ископаемых; при съемках в более крупных масштабах должны быть выделены, кроме того, продуктивные свиты, интрузивные массивы, ореолы контактового метаморфизма и точно установлены площади для специальных поисковых работ.

Следующую стадию составляют поисковые работы на те или иные полезные ископаемые. Целью этих работ являются поиски месторождений полезных ископаемых и выделение среди них на основе общих теоретических предпосылок и наблюдений таких месторождений, на которых

целесообразна постановка предварительных разведочных работ для выявления промышленных месторождений с предположительной прогнозной оценкой возможных их размеров.

При поисковых работах кроме обычных способов прослеживания обнажений, их расчисток, проходки шурфов или скважин часто применяются и геофизические методы, в том числе магнитные, гравитационные, электроразведочные и некоторые другие, а также геологические и структурно-геологические крупномасштабные съемки.

После обнаружения месторождения полезного ископаемого осуществляется предварительная его разведка для выяснения общих масштабов месторождения и приближенного установления формы, условий залегания и качественного состава полезного ископаемого, на основании чего производится предварительная оценка народнохозяйственного значения этого месторождения.

Предварительная разведка служит в основном для обоснования капиталовложений, нередко довольно значительных, в детальную разведку. При положительных результатах предварительной разведки на основе полученных материалов обычно проектируется и проводится детальная разведка месторождения.

Однако в ряде случаев, когда необходим быстрее ввод месторождения особенно дефицитных видов сырья в эксплуатацию, материалы предварительной разведки и составленные в результате их технико-экономические доклады используются горнодобывающими организациями и проектными институтами также и для составления планового задания на проектирование его разработки. Для многих магматогенных месторождений хорошо проведенная предварительная разведка дает основание для первой стадии горного проектирования — составления проектного задания на разработку месторождения.

Детальная разведка преследует цель надежно установить как общие запасы полезного ископаемого в месторождении, так и отдельные технологические сорта его руды, уточнить структуру месторождения и выяснить горнотехнические условия его разработки.

Совокупность материалов, полученных при детальной разведке, должна дать полное основание для второй стадии горного проектирования — составления технического проекта, в соответствии с которым выделяются ассигнования на промышленное строительство горного предприятия или рудника.

С началом разработки сложных по составу и строению месторождений нередко возникает необходимость в дальнейшем продолжении разведочных работ для того, чтобы уточнить запасы в отдельных крупных блоках и участках, их состав и получить данные для текущего планирования горных работ и эксплуатационных расчетов.

Такую разведку называют эксплуатационной. Она не охватывает одновременно все участки и горизонты месторождения, а проводится лишь на тех, которые намечены к разработке в течение ближайших двух-трех лет. Поэтому эксплуатационная разведка в необходимых случаях ведется на протяжении всего или почти всего периода эксплуатации месторождения. Проведение эксплуатационной разведки одновременно на всем месторо-

ждении нецелесообразно, так как ведет к омертвлению средств, к выполнению работ, результаты которых часто нужны только через 10—20 лет и более.

В отличие от геологосъемочных, геофизических и поисковых работ, а также от работ по предварительной и детальной разведке месторождений, выполняемых специализированными геологосъемочными, геофизическими, поисковыми и разведочными партиями системы Министерства геологии СССР или других министерств и ведомств, работы по эксплуатационной разведке выполняются геологической службой, организуемой непосредственно на горнодобывающем предприятии или руднике — рудничной геологической службой.

Рудничная геологическая служба призвана осуществлять не только эксплуатационную разведку, но и постоянное и детальное геологическое изучение месторождения на протяжении всего периода его эксплуатации.

Рудничные геологи теснее, чем геологи других специальностей, связаны со всесторонним изучением месторождений полезных ископаемых, наблюдая их на протяжении длительного периода эксплуатации и непрерывно от самых верхних до самых глубоких горизонтов. Работники рудничной геологической службы, документально оформляя результаты наблюдений, используют полученные данные как для непосредственного направления горноэксплуатационных работ, так и для последующих выводов в отношении тех или иных закономерностей, характеризующих месторождения, для прогнозов о его дальнейших перспективах и для характеристики горнотехнических, гидрогеологических и прочих условий дальнейшей их разработки.

Всестороннее геологическое изучение месторождений в процессе их эксплуатации и вытекающие из этого изучения практические рекомендации по максимально возможному извлечению его запасов составляют основные задачи геологического обслуживания рудника или горного цеха. Этим определяются распространенные у нас в стране понятия «рудничная геология» и «рудничная геологическая служба».

2. Основные задачи и методы рудничной геологической службы

Основной задачей рудничной геологической службы, как указано выше, является всестороннее геологическое изучение эксплуатируемого месторождения и отдельных его частей и блоков для правильного решения всех горно-геологических вопросов, связанных с технически правильной и целесообразной разработкой месторождения при наиболее полном и комплексном использовании полезного ископаемого и для продления срока работы горных предприятий за счет прироста дополнительных запасов.

Полезным ископаемым называют всякое минеральное вещество, находящееся в земной коре, которое может быть использовано для народного хозяйства в естественном состоянии или после соответствующей переработки.

извлечения из него по возможности всех других полезных компонентов, использования отходов и т. п.;

г) борьба с потерями и разубоживанием, для чего требуется систематическое опробование полезного ископаемого в недрах и опробование добытого полезного ископаемого, а также тщательное сопоставление по геологическим и маркшейдерским документам действительных контуров месторождения с отработанными контурами.

Общая задача всесторонней помощи горному предприятию в вопросах технически правильной разработки месторождения также распадается на ряд частных задач;

а) подготовка геологических материалов для планирования работы горного предприятия на основе всей совокупности разведочных материалов и систематической геологической документации горноэксплуатационных выработок, а также участие в планировании, обеспечивающем непрерывную добычу полезного ископаемого в необходимых размерах;

б) наблюдение на основе систематического опробования за качественным составом подготавливаемого к добыче и добываемого полезного ископаемого;

в) участие в нормировании горных и буровых работ на основе материалов по изучению физических свойств полезного ископаемого, сопутствующих ему и вмещающих пород;

г) учет совместно с работниками маркшейдерской службы геологических, балансовых, забалансовых и промышленных (подготовленных к выемке) запасов полезного ископаемого;

д) изучение гидрогеологических условий эксплуатации месторождения путем систематических наблюдений за притоками воды в горные выработки и изучения некоторых физических свойств полезного ископаемого и пород, слагающих месторождение;

е) изучение ряда физических свойств полезного ископаемого и вмещающих и сопутствующих пород в отношении их устойчивости, крепости, объемных весов, коэффициентов разрыхления и т. п.;

ж) консультация работников горного цеха по всем геологическим вопросам.

Кроме того, в задачи рудничной геологической службы входит: помощь строительным и другим цехам предприятия в определении несущей способности грунтов и в обнаружении и разведке строительных материалов; надзор за охраной площадей, где находятся полезные ископаемые, от застройки, а при неглубоком залегании — от размещения на этих площадях отвалов пустых пород; своевременное представление проектирующим организациям всех необходимых геологических материалов, отчетов и справок геологического характера, необходимых для проектирования; составление заключений по геологической и горной частям проектов разработки месторождений; разработка инструкций по всем видам геологической службы и т. п.

Среди технических приемов рудничной геологической службы, направленных на расширение перечисленных выше задач, первостепенное значение имеет геологическая документация, особенно зарисовки рудных тел, всех эксплуатационных и разведочно-эксплуатационных выработок.

В основе этой документации лежит графическое изображение всех заслуживающих внимания геологических элементов и фактов с необходимыми текстовыми и цифровыми примечаниями или с краткими описаниями зафиксированных объектов.

Значение геологической документации при разработке месторождений полезных ископаемых состоит в том, что на основе ее систематически уточняются все элементы геологической характеристики эксплуатируемого месторождения, первоначально установленные по разведочным материалам.

Рудничные геологи имеют возможность наблюдать подземные горные выработки или забои в карьерах в процессе их ежедневного и систематического продвижения и изучать по ним многочисленные детали геологического строения и структуры месторождения: формы рудных тел и скоплений (концентраций) руды или других полезных компонентов в составе этих тел; вещественный состав и текстуры полезного ископаемого, вмещающих и сопутствующих пород. Это в свою очередь позволяет геологам рудников и карьеров не только решать практические вопросы эксплуатации и давать необходимую детальную геологическую характеристику отдельных участков и блоков месторождения, но и более глубоко изучать условия формирования месторождения и закономерности локализации оруденения.

При систематической геологической документации горных выработок рудничный геолог имеет возможность постоянно проверять правильность прежних, полученных при разведке данных и вновь разработанных геологических гипотез.

Рудник или шахта является, таким образом, огромной исследовательской лабораторией, в которой геолог ежедневно проводит исследования, наблюдая все новые и новые факты. Эксплуатационные работы исторически играют исключительную роль в развитии теоретической и прикладной геологии.

В процессе длительной работы у рудничных геологов вырабатываются навыки в области тщательного и детального наблюдения, графического фиксирования наблюдаемых геологических элементов с количественной оценкой тех из них, которые необходимы для установления различных эксплуатационных и обогатительных коэффициентов и решения других задач эксплуатации, связанных с выполнением плана добычи полезных ископаемых.

Дать достоверное заключение и целесообразные указания можно только после тщательных и длительных наблюдений, научного обобщения и соответствующего изложения всех доступных для наблюдений фактов. В этом заключается исключительно большая роль рудничной геологии в общем цикле геологоразведочных и горноэксплуатационных работ.

3. Организация и функции рудничной геологической службы на горном предприятии

Геологическая служба должна быть создана на руднике с первых дней его организации и строительства. В первый период строительства рудника закладывают вблизи от него карьеры строительных материалов, исследуют

грунты на площадках строительства промышленных и жилищно-бытовых сооружений и зданий, начинают вести работы по вскрытию месторождения.

Изыскание необходимых строительных материалов в новых промышленных районах возлагается на работников геологоразведочной партии, разведывающей месторождения основного полезного ископаемого. Однако при начале строительства рудника часто проводятся на эти материалы дополнительные разведочные работы, которые приходится осуществлять работникам геологической службы рудника. Они должны вести наблюдения и геологическую документацию работ в карьерах строительных материалов; это повышает общую степень геологической изученности района месторождения.

Исследование грунтов на строительных площадках имеет чрезвычайно большое значение и является весьма ответственной стадией работ. Обычно такие работы выполняют специализированные организации, но в отдельных случаях их приходится проводить также и работникам геологической службы горнорудного предприятия. Определение допустимых статических нагрузок на различные типы грунтов, встречающихся на строительных площадках, а также гранулометрического состава рыхлых грунтов, степени их пористости, влагоемкости и других свойств требует от работников рудничной геологической службы соответствующей подготовки.

При проходке выработок для вскрытия рудного месторождения правильная и детальная геологическая их документация является особенно важной. Как правило, в пунктах заложения стволов шахт предварительно проходят разведочные скважины, устанавливающие характер пород, по которым будет проводиться ствол шахты (их крепость, устойчивость от обрушения, водоносность и др.).

В зависимости от показателей характеристики пород составляются сметы на проходку стволов шахт и календарные планы строительства шахты.

Однако буровые скважины не всегда могут дать полноценный и достоверный материал. Нередко приток воды в шахтах оказывается значительно больше, чем он был предусмотрен в проектах по данным опытных откачек из скважин. Известны, например, случаи, когда при проходке ствола шахты сталкивались с наличием пльвунов, которые, по данным буровых скважин, не были определены. При этом возникает необходимость кардинальной перестройки всего процесса проходки ствола шахты, иногда перехода на специальные методы проходки с замораживанием окружающих ствол шахты пород, с предварительным понижением уровня вод при помощи глубинных скважинных насосов и т. п.

Такая перестройка работы и изменение смет должны базироваться на данных, получаемых в процессе геологических и гидрогеологических наблюдений в этих шахтах при их проходке.

Известны случаи, когда из-за отсутствия надлежащей геологической документации при проходке стволов шахт неправильно была запроектирована глубина заложения так называемого воротника шахты, поддерживающего кошер и несущего динамические нагрузки при работе подъемных машин, вследствие чего такие стволы шахты или выходили из строя, или требовали дорогостоящих работ по исправлению допущенных ошибок.

При проходке вскрывающих месторождение въездных траншей в карьер геологическая документация горных пород и проходимых в них вярвных скважин позволяет, во-первых, уточнить характер пород и соответствие или несоответствие их породам, предусмотренным в проектах и сметах, во-вторых, дает основание для правильной разработки норм выработки буровыми бригадами и правильного расчета с ними за выполненную работу.

По мере дальнейшего развития работ перед геологической службой возникает ряд новых задач по уточнению естественной и промышленной классификации руд, физико-химических свойств руд и вмещающих пород, качества и запасов руд в отдельных блоках и основных эксплуатационных коэффициентов, а также по проведению эксплуатационной разведки и др.

Стационарная геологическая служба на большинстве рудников и горнорудных предприятий СССР была организована еще в 20-х и частично 30-х годах текущего столетия, однако до настоящего времени для нее не найдены окончательные, наиболее рациональные формы. Объясняется это тем, что такая форма зависит от ряда непостоянных факторов: характера эксплуатируемых месторождений, состава и характера горнорудных предприятий, системы применяемых горных работ и требований работников горного дела к геологической службе.

Обычно геологическая служба горнорудного предприятия состоит из геологического отдела или бюро в составе управления этим предприятием, рудничных, шахтных или участковых геологов (с младшим техническим персоналом при них) и специальной группы или цеха, ведущего эксплуатационную разведку, а также из камеральной группы по обработке и обобщению большого количества фактического материала. Возглавляется эта служба главным геологом предприятия, непосредственно подчиненным руководству горнодобывающего предприятия. Иногда на наиболее крупных рудниках главным геологом является заместителем директора (начальника) предприятия или главного инженера.

При достаточно близком размещении рудников или шахт, входящих в состав предприятия, главный геолог имеет возможность непосредственно руководить всей работой подчиненных ему рудничных, шахтных и участковых геологов. При разбросанности рудников на значительной территории, что нередко встречается на Урале и в Сибири, главный геолог рудоуправления осуществляет лишь методическое руководство. Если в состав предприятия входит несколько крупных рудников, геологический персонал на отдельных рудниках возглавляется старшими геологами.

Обслуживая запросы горнорудного дела, все рудничные, шахтные и участковые геологи тесно соприкасаются в своей работе с начальниками и техническими руководителями рудников, шахт и участков, а также с работниками маркшейдерской службы, отдела технического контроля и др. и должны внимательно относиться ко всем требованиям названных работников и выполнять их, согласуя это с главным геологом предприятия. Разрешение спорных вопросов производится главным геологом или главным инженером предприятия.

В состав геологического отдела или бюро рудоуправления входит главный геолог, в необходимых случаях гидрогеолог и определенное количество технических работников (геологов по камеральной обработке материалов, техников по подсчету запасов, чертежников, копировщиков). Все работники этого отдела или бюро относятся к управленческому персоналу а рудничные, шахтные и участковые геологи и младший технический персонал при них — к цеховому персоналу.

Следует считать целесообразным, чтобы каждая эксплуатационная единица (участок, шахта, карьер) обслуживалась отдельным (участковым) геологом; однако при небольших объемах работ участковому геологу нередко приходится обслуживать две и даже три эксплуатационных единицы. В зависимости от общего объема работ в распоряжении участкового геолога находится определенное количество технического персонала: техников-геологов, коллекторов, пробщиков, чертежников и др.

При необходимости постоянного проведения и в сравнительно большом объеме эксплуатационной разведки на горнорудном предприятии организуется цех эксплуатационной разведки. В этом случае в распоряжении начальника цеха эксплуатационной разведки имеется необходимое горное и буровое оборудование и потребное количество рабочих и технического персонала: старших буровых мастеров, коллекторов, пробщиков и т. д. Цех эксплуатационной разведки по заданию главного геолога и в соответствии с общим планом работ проходит необходимые выработки на всех рудниках предприятия и ведет геологическую документацию и опробование этих выработок.

При небольших объемах эксплуатационной разведки и при проведении ее лишь в отдельные периоды наличие специального разведочного цеха или группы становится нерациональным. Необходимые разведочные выработки по указанию главного или участкового геолога проходят в этом случае бригады, выделяемые администрацией соответствующей эксплуатационной единицы и остающиеся в подчинении этой администрации. Геологическую документацию и опробование таких выработок проводит участковый геолог и подчиненный ему технический персонал.

В качестве примера ниже дается описание организации геологической службы на рудниках Криворожского железорудного бассейна.

В каждом шахтоуправлении имеется геологическое бюро (или ГРБ), возглавляемое главным или старшим геологом. Обычно в состав геологического бюро входит один-три участковых или шахтных геологов, два-пять коллекторов и один чертежник. При наличии в шахтоуправлении нескольких шахт участковые геологи и коллекторы административно подчинены начальникам шахт.

Проходка разведочных горных выработок и подземных скважин производится силами рудника попутно с проходкой подготовительных и капитальных выработок. В некоторых случаях при значительном объеме разведок выделяются специальные разведочные участки, начальники которых в административном отношении подчинены непосредственно начальнику шахты, но в методическом отношении работают под руководством главного (старшего) геолога. Геологическое бюро не имеет здесь в своем непосредственном ведении ни рабочей силы, ни оборудования, а осуществляют лишь

планирование разведочных работ и их геологическую документацию. Такая организация эксплуатационной разведки имеет свои положительные стороны, однако начальники шахт должны при этом обязательно учитывать необходимость регулярного проведения разведочных работ и не допускать перевод бригад с разведок на эксплуатацию в ущерб выполнению плана разведочных работ.

Количество персонала рудничной геологической службы зависит от масштабов работ предприятия. В Северо-Карабашском рудоуправлении, например, эксплуатирующем уральские колчеданные месторождения и имеющем для этого три шахты, геологический персонал состоит из 18 человек: старшего геолога, гидрогеолога, трех шахтных геологов, трех техников-геологов, пяти коллекторов и пяти пробщиков. В соседнем Южно-Карабашском рудоуправлении, имеющем пять шахт, но с меньшим объемом подземных эксплуатационных выработок, геологический персонал состоит из 15 человек.

Глава III

ТРЕБОВАНИЯ К ГЕОЛОГИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛАМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОЕКТА РАЗРАБОТКИ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Общие положения

Горнорудным называют такое предприятие, которое включает один или несколько рудников или карьеров и шахт. Рудник в свою очередь может включать один или несколько карьеров или шахт, дробильно-обогащительные, реже агломерационные фабрики и ряд вспомогательных цехов (энергетический, механический, транспортный и т. п.), обеспечивающих добычу так называемых «сырых» руд и получение из них обогащенных концентратов и агломерата. Всякое горнорудное предприятие базируется на определенных месторождениях.

Согласно существующим в Советском Союзе законоположениям, месторождения полезных ископаемых, на базе которых строятся горные предприятия или рудники, должны быть предварительно разведаны. Материалы этой разведки должны дать возможность правильно запроектировать работы по добыче руд и их обогащению, осуществить строительство карьеров, шахт, обогащительных фабрик и вспомогательных цехов.

Как указывалось выше, разведку месторождений полезных ископаемых проводят геологоразведочные партии Министерства геологии СССР или партии других министерств и ведомств.

После завершения на месторождении необходимого и достаточного для проектирования горнорудного предприятия или рудника объема геологоразведочных работ, геологоразведочные партии составляют отчет по разведкам, производят подсчет выявленных в недрах запасов полезного ископаемого и направляют этот отчет с подсчетом запасов и со всеми гео-

логическими материалами на утверждение в Государственную комиссию по запасам при Совете Министров СССР (ГКЗ) или, когда запасы имеют местное значение, в одну из территориальных комиссий по запасам (ТКЗ) Министерства геологии СССР (по территориальной принадлежности).

Утверждению ГКЗ подлежат все разведанные запасы твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых в недрах, которые являются или могут явиться минеральносырьевой базой для действующих, проектируемых или реконструируемых предприятий союзного и республиканского подчинения.

Утверждению ТКЗ подлежат разведанные запасы различных полезных ископаемых, являющихся минеральносырьевой базой действующих, проектируемых и реконструируемых предприятий местного значения, и запасы месторождений строительных материалов для всех предприятий независимо от их ведомственной подчиненности.

Только после проверки и утверждения запасов в ГКЗ или ТКЗ вновь разведанные месторождения могут быть переданы для промышленного использования горным предприятиям тех министерств, которые заинтересованы в добыче этих полезных ископаемых. Передача промышленности разведанных месторождений полезных ископаемых и отчетов по ним с подсчетами запасов производится геологоразведочными организациями, с обязательным составлением двухсторонних актов.

До начала промышленного освоения любого месторождения составляется проект его разработки. Поэтому после приемки вновь разведанного месторождения горнорудное предприятие или ведомство выдает проектирующей организации (институту) утвержденное соответствующим главным управлением или министерством задание на проектирование.

Директивными органами запрещено проектирование и строительство новых и реконструкция и расширение действующих предприятий на базе месторождений полезных ископаемых, запасы которых не утверждены ГКЗ или в соответствующих случаях ТКЗ. Исключение из этого правила в каждом частном случае допускается лишь по специальным решениям Правительства Союза ССР.

2. Основные требования к подсчету запасов полезных ископаемых

Для проектирования и последующей разработки месторождения недостаточно знать общие валовые запасы полезного ископаемого в недрах и средний его состав. Большинство рудных месторождений характеризуется непостоянством состава руд в отдельных частях, блоках и горизонтах. Вследствие этого при определенной последовательности отработки того или иного месторождения может случиться так, что в одни периоды будут добываться богатые руды, в другие — только бедные руды или, иначе говоря, рудник будет поставлять металлургической промышленности в разные периоды (месяцы, годы) резко различные количества металла в рудах или концентратах. Это ни в какой степени не может удовлетворять запросы строго планируемого в нашей стране народного хозяйства.

На многих месторождениях руды верхних горизонтов вследствие процессов окисления резко отличаются по минеральному составу от руд нижних горизонтов и часто требуют совершенно иных методов механической их обработки (обогащения). Для руд верхних горизонтов требуется в таких случаях строительство одних обогатительных фабрик, для руд нижних горизонтов — других. Совершенно очевидно, что было бы неправильно проектировать для тех и других фабрик один срок окончания их строительства.

На многих крупных железорудных месторождениях разрыв в сроках строительства промывочных фабрик для обогащения маритовых руд окисленной зоны и строительства магнитообогатительных фабрик для первичных магнетитовых руд неизменной (неокисленной) зоны может достигать одного или нескольких десятилетий, что подтверждается практикой Магнитогорского, Высокогорского и других рудников.

Помимо отдельных типов руд на многих рудных месторождениях различные сорта руд того или иного типа имеют разные содержания полезного компонента. Для одних сортов руд, наиболее богатых, обогащение обязательно, для других требуется определенная схема обогащения, для третьих — иная, более сложная схема обогащения и для четвертых, наиболее бедных, обогащение экономически нецелесообразно.

Совершенно очевидно, что степень достоверности запасов и соответствующего им состава, установленных для отдельных частей, блоков и горизонтов месторождения, не может быть одинаковой: она выше там, где гуще расположены разведочные выработки, и ниже там, где разведочная сеть разрежена; выше в центральных частях месторождения и ниже в крайевых его частях, где рудные контуры устанавливаются преимущественно путем интерпретации или экстраполяции; выше там, где состав руд наиболее постояен, и ниже там, где наблюдается резкая изменчивость состава от точки к точке и т. д. В зависимости от этого запасы в отдельных частях и блоках месторождения имеют различную степень достоверности.

Таким образом, запасы и состав руд любого месторождения должны быть дифференцированы по ряду признаков, характеризующих состав и строение руд, их обогатимость, степень разведанности и т. п.

Подсчет производится раздельно для отдельных участков, залежей, блоков и отдельных типов полезного ископаемого, дающих различные его товарные сорта или требующих разных технологических схем обогащения. Иногда при подсчете выделяются запасы в зонах открытой и подземной отработки.

Все указанное выше относится не только ко вновь разведанным месторождениям, запасы по которым подсчитываются и подлежат утверждению в комиссии запасов впервые, но и к эксплуатируемым месторождениям, по которым производят повторные подсчеты запасов.

В процессе эксплуатации месторождения и дополнительной его разведки обычно уточняют форму и размеры отдельных его частей, состав и объемный вес полезного ископаемого и повышают общую степень разведанности месторождения, что чаще всего приводит к тем или иным изменениям запасов.

Согласно существующим инструкциям новые подсчеты запасов разрабатываемых месторождений вносятся на рассмотрение ГКЗ или ТКЗ по мере накопления новых материалов и в тех случаях, когда устанавливается существенное изменение рудных контуров и запасов или изменяются требования промышленности к сырью.

Пересчеты запасов отдельных частей эксплуатационных месторождений или этих месторождений в целом чаще всего приходится производить работникам рудничной геологической службы, обычно совместно с работниками маркшейдерской службы.

При пересчете запасов эксплуатируемого месторождения, помимо всей совокупности данных проведенной ранее на месторождении разведки используют также все материалы эксплуатационной разведки и материалы, полученные рудничной геологической службой при документации и опробовании горноэксплуатационных выработок. Кроме того, используют данные по определению объемных весов, влажности и качественного состава полезных ископаемых, полученные в процессе эксплуатации, результаты переработки полезного ископаемого на обогатительных фабриках и все необходимые маркшейдерские материалы.

3. Кондиции для подсчета запасов руд

Промышленная оценка месторождений полезных ископаемых производится на всех стадиях их изучения. Первая оценка дается вновь открытому объекту с целью определения целесообразности его предварительной разведки. Затем по данным предварительной разведки составляется технико-экономический доклад с целью экономической оценки месторождения и обоснования целесообразности его детальной разведки. В этот же период геологоразведочные и горнодобывающие организации разрабатывают временные кондиции для подсчета оперативных запасов. По завершении детальных геологоразведочных работ, в процессе которых получают исчерпывающую информацию по гидрогеологическим, инженерно-геологическим и технологическим исследованиям, производится основная экономическая оценка месторождения и утверждаются запасы в ГКЗ. В кондициях должно быть обосновано следующее:

— бортовое и минимальное промышленное содержание полезных компонентов;

— минимальная мощность рудных тел и максимальная мощность прослоев пород и некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов;

— возможная глубина отработки месторождения открытым способом, средний и предельный коэффициенты вскрыши, допустимый коэффициент рудоносности и другие показатели.

Кондиции на минеральное сырье разрабатывают в соответствии с едиными принципами подсчета и учета запасов полезных ископаемых, установленными классификациями запасов месторождений твердых полезных ископаемых. Кондиции на минеральное сырье представляют собой совокупность требований к качеству полезных ископаемых в недрах и к горно-геологическим условиям, соблюдение которых при оконтуривании и подсчете запасов позволяет правильно разделить запасы полезных ископаемых

по их народнохозяйственному значению на балансовые и забалансовые. Обычно кондиции устанавливаются по результатам детальной разведки, а для эксплуатируемых месторождений — по данным разведочно-эксплуатационных работ на основании специальных технико-экономических расчетов. Последние должны базироваться на разведанных запасах категорий $A + B + C_1$. Запасы категории C_2 и забалансовые запасы принимают во внимание для определения возможных перспектив развития горнодобывающих предприятий. По месторождениям пьезооптического сырья для определения кондиций учитывают также запасы категории C_2 .

Основные требования к кондициям предусмотрены «Методическими указаниями по обоснованию и расчету кондиций для подсчета запасов твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев)» и включают более десяти показателей (минимальное промышленное, бортовое содержание и др.). Следует иметь в виду, что не для каждого месторождения требуется определение всех показателей кондиций. Для некоторых месторождений, например бокситов, можно установить только один показатель — минимальную выемочную мощность рудного тела. Требования к качеству руд в этом случае устанавливаются специальным ГОСТом. Для ряда месторождений достаточно знать только два показателя, например, для жильных золоторудных — минимальное промышленное содержание и минимальную мощность рудных тел.

При разработке кондиций прежде всего следует наметить комплекс показателей, необходимый для правильного подсчета запасов и промышленной оценки месторождения. Затем следует выяснить взаимосвязь этих показателей и выделить наиболее важные из них, которые оказывают максимальное влияние на оценку запасов. Так, для уральских месторождений силикатного никеля, для которых минимальное промышленное содержание никеля в руде является постоянным, при расчете кондиций обычно подбирают оптимальный вариант бортового содержания. На одном редкометалльном месторождении ведущим показателем оказалась мощность рудного тела, которая зависела от бортового содержания. Для одного месторождения свинца минимальное промышленное содержание зависело главным образом от мощности прослоев вмещающих пород, разделяющих рудное тело.

Учитывая трудоемкость расчетных операций, связанных с определением кондиций, количество сравниваемых вариантов должно быть минимальным. В большинстве случаев можно ограничиться тремя вариантами: I — основной, II — подтверждающий целесообразность повышения ведущего показателя кондиций, III — подтверждающий нецелесообразность понижения ведущего показателя кондиций. Наибольшую трудность представляет определение бортового содержания, под которым понимается наименьшее содержание полезного компонента в краевых пробах, по которым производится оконтуривание балансовых запасов.

Чтобы установить бортовое содержание, на практике нередко применяют арифметический способ; например, для железорудных месторождений производят оконтуривание рудных тел при бортовых содержаниях 10, 15, 25% и т. д. Такой метод приводит к излишним расчетам и может быть применен только при отсутствии обоснованных бортовых со-

держаний. Следует иметь в виду, что бортовое содержание необходимо для оконтуривания рудных тел только в тех случаях, когда отсутствуют четкие геологические контакты рудных тел. Бортное и минимальное промышленное содержания находятся в тесной взаимозависимости. Весьма важно, чтобы варианты бортовых содержаний были увязаны не только с естественным распределением оруденения, но и с экономической структурой минимального промышленного содержания, которое является верхним пределом бортового. Структура минимального промышленного содержания может быть вскрыта методом последовательного разложения затрат, который во многих случаях помогает наметить варианты бортовых содержаний. Под минимальным промышленным содержанием понимается такое содержание ценного компонента, извлекаемая стоимость которого обеспечивает возврат всех затрат, произведенных на добычу и переработку полезного ископаемого. Минимальное промышленное содержание полезного компонента в руде рассчитывают по формуле

$$C = \frac{З \cdot 100}{ЦИР},$$

где C — минимальное промышленное содержание полезного компонента, %;

$З$ — общие затраты на добычу и переработку 1 т. руды, руб.;

$Ц$ — оптовая цена 1 т продукции, руб.;

$И$ — коэффициент извлечения металла;

$Р$ — коэффициент разубоживания при добыче руды.

Минимальное промышленное содержание полезного компонента зависит главным образом от масштаба добычи и переработки руды. Чем меньше масштаб добычи, тем выше минимальное промышленное содержание.

Экономическую оценку месторождений выполняют для определения целесообразности их промышленного освоения с расчетом на получение заданного количества продукта при минимуме затрат. Чем меньше затраты на единицу горнорудного сырья, тем выше экономический эффект промышленного освоения месторождения. Основными показателями экономической оценки служат стоимостные показатели — цены, рентабельность производства, общие и удельные капитальные вложения, эффективность последних.

Особой задачей являются оценочные вопросы, охватывающие поисково-разведочные работы. На этой стадии еще трудно производить экономическую оценку месторождения. В этом случае отнесение месторождения к промышленной или непромышленной категории целесообразно с учетом главнейших параметров их геологической характеристики и на основе предварительного расчета предельных значений соответствующих параметров — «браковочных» кондиций. К таким кондициям может быть отнесен минимальный объем запасов, необходимый и достаточный для строительства самостоятельного горнообогатительного предприятия. Совершенно очевидно, нецелесообразность предварительной разведки объектов, запасы которых меньше минимального промышленного объема. Это относится и к минимальному промышленному содержанию полезного компонента

в рудах вновь выявляемых месторождений или самостоятельных рудных тел эксплуатируемых месторождений.

Следует иметь в виду, что при наличии в ископаемом нескольких полезных компонентов между ними устанавливают взаимные коэффициенты пересчета; в этом случае бортовое и среднее минимальное промышленное содержание определяют с учетом суммы содержаний полезных компонентов в руде.

Для некоторых видов сырья бортовое и среднее минимальное промышленное содержание устанавливается не только по ценному компоненту, но и по максимально допустимому содержанию вредных примесей.

К кондициям по химическому составу и физическим свойствам руд в пластовых, жильных и некоторых других месторождениях добавляются кондиции по мощности пласта или жилы, выше которых запасы учитывают на балансе, ниже — за балансом. Чем более ценным является полезное ископаемое, тем ниже кондиции по мощности залежи. Для железных руд они лежат в пределах 2—1 м, для марганцевых — 1,0—0,5 м, для руд благородных и редких металлов могут опускаться до 0,2—0,1 м и редко ниже.

Иногда по гидрогеологическим и горнотехническим условиям разработка того или иного месторождения в целом или отдельных его участков может быть настолько затруднена, что запасы всего месторождения или глубоких горизонтов и некоторых других его участков могут быть отнесены к забалансовым. Соответствующие условия для подсчета балансовых и забалансовых запасов также включаются в кондиции.

Из приведенного выше следует, что при установлении кондиций для подсчета запасов того или иного полезного ископаемого имеет значение ряд факторов: химический состав (содержание полезных и вредных компонентов, иногда и флюсообразующих компонентов), процент извлечения, возможность повышения полезных и удаления вредных компонентов при механической обработке (обогащении) полезного ископаемого, физические свойства его, мощность залежей и общие масштабы месторождения, гидрогеологические и горнотехнические условия его эксплуатации и, кроме того, географическое положение месторождения — удаленность его от перерабатывающих полезное ископаемое предприятий, железнодорожных и водных путей сообщения и т. п.

В зависимости от совокупности ряда условий кондиции для одного и того же полезного ископаемого могут быть различными и колеблются в значительных пределах, в связи с чем кондиции устанавливают для каждого месторождения.

Как было отмечено выше, на определенном этапе разведки месторождения геологоразведочная организация составляет проект кондиций, обосновывая его полученными в ходе разведки и исследований полезного ископаемого данными. Этот проект кондиций с соответствующей пояснительной запиской и графическими материалами рассматривается и утверждается ГКЗ.

Для эксплуатируемых месторождений применяемые кондиции в отдельных случаях могут изменяться в зависимости от установления новых способов их разработки, новой технологии переработки полезного ископа-

емого, изменения требований промышленности к сырью и ряда других факторов, что влечет за собой пересчет запасов или перевод забалансовых запасов в балансовые.

4. Классификация запасов по степени разведанности, изученности и подготовленности их для промышленного освоения

Как указывалось выше, степень разведанности, геологической и технологической изученности полезного ископаемого различных месторождений, а также отдельных частей одного месторождения не является одинаковой.

Запасы полезных ископаемых по их народнохозяйственному значению разделяются на две группы, подлежащие отдельному подсчету, утверждению и учету. Балансовые запасы экономически целесообразно осваивать, и они должны удовлетворять условиям, устанавливаемым для подсчета запасов в недрах. Забалансовые запасы в настоящее время экономически нецелесообразно использовать вследствие малого количества, малой мощности залежей, низкого содержания ценных компонентов, особой сложности эксплуатации, необходимости применения очень сложных процессов переработки, но в дальнейшем они могут явиться объектом промышленного освоения.

Запасы месторождений полезных ископаемых в зависимости от степени разведанности месторождений, изученности качества сырья и горнотехнических условий разработки месторождений делятся на четыре категории — А, В, С₁, С₂.

К а т е г о р и я А — запасы, разведанные и изученные с детальной, обеспечивающей полное выяснение условий залегания, формы и строения тел полезного ископаемого, полное выявление природных типов и промышленных сортов минерального сырья, их соотношения и пространственного положения, выделение и очертывание безрудных некондиционных участков внутри тел полезного ископаемого и установление природных факторов (гидрогеологических, инженерно-геологических и др.), определяющих условия ведения горно-эксплуатационных работ. Контур запасов полезных ископаемых определен скважинами или горными выработками.

К а т е г о р и я В — запасы, разведанные и изученные с детальной, обеспечивающей выяснение основных особенностей условий залегания, формы и характера строения тел полезного ископаемого, выявление природных типов и промышленных сортов минерального сырья и закономерности их распределения без точного отображения пространственного положения каждого типа, выяснение соотношения и характера безрудных и некондиционных участков внутри тел полезного ископаемого и основных природных факторов, определяющих условия ведения горноэксплуатационных работ. Контур запасов полезных ископаемых определен по данным разведочных выработок с включением при устойчивой мощности и выдержанном качестве полезного ископаемого ограниченной зоны экстраполяции.

К а т е г о р и я С₁ — запасы, разведанные и изученные с детальной, обеспечивающей выяснение в общих чертах условий залегания, формы и строения тел полезного ископаемого, его природных типов,

промышленных сортов, качества, технологических свойств, а также природных факторов, определяющих условия ведения горно-эксплуатационных работ. Контур запасов полезных ископаемых определен на основании разведочных выработок и экстраполяции по геологическим и геофизическим данным.

К а т е г о р и я C_2 — запасы, предварительно оцененные, условия залегания, форма и распространение тел полезного ископаемого определены на основании геологических и геофизических данных, подтвержденных вскрытием полезного ископаемого в отдельных точках, или по данным промышленных разведочных участков. Контур запасов полезных ископаемых принят в пределах геологически благоприятных структур и комплексов горных пород.

Запасы твердых полезных ископаемых учитываются по наличию в недрах, без вычета потерь при их добыче, обогащении или обработке; контуры запасов устанавливаются на основании разведочных, геологических и геофизических данных; отдельно подсчитывают запасы балансовых и забалансовых полезных ископаемых и запасы различных категорий.

Запасы подсчитываются в весовом выражении; подсчет запасов в объемном выражении допустим только для тех полезных ископаемых, при использовании которых не требуется точного определения веса (строительные материалы, металлоносные пески, формовочные пески и пр.).

Состав полезных ископаемых определяется независимо от возможного разубоживания при добыче или обработке, по данным анализов и испытаний проб как по основному, так и по сопутствующим компонентам. Качественная характеристика полезных ископаемых изучается с учетом их назначения, технологии переработки, а также наиболее полного и комплексного использования по основному и сопутствующим ценным компонентам.

Классификация запасов месторождений твердых полезных ископаемых применяется к отдельным видам полезных ископаемых в соответствии с утвержденными инструкциями Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) при Совете Министров СССР.

Подготовленность того или иного месторождения для обоснования проектирования и капиталовложений в строительство горнодобывающего предприятия определяется соотношением количества балансовых запасов полезных ископаемых по категориям.

Разработка проектов и выделение капиталовложений на строительство горнодобывающих предприятий производится на основании балансовых запасов полезных ископаемых и сопутствующих ему ценных компонентов категорий $A + B + C_1$, а по месторождениям, разведка которых до категории A вследствие небольших размеров, сложности их строения или распределения ценных компонентов (основного и сопутствующих) нецелесообразна, — на основании балансовых запасов категорий $B + C_1$. Для отдельных месторождений некоторых полезных ископаемых с особенно сложным строением или распределением ценных компонентов, которое не представляется возможным выяснить даже при густой сети разведочных скважин и горных выработок, разработка проектов и выделение капиталовложений на строительство горнодобывающих предприятий могут быть допущены в виде исключения на основании балансовых запасов категории

C_1 , если условия разработки месторождения, качество и технология переработки полезного ископаемого выяснены достаточно полно.

При проектировании горнодобывающих предприятий для определения перспектив их развития наряду с запасами полезного ископаемого по основному и сопутствующим ценным компонентам других категорий учитываются и запасы категории C_2 .

Составление проектов и выделение капитальных вложений на строительство новых и реконструкцию действующих горнодобывающих предприятий должны производиться при наличии на месторождении или его участке утвержденных Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (или в соответствующих случаях территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых) балансовых запасов полезного ископаемого категорий А, В и C_1 . При этом для отдельных групп месторождений устанавливается приведенное ниже соотношение запасов указанных категорий.

Группа 1. К этой группе относятся месторождения (участки) простого строения с выдержанной мощностью тел полезных ископаемых и равномерным распределением полезных компонентов. Для месторождений этой группы не менее 30% запасов должно быть разведано по категориям А и В, в том числе не менее 10% по категории А. Значительное превышение количества разведанных запасов категорий А и В по сравнению с указанным пределом без должного основания нецелесообразно, за исключением небольших месторождений, разработка которых производится без эксплуатационной разведки.

Группа 2. К этой группе относятся месторождения (участки) сложного строения с невыдержанной мощностью тел полезных ископаемых или неравномерным распределением полезных компонентов, на которых выявление запасов полезных ископаемых категории А в процессе детальной разведки нецелесообразно вследствие очень высокой стоимости разведочных работ. Для месторождений этой группы не менее 20% запасов должно быть разведано по категории В.

Группа 3. К этой группе относятся месторождения (участки) очень сложного строения с резко изменчивой мощностью тел полезных ископаемых или исключительно невыдержанным содержанием полезных компонентов, на которых в процессе разведки нецелесообразно выявлять запасы категории В. Проектирование горнодобывающих предприятий и выделение капитальных вложений на строительство новых и реконструкцию действующих горнодобывающих предприятий допускается на базе запасов категории C_1 .

На месторождении, вовлекаемом в промышленное освоение не полностью указанное соотношение запасов различных категорий должно выдерживаться для той оси части, на базе которой намечается строительство горнодобывающего предприятия.

Для месторождений коксующихся углей запасы по категории А и В должны составлять не менее 60% от суммы запасов категории А, В и C_1 , в том числе не менее 30% по категории А.

Возможность проектирования и строительства горнодобывающего предприятия при наличии меньшего количества запасов категории А или В

Таблица 1

Соотношение балансовых запасов всех видов твердых полезных ископаемых категорий А, В и С₁ для проектирования горнодобывающих предприятий и выделения капиталовложений для их строительства

Группы месторождений	В % от суммарных запасов категорий А+В+С ₁		
	А+В	В том числе А	С ₁
Группа I. Месторождения простого строения с выдержанной мощностью тел полезных ископаемых и равномерным распределением полезных компонентов	30	10	70
Группа II. Месторождения сложного строения с невыдержанной мощностью тел полезных ископаемых и неравномерным распределением полезных компонентов	—	20	80
Группа III. Месторождения очень сложного строения с резко изменчивой мощностью тел полезных ископаемых и исключительно невыдержанным содержанием полезных компонентов	—	—	100

против запасов, указанных выше, устанавливается Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (или в соответствующих случаях территориальными комиссиями по запасам полезных ископаемых) при утверждении запасов.

На месторождениях (участках), подлежащих промышленному освоению, гидрогеологические и горнотехнические условия их эксплуатации, качество и технология переработки полезного ископаемого во всех случаях должны быть изучены с детальностью, достаточной для составления проекта горнодобывающего предприятия. Наиболее детально должны быть разведаны участки и горизонты месторождения, намечаемые по предварительным данным для первоочередной отработки. Наряду с разведкой участка, передаваемого в промышленное освоение, должны быть оценены общие запасы месторождения.

При проектировании горнодобывающих предприятий для установления определения возможных перспектив из развития (определения наибольшей глубины и площади разработки, выбора способа вскрытия и места заложения шахтных стволов, контуров карьера, зон обрушения, расположения сооружений, подъездных путей и отвалов), а также с целью более полного использования минеральных ресурсов должны учитываться запасы категории С₂ и забалансовые запасы.

Соотношение запасов различных категорий на разрабатываемых месторождениях устанавливается в каждом отдельном случае предприятиями, осуществляющими эксплуатацию месторождения, исходя из необходимости обеспечения нормального ведения горноподготовительных и очистных работ в соответствии с производственными планами предприятий.

В табл. 1 приведены данные о соотношении запасов категорий А, В и С₁ месторождений всех видов твердых полезных ископаемых для обоснования проектирования и капиталовложений в строительство горнодобывающих предприятий.

Глава IV

СТРУКТУРА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЙ СЛУЖБЫ

1. Современное состояние геологической службы в СССР

В настоящее время все работы по геологическому и гидрогеологическому изучению территории страны, региональным геофизическим исследованиям, поискам и предварительной разведке месторождений полезных ископаемых и в значительной части по их детальной разведке сконцентрированы в Министерстве геологии СССР.

Отраслевые министерства СССР — Министерство цветной металлургии, Министерство черной металлургии, Министерство угольной промышленности, Министерство нефтяной промышленности, Министерство газовой промышленности, Министерство химической промышленности и Министерство промышленности строительных материалов, производящие добычу полезных ископаемых, осуществляют геологические работы, связанные с эксплуатацией месторождений, а также ведут работы по доразведке разрабатываемых и подготавливаемых к разработке объектов. Министерство нефтяной промышленности СССР кроме указанных работ проводит в значительных объемах разведочные и поисковые работы на нефть и газ в районах существующей нефтедобычи.

В соответствии с этим основная часть средств, выделяемых по государственному бюджету на геологоразведочные работы, расходуется Министерством геологии СССР (80%), на долю Министерства нефтяной промышленности СССР приходится 8%, Министерства цветной металлургии — 6% и Министерства угольной промышленности СССР — 2%.

По средствам на глубокое разведочное бурение на нефть и газ, финансируемым за счет капитальных вложений в нефтяную и газовую промышленность, доля Министерства геологии СССР составляет 44%, Министерства нефтяной промышленности СССР — 55% и Министерства газовой промышленности СССР — 1%.

Министерство геологии СССР, являясь союзно-республиканским органом, имеет в своей системе четыре республиканских министерства — РСФСР, Украинской ССР, Узбекской ССР и Казахской ССР и однанадцать управлений геологии при Советах Министров в остальных союзных республиках, а также ряд организаций союзного подчинения. Министерство

геологии СССР руководит работой республиканских министерств и управлений совместно с Советами Министров союзных республик.

Основной задачей Министерства геологии СССР является проведение планомерного и комплексного изучения недр с целью полного обеспечения народного хозяйства страны всеми видами минерального сырья. Министерство геологии СССР обеспечивает выполнение заданий народнохозяйственного плана по приросту запасов полезных ископаемых и других геологических заданий, осуществляет всемерное развитие и совершенствование геологоразведочных работ и повышение их эффективности путем внедрения передовых методов геологических исследований, повышения уровня организации производства и роста производительности труда.

На Министерство геологии СССР возложено проведение единой научно-технической политики в области геологоразведочных работ в стране, разработка теоретических и прикладных проблем в геологии, а также разработка и утверждение методических инструкций и нормативных справочников, обязательных для применения при производстве геологоразведочных работ всеми министерствами и ведомствами страны.

Министерство геологии СССР осуществляет государственный геологический контроль за правильным проведением в стране всех видов геологоразведочных работ, а также учет состояния и движения запасов всех видов полезных ископаемых.

В соответствии с возложенными задачами Министерство геологии СССР изучает потребности народного хозяйства в минеральном сырье и на основе этого разрабатывает вопросы развития и размещения геологоразведочных работ в стране и представляет Госплану СССР на рассмотрение основные показатели годовых и перспективных планов геологоразведочных работ; определяет, исходя из контрольных цифр развития народного хозяйства СССР, для министерств и управлений геологии союзных республик и организаций союзного подчинения контрольные цифры перспективных планов; разрабатывает на основе контрольных цифр развития народного хозяйства СССР, проектов планов подведомственных организаций и предложений министерств и ведомств СССР и Советов Министров союзных республик проекты перспективных и годовых планов геологоразведочных работ и представляет их на утверждение в Совет Министров СССР и Госплан СССР; рассматривает с участием министерств и управлений союзных республик и организаций союзного подчинения планы геологоразведочных работ и утверждает их.

Министерство геологии СССР руководит деятельностью научно-исследовательских институтов, обеспечивает разработку всего комплекса научно-технических проблем геологии, проводит работу по повышению геологической и экономической эффективности геологоразведочных работ на основе достижений отечественной и зарубежной науки и техники.

В области материально-технического снабжения Министерство геологии СССР определяет потребность подведомственных организаций в материальных ресурсах и распоряжается выделенными ему фондами, осуществляя снабжение подчиненных организаций, учреждений и предприятий.

Работа по воспитанию, подготовке и рациональному использованию квалифицированных кадров является одной из важнейших функций Ми-

признакам вместе. Так, в Министерстве геологии РСФСР геологическая служба построена в основном по территориальному признаку и геологическая работа осуществляется территориальными управлениями, однако имеются отраслевые геофизические тресты, проводящие работы на площадках территориальных управлений. Кроме того, одно из управлений — Восточно-Сибирское — ведет работы только по поискам нефти и газа на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока.

В Министерстве геологии Казахской ССР имеются территориальные геологические управления, территориально-отраслевые тресты и отраслевые организации — гидрогеологическое управление (в составе трестов) и геофизические тресты. Территориальные организации проводят на отведенной им территории разведочные работы на весь комплекс полезных ископаемых, отраслевые — ведут работы по всей территории республики, но лишь в какой-то определенной области (например, геофизика, гидрогеология) и территориально-отраслевые — в пределах отведенной им территории и только на определенные виды полезных ископаемых (например, трест «Актюбнефтера звезда» разведует месторождения нефти и газа на территории Актюбинской области).

В Министерстве геологии Украинской ССР территориальные организации, ведущие работы по всем полезным ископаемым, кроме нефти и газа, представлены трестами. Кроме того, имеются территориально-отраслевые тресты, занимающиеся поисками нефти и газа, и геофизические тресты.

В Министерстве геологии Узбекской ССР ведут работы тресты на твердые полезные ископаемые, нефтегазоразведочные тресты, геофизический и гидрогеологический тресты.

Образование тех или иных производственных организаций определяется конкретными геологическими, географическими или организационными условиями.

Геологические управления и тресты в свою очередь включают низовые производственные подразделения, которые представлены экспедициями и партиями, а также конторами глубокого бурения. Низовые подразделения также бывают либо комплексными (например, геологоразведочная экспедиция в составе нескольких партий различного назначения), либо специализированными (контора глубокого разведочного бурения, каротажная партия и др.). Геологические партии, являющиеся первичным звеном структуры, могут быть самостоятельными, непосредственно подчиненными управлению или тресту, находящимся на самостоятельном балансе, или могут входить в состав экспедиций и контор; в последнем случае партии часто не являются полностью хозяйственными организациями. Например, в 1970 г. в системе Министерства геологии СССР работало 9435 партий.

Структура республиканских геологических управлений по существу аналогична структуре республиканских министерств геологии, но из-за относительно небольших объемов работ они в своем составе не имеют территориальных геологических управлений. Тресты в республиканских управлениях, как правило, являются специализированными.

Наряду с упомянутыми собственно геологоразведочными производственными подразделениями в составе республиканских министерств и управлений геологии имеются также научно-методические подразделения

(институты, тематические партии и экспедиции), лаборатории, а также транспортные, строительные, геологоремонтные и снабженческие хозяйства, обеспечивающие нормальное производство геологоразведочных работ.

Структура геологической службы отраслевых горнодобывающих министерств резко отличается от структуры Министерства геологии СССР, что обусловлено иными задачами этой службы и значительно меньшими объемами ее работ.

На горнодобывающих предприятиях, как правило, имеются геологические бюро или отделы, которые осуществляют геологическое обслуживание эксплуатационных работ и доразведку разрабатываемых месторождений. В отдельных случаях, когда объемы разведочных работ значительные, на предприятиях создаются специализированные геологоразведочные участки. Если горнодобывающее предприятие входит в комбинат, трест или объединение, то в составе объединенной организации также имеется геологический отдел, возглавляющий геологическую деятельность как всей организации в целом, так и отдельных входящих в нее предприятий.

Следующая геологическая ячейка имеется в составе отраслевых управлений республиканских или союзных министерств (например, в Главзолоте или в Главдинксвице Министерства цветной металлургии СССР) и, наконец, высшей отраслевой геологической инстанцией является Геологическое (иногда главное) управление горнодобывающего министерства.

В последнее время в некоторых отраслевых министерствах в связи с передачей в их ведение ряда работ по разведкам на эксплуатируемых и строящихся предприятиях организуются геологоразведочные тресты, экспедиции и партии.

2. Положение о рудничной геологической службе

В своей практической работе рудничная геологическая служба руководствуется «Положением о рудничной, шахтной и промышленной геологической службе на горнодобывающих предприятиях», инструкциями по геологическому обслуживанию горноэксплуатационных предприятий, организации и методике производства геологоразведочных работ, а также действующими правилами технической эксплуатации месторождений полезных ископаемых. Общее методическое руководство рудничной геологической службой действующих и строящихся горнодобывающих предприятий осуществляется геологическими управлениями отраслевых сырьевых министерств путем:

- разработки инструкций и методических руководств по геологическому обслуживанию горноэксплуатационных работ;
- обобщения и организации обмена опытом работы рудничной геологической службы;
- разработки и внедрения в практику прогрессивных методов и техники работы;
- рассмотрения и утверждения проектов работ;
- контроля за качеством проектов и смет на геологоразведочные работы и за их выполнением;
- координации тематических работ;

— упорядочения геологической отчетности.

Как было отмечено выше, основными задачами геологической службы горнодобывающих предприятий являются следующие:

— всестороннее геологическое обслуживание действующих и строящихся горнодобывающих предприятий с целью обеспечения технически правильной и экономически целесообразной эксплуатации месторождений, и также наиболее полного извлечения полезных ископаемых из недр и снижения стоимости их добычи;

— гидрогеологическое обслуживание действующих и строящихся предприятий;

— проведение эксплуатационной разведки с целью уточнения и прироста запасов, а также контуров и морфологии рудных тел и качества полезного ископаемого;

— доразведка флангов и глубоких горизонтов эксплуатируемого месторождения;

— детальное геологическое и гидрогеологическое изучение месторождения;

— изучение и учет состояния минеральносырьевой базы, оценка перспектив развития горнодобывающих предприятий и разработка мероприятий по охране недр.

Решение задач, стоящих перед геологической службой, осуществляется в результате планирования, проектирования и проведения всех видов геологоразведочных работ, геологической документации и опробования, составления геологических планов и разрезов, учета запасов, потерь и разубоживания руды, участия в составлении проектов горных работ и наблюдения за их правильным осуществлением.

Методика выполнения каждого вида работ определяется в зависимости от геологических особенностей месторождения и горнотехнических условий его отработки. Главными геологическими факторами, определяющими выбор методов работ рудничной геологической службы, являются:

— форма, условия залегания, размеры, особенности внутреннего строения и вещественный состав руд;

— тектоническое строение месторождения;

— физические свойства руд — магнитность, электропроводность, радиоактивность, люминесцентность и т. п.

Для поисков, оконтуривания и опробования рудных тел рекомендуется в широких масштабах применять геофизические методы. Главными горнотехническими и технологическими факторами, определяющими выбор методов геологической службы, являются:

— системы разработки, принятые на руднике;

— способы отбойки руды — шпуры, скважины, минные камеры;

— устойчивость вмещающих пород;

— технологические свойства руд и способы их переработки.

Отмеченные факторы определяют методику документации и опробования горных выработок, способы учета запасов, потерь и разубоживания руды, методику эксплуатационной разведки и специфику геологического контроля за полной выемки руд. В целях изучения, опробования и оконтуривания рудных тел в процессе подготовки и отработки блоков, камер,

карьером необходимо наиболее полно использовать все подготовительные, нарезные и очистные горные выработки. При системах разработки, когда проведение непосредственных наблюдений в очистном пространстве невозможно, следует установить особые приемы геологической документации и опробования эксплуатационных скважин и нарезных выработок.

На каждом руднике необходимо творчески разработать с учетом геологических особенностей месторождения свои инструкции по основным разделам рудничной геологической службы.

3. Структура геологической службы горнодобывающих предприятий, подбор кадров

Организационные формы и структура геологической службы горнодобывающих предприятий определяются и утверждаются соответствующими министерствами и ведомствами. В общем случае при определении формы и структуры геологической службы можно придерживаться следующих основных принципов.

1. На горнодобывающих предприятиях — рудниках, шахтах, приисках, карьерах, а также во всех организациях, осуществляющих руководство горными предприятиями (Министерства, Главки, объединения, тресты, управления, комбинаты), в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 15 октября 1959 г. № 1193 создается геологическая служба.

2. В организациях, руководящих деятельностью горных предприятий, геологическая служба возглавляется:

— в министерствах — геологическими (иногда главными) управлениями, осуществляющими методическое руководство деятельностью геологической службы отрасли;

— в главных управлениях — главными геологами Главков;

— в объединениях, комбинатах, трестах рудоуправлений — главными (старшими) геологами, являющимися заместителями руководителей организаций или предприятий;

— на производственных участках горных предприятий — участковыми геологами, в методическом и административном отношении, подчиненными главному (старшему) геологу предприятия. Должность главного (старшего) геолога может быть замещена дипломированным инженером-геологом, имеющим достаточный опыт самостоятельной работы по специальности. Назначение и перемещение главных (старших) геологов производится вышестоящими организациями по представлению руководителей подведомственных им горных предприятий и организаций по согласованию с главным геологом Главка. Главные (старшие) геологи комбинатов, объединений, трестов, управлений, горнодобывающих предприятий являются номенклатурными работниками министерства или отраслевого Главка. Штаты подразделений геологической службы горнодобывающих предприятий утверждаются руководством вышестоящих организаций по представлению соответствующего предприятия. В отраслевых главных управлениях создается геологический отдел во главе с начальником отдела — главным геологом Главка. Если объемы работ невелики, то целесообразно в Главке иметь геолого-маркшейдерский отдел во главе с главным геологом.

На комбинате, в тресте, рудоуправлении, если этого требуют масштабы работ, создается геологический отдел во главе с начальником отдела — главным геологом.

Для проведения геологоразведочных работ на эксплуатируемом и подготавливаемом к эксплуатации месторождении и обеспечения комплексного геологического обслуживания действующих и строящихся горных предприятий создаются специализированные хозрасчетные геологоразведочные партии, экспедиции. Финансирование геологоразведочных работ осуществляется в соответствии с «Инструкцией о порядке планирования, проектирования и финансирования геологоразведочных работ».

Геологическая служба горнодобывающего предприятия выполняет следующее:

- геологически обосновывает и участвует в составлении и рассмотрении перспективных, годовых, квартальных и месячных планов добычи полезных ископаемых и проектов обработки месторождения;
- планирует, проектирует и организует проведение геологоразведочных, гидрогеологических, геофизических и других работ в пределах горных отводов предприятия;
- обеспечивает выполнение плана геологоразведочных работ, прироста запасов полезных ископаемых и перевода их в высшие категории;
- осуществляет контроль за геологическим направлением горно-эксплуатационных и разведочных выработок и буровых скважин;
- следит за проведением работ, связанных с документацией и опробованием всех видов горных выработок и буровых скважин;
- организует учет движения разведанных, вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов полезных ископаемых и их добычи;
- ведет учет потерь и разубоживания руды, контроль за полнотой и качеством обработки месторождения полезных ископаемых;
- определяет выбор места заложения горных выработок и буровых скважин, оформляет акты на погашение отработанных блоков, горизонтов, участков, месторождений;
- готовит материалы на списание неподтвердившихся или утративших промышленное значение запасов и представление их в вышестоящую организацию;
- производит обобщение первичных геологических материалов для всестороннего геологического изучения эксплуатируемых месторождений;
- принимает участие в приеме разведанных месторождений полезных ископаемых, передаваемых геологическими организациями для их промышленного освоения, участвует в оформлении горных отводов для строительства новых горнодобывающих предприятий;
- проводит сопоставление данных разведки и эксплуатационного опробования с результатами фактической добычи полезных ископаемых;
- составляет паспорта месторождений, залежей, эксплуатационных блоков;
- составляет и представляет в установленном порядке квартальные и годовые геологические отчеты с подсчетом запасов полезных ископаемых, а также с соответствующей оперативной и статистической отчетностью;
- готовит для руководства горнорудного предприятия рекомендации

по доразведке вновь выявленных участков, структур, площадей рудных тел, залежей;

— совместно с горным надзором и маркшейдерской службой разрабатывает меры по предупреждению внезапных прорывов воды, плывунов, газов, а также по предупреждению возможных обрушений в горных выработках на тектонически нарушенных участках.

4. Основные задачи рудничного геолога

Круг вопросов, которыми приходится заниматься рудничному геологу, весьма обширен и многогранен. Основными его задачами являются:

— методическое и техническое руководство всем комплексом геологических работ на горном предприятии;

— контроль за полнотой и комплексностью извлечения полезных ископаемых при добыче, обогащении и металлургическом переделе;

— контроль за строгим соблюдением утвержденных календарных графиков позабойной добычи и проведение геологоразведочных работ;

— постоянное наблюдение за ходом выполнения плана геологоразведочных, опробовательских и других работ (особенно за приростом запасов) по геологическому обслуживанию горного предприятия;

— определение направления очистных, подготовительных и геологоразведочных работ, внесение изменений в направление работ в связи с изменившимися горно-геологическими условиями;

— своевременное предупреждение руководителей горного цеха о необходимости соблюдения осторожности в проведении горных выработок в особо опасных в горно-геологическом отношении зонах;

— постоянный контроль за качеством проведения горных выработок и буровых скважин, не допускать их проходку без проекта;

— контроль за тем, чтобы приказы и распоряжения по предприятию, связанные с геологоразведочными и горноэксплуатационными работами, а также проектные задания на реконструкцию горнодобывающего предприятия были согласованы с геологической службой;

— участие в решении вопросов премирования инженерно-технических работников, занятых на добыче полезного ископаемого и разведке месторождения;

— своевременное сообщение администрации о всех нарушениях, допускаемых работниками предприятия (самовольное отступление от проектов, сверхплановые потери и разубоживание полезных ископаемых и невыполнение указаний геологической службы);

— систематический контроль за работой лабораторий предприятия в отношении качества и своевременности исследования проб полезных ископаемых.

Разумеется, что перечисленные основные задачи рудничного геолога этим не исчерпываются. Интересы производства постоянно выдвигают все новые вопросы, которые должны найти свое правильное разрешение в зависимости от конкретных горно-геологических условий. Главной задачей рудничного геолога является систематическое комплексное изучение месторождения для максимального, эффективного и полного использования

его недр, постоянное совершенствование методов рудничной геологической службы, методов эксплуатационной разведки с тем, чтобы изыскивать возможности продления срока действия горнодобывающего предприятия.

5. Координация работы геологического отдела с другими отделами и цехами горного предприятия

Деятельность геологического отдела горнодобывающего предприятия распространяется не только на горный цех предприятия, но и на обогатительную фабрику, металлургический завод, химико-аналитическую лабораторию, строительный цех по водоснабжению предприятия и т. п. Главным объектом деятельности геологического отдела является горный цех. Поэтому основное внимание персонала отдела должно быть уделено своевременному разрешению вопросов, способствующих правильному ведению всех видов горных работ, выполнению производственного плана по добыче руды и металла, по проходке капитальных, горноподготовительных, нарезных и геологоразведочных выработок. Деятельность геологического отдела должна оказывать повседневное влияние на внедрение горным цехом прогрессивных методов проходки горных выработок, систем разработки месторождения, безопасное ведение горных работ. Тесная, научно обоснованная координация деятельности геологического отдела и горного цеха — залог успешного выполнения производственной программы, успешной борьбы с потерями и разубоживанием руды, координация деятельности этих подразделений будет способствовать своевременной подготовке запасов к выемке, комплексному использованию сырья.

Сотрудничество геологического отдела с обогатительной фабрикой обеспечивает повышение процента извлечения полезного компонента в концентрат, комплексное использование сырья, правильное составление баланса металла (металлов) в добытой и переработанной руде. Своевременная информация геологическим отделом работников обогатительной фабрики о минеральных типах руд, их качестве, физических свойствах позволит применять наиболее рациональную технологию обогащения руд и тем самым влиять на улучшение качественных и экономических показателей работы фабрики.

Координация деятельности геологического отдела с металлургическим заводом будет способствовать улучшению технико-экономических показателей работы завода. Специалисты геологического отдела могут оказывать металлургам существенную помощь по внедрению прогрессивной технологии и новой техники. Согласованность в работе геологов отдела и сотрудников химико-аналитической лаборатории позволит сократить непроизводительные затраты при производстве анализов проб, повысить качество анализов и их достоверность. Геологический отдел может оказать большую помощь строительному цеху как при решении инженерно-геологических и гидрогеологических вопросов, так и в изыскании на месте строительного объекта необходимых строительных материалов (стенной и облицовочный материалы, щебень, песок и т. п.). Координация деятельности этих двух подразделений горнодобывающего предприятия может оказать большую экономическую пользу. Геологический отдел может играть

важную роль в решении проблемы снабжения предприятия водой для бытовых и технических нужд. Рекомендации специалистов отдела по этим вопросам могут эффективно влиять на технико-экономические показатели работы предприятия.

Координация деятельности геологического отдела и других подразделений горнодобывающего предприятия будет способствовать успешному решению задач, стоящих перед коллективом предприятия.

6. Техника безопасности на геологоразведочных работах

Все виды геологоразведочных работ — детальная геологическая съемка, поиски, геофизические, буровые, горные, гидрогеологические, инженерно-геологические, лабораторные, опытно-исследовательские и другие — должны выполняться в соответствии с «Едиными правилами безопасности при геологоразведочных работах». На основании этих Правил геологоразведочными организациями разрабатываются инструкции по технике безопасности на отдельные виды работ. Инструкции должны быть согласованы с местными органами Госгортехнадзора и профсоюза. При проведении взрывных работ, а также при перевозке, хранении, использовании и учете взрывчатых материалов необходимо руководствоваться «Едиными правилами безопасности при взрывных работах». Геологоразведочные работы на действующих горнорудных предприятиях должны осуществляться с соблюдением «Единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом». В угольных шахтах геологоразведочные работы выполняются с учетом требований «Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах». Строительство временных зданий и сооружений должно производиться в соответствии с «Правилами техники безопасности для строительно-монтажных работ». Работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений должны выполняться с соблюдением «Правил работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений при поисках и разведке полезных ископаемых».

При проведении геологосъемочных и геологопоисковых работ партии и экспедиции должны быть полностью обеспечены исправным снаряжением и средствами техники безопасности. Их выезд на место съемки и поисков разрешается только после проверки готовности к проведению полевых работ. Состояние готовности должно быть оформлено актом. Все рабочие и ИТР, направляемые на полевые работы, должны пройти медицинское освидетельствование. Прием на работу лиц моложе 16 лет запрещается. Перед началом полевых работ должен быть проведен специальный инструктаж всех работников партии.

При проведении геофизических работ должны быть приняты все необходимые меры предосторожности в соответствии с правилами безопасности. При проведении взрывных и прострелочных работ в скважинах обязательно выполнение требований «Единых правил безопасности при взрывных работах». Каротажные работы разрешается производить только в специально подготовленных скважинах. Подготовка их должна обеспечивать беспрепятственный спуск до забоя и подъем каротажных приборов, а также безопасность проведения работ.

Гидрогеологические и инженерно-геологические работы, связанные с бурением скважин, проведением горных выработок, а также с применением различных механизмов, должны производиться с соблюдением требований правил техники безопасности. Запрещается:

- производить опыты в горных выработках или буровых скважинах в процессе их непосредственной проходки;
- применять в качестве мерных шнуров жесткие стальные тросики или тросики с порванными проволоками.

Работы по бурению скважин могут быть пачаты только на законченной монтажом буровой установке при наличии геолого-технического наряда и после оформления акта о приеме буровой установки в эксплуатацию. До пуска буровой установки должна быть тщательно проверена работа всех механизмов, состояние смазки, крепление ограждений, исправность управлений, совпадение оси вышки с центром скважин и т. п. Одиночные буровые установки или их группы, расположенные в отдаленных и труднодоступных пунктах, должны быть обеспечены связью (радио, телефон и т. п.). Буровое оборудование должно устанавливаться в соответствии с техническими требованиями их эксплуатации и типовыми схемами монтажа. Буровая установка должна быть обеспечена средствами малой механизации, а также приспособлениями и устройствами по технике безопасности, предусмотренными для соответствующего типа установки. Оборудование, инструменты, полы, лестницы и перила буровых установок должны содержаться в исправности и чистоте. В процессе ремонтных работ на платформах, лестницах и кронблочной площадке рабочий инструмент должен привязываться к ноге или поясу вышки. По окончании работ весь инструмент должен быть перенесен в отведенное для него место.

Вышка и подсобное здание буровой установки должны сооружаться в соответствии с проектом. Буровой агрегат должен проверяться в начале смены буровым мастером и периодически, но не реже одного раза в декаду, старшим буровым мастером. Результаты проверки должны заноситься в буровой журнал.

На разведочных шахтах, штольнях должен вестись точный учет всех лиц, спустившихся в шахту и вышедших из нее. За организацию и точность учета несет ответственность руководитель работ. При погрузке породы в вагонетки необходимо под колею подкладывать тормозной башмак. Во время уборки породы погрузочной машиной или скрепером запрещается освобождать руками куски породы из-под скрепера или ковша машины, производить прицепку и отцепку вагонеток, нагружать вагонетку выше бортов, находиться впереди погрузочной машины в радиусе черпания ковша и стоять вблизи ковша в момент разгрузки. При скреперной погрузке необходимо следить за состоянием скреперной дорожки, подвеской и креплением головного блока.

Крепление горноразведочных выработок должно производиться в соответствии с паспортом крепления, утвержденным руководителем работ.

В горных выработках, в которых могут находиться люди, воздух по объему должен содержать не менее 20% кислорода и не более 0,5% углекислого газа. Подземные выработки, там где это необходимо, должны иметь искусственную вентиляцию.

запасами при соблюдении установленного соотношения разведанных запасов по категориям. При разработке плана особое внимание должно быть уделено соблюдению рациональной последовательности в проведении различных этапов геологоразведочных работ и их стадий.

Планы геологоразведочных работ составляются по разделам: поисковые и разведочные работы на соответствующие виды полезных ископаемых, гидрогеологические и инженерно-геологические работы, научно-исследовательские (тематические) работы. Планом должны быть предусмотрены все виды работ, непосредственно связанные с детальными поисками, предварительной и детальной разведкой и доразведкой месторождения, включая:

- детальные геологосъемочные и поисковые работы с применением геофизических, металлометрических, шпиховых и геохимических методов (в случае, если в этом есть необходимость или даны рекомендации органом, разведывавшим ранее это месторождение). Выполнение этих работ позволит изучить геологическое строение рудных полей и месторождений, выявить и оконтурить рудные зоны и перспективные площади;

- тематические работы, необходимые для исследования структуры месторождения, морфологии рудных тел и вещественного состава руд;

- структурно-поисковое и разведочное бурение скважин, проходку горных выработок;

- работы по опробованию керна разведочных скважин, рудных тел и горных выработок, картаж скважин, минералогические, химико-аналитические, технологические и другие лабораторные исследования;

- гидрогеологические и горно-технические исследования месторождения, изучение проблемы водоснабжения горнообогатительного предприятия;

- разработку технико-экономических обоснований и технико-экономических докладов, проекта кондиций и подсчет запасов с составлением геологического отчета о результатах геологоразведочных работ.

При разработке плана необходимо иметь в виду, что на предварительную разведку месторождения должны быть запланированы минимальные затраты средств и времени, при обязательном выполнении задач предварительной разведки — количественная оценка запасов по категории C_2 и частично C_1 и предварительная оценка качества руд. По результатам предварительной разведки составляется ТЭД, где обосновывается целесообразность проведения на исследуемом объекте детальных геологоразведочных работ. На вновь выявленных объектах в пределах эксплуатируемых месторождений детальные геологоразведочные работы могут проводиться без составления ТЭДа.

План детальной разведки должен предусматривать объемы и виды работ, обеспечивающие необходимую степень изученности объекта и разведку запасов по категориям $A + B + C_1 + C_2$ в установленных соотношениях, а также перевод запасов из нижней категории в высшую. При планировании прироста запасов необходимо руководствоваться действующими классификациями запасов. Геологоразведочные работы планируются с учетом комплексного их проведения и комплексного изучения руд. Работы по исследованию и оценке других (попутных) полезных ископаемых позволяют определить их запасы и экономическую целесообразность их извлечения.

В плане должны быть предусмотрены наиболее эффективные методы поисков и разведки месторождений: наземные и подземные геофизические методы, ядерные и геохимические методы, использование современной геологоразведочной техники (высокопроизводительных и экономичных буровых станков, механизацию проходки горных выработок), алмазное бурение, передовые методы организации труда, рациональные методы опробования и исследования минерального сырья. Внедрение перечисленных методов должно способствовать снижению стоимости отдельных видов работ и общих затрат на единицу прироста запасов.

Планы тематических работ должны предусматривать систематическое обобщение материалов по изучению и разведке месторождения, а также по сопоставлению данных эксплуатационных и разведочных работ, геолого-экономические исследования месторождения, изучение его структурных особенностей и вещественного состава руд, опытно-методические работы по использованию современных математических методов, электронно-вычислительной техники в геологоразведочном деле.

Главнейшим показателем плана является прирост запасов и перевод их из низших категорий в высшие. Общий объем геологоразведочных работ в денежном выражении является обобщающим показателем плана. План работ в денежном выражении определяют исходя из действующих сметных норм и расценок и проектируемых объемов и видов работ. В плане должно быть предусмотрено задание по снижению стоимости работ.

Проекты планов геологоразведочных работ разрабатываются при широком участии работников геологической службы и общественности предприятия и представляются в вышестоящие органы. На основе утвержденных планов геологической службы предприятия разрабатываются развернутые годовые, квартальные и месячные планы, которые согласовываются с главным геологом вышестоящей организации, утверждаются директором горного предприятия. Устанавливаемые плановые задания должны быть взаимно увязаны. Сводный план геологоразведочных работ в денежном выражении представляется по форме 1-ГР, и его принято называть титульным списком. В титульные списки геологоразведочных работ не должны включаться работы и затраты, не относящиеся к геологоразведочным работам: конструирование и испытание геологоразведочной техники и аппаратуры, затраты на разработку норм и составление справочников и т. п.

Финансирование геологоразведочных работ осуществляется как за счет госбюджета, так и за счет основной деятельности горнодобывающего предприятия. Из госбюджетных средств на геологоразведочные работы геологическая служба имеет право расходовать до 10% годовых ассигнований на строительство зданий и сооружений временного и постоянного типов, включая строительство жилых домов и объектов культурно-бытового назначения постоянного типа в городах и рабочих поселках.

К планам и титульным спискам геологоразведочных работ должны быть приложены титульные списки строительства объектов постоянного типа в объеме показателей, установленных правилами финансирования строительства, с указанием объемов работ по проектированию объектов строительства будущих лет.

вержденных единых норм времени на геологоразведочные работы. Сметная стоимость геологоразведочных работ, осуществляемых горнодобывающими предприятиями в пределах горных отводов и прилегающих участков, определяется на основании нормативов СУСНа на геологоразведочные работы и по согласованию со Стройбанком СССР корректируется с учетом тарифов по заработной плате соответствующей отрасли промышленности. Если сметно-финансовые расчеты составляются на основе норм, срок действия последних не должен превышать по работам, проводимым круглосуточно, — 2 года; по работам сезонным — 3 года. Затраты, связанные с попутной добычей полезных ископаемых, покрываются за счет сумм, получаемых от их реализации, и в сметы геологоразведочных работ не включаются.

Если попутная добыча полезных ископаемых необходима для решения соответствующих геологических задач, то в этом случае на работы по попутной добыче составляется смета. При этом средства, полученные от реализации попутно добытых полезных ископаемых, за вычетом сумм, израсходованных на попутную добычу, подлежат взносу в бюджет.

Если геологоразведочные работы для горнорудных предприятий выполняются сторонними организациями подрядным способом, сметная стоимость работ определяется по расценкам, установленным для сторонних организаций. Накладные расходы и плановые накопления в этом случае не начисляются.

Полная сметная стоимость работ складывается из сметной стоимости следующих видов работ и затрат:

- проектно-сметные работы;
- подготовительный период к выполнению работ;
- полевые работы;
- лабораторные и технологические исследования;
- камеральные и тематические работы;
- утверждение отчетов в ГКЗ, составление технико-экономических докладов (ТЭД) и кондиций;
- организация и ликвидация полевых работ;
- производственные командировки, консультации, экспертизы, рецензии, премии, доплаты, возмещение колхозам, совхозам, лесхозам, подсобным хозяйствам и частным лицам материального ущерба;
- резерв на непредусмотренные работы и затраты;
- работы, выполняемые по договорам сторонними организациями.

В состав проектно-сметных работ входит изучение литературы, картографического материала, составление проекта и сметы, машинописные, переплетные и оформительские работы. Затраты на эти работы складываются в основном из зарплаты ИТР, занятых на проектировании и составлении смет.

Подготовительный период к выполнению запроектированных работ предусматривает детальное ознакомление с имеющимися геологическими материалами, а также тщательную подготовку к выполнению работ. Сметная стоимость полевых работ определяется в соответствии с «Инструкцией по составлению смет на геологоразведочные работы» (пункты 4—8).

Расходы на лабораторные исследования определяются по СУСНу (вып. VII, «Недра», 1969). По работам, не предусмотренным СУСНом,

расходы определяются на основании специальных сметно-финансовых расчетов, составленных в соответствии с пунктом 18 «Инструкции по составлению смет на геологоразведочные работы».

Арбитражные и внешние контрольные анализы, а также технологические исследования, выполняемые институтами отраслевых министерств или Академии наук, включаются в смету по ценам этих институтов, утвержденным для них в установленном порядке. На эти затраты накладные расходы и плановые накопления не начисляются.

В расходы камеральных работ входят затраты на составление как промежуточных, так и окончательных отчетов с подсчетом запасов по выполненным работам с утверждением этих отчетов в ГКЗ.

Сметная стоимость тематических и опытно-методических работ определяется сметно-финансовым расчетом, исходя из норм трудовых и материальных затрат, предусмотренных в проекте работ. Затраты на составление ТЭДов и проектов кондиций определяются специальным сметно-финансовым расчетом.

В затраты по организации полевых работ входят комплектование партии работниками соответствующей квалификации, составление плана работ, обеспечение работ материально-техническими средствами и доставка их к месту производства работ.

В затраты по ликвидации полевых работ входят расходы по разработке, демонтажу и ликвидации объектов основных средств, а также по составлению материального, финансового и информационного отчетов.

Расходы на командировки, консультации, экспертизы и рецензии определяются сметно-финансовыми расчетами, с начислением накладных расходов и плановых накоплений.

Финансирование геологоразведочных работ за счет операционных средств госбюджета производится в соответствии с планами этих работ и сметами, утвержденными в установленном порядке. План финансирования геологоразведочных работ сообщается финансовыми органами Стройбанку СССР и его конторам, которые открывают титулдержателю смет финансирования геологоразведочных работ и расчетный счет, а исполнителю работ — расчетный счет.

Финансирование геологоразведочных работ производится учреждениями Стройбанка СССР при наличии следующих документов:

- плана геологоразведочных работ (форма 7-ГР) с приложением геологических заданий по основным объектам;
- плана финансирования геологоразведочных работ (форма 5);
- титульного списка геологоразведочных работ и затрат (форма 1-ГР);
- копий утвержденных смет (форма 1-СМ) по каждому объекту, включенному в титульный список;
- справки об утверждении проектно-сметной документации (форма 6-ГР);
- перечня объектов геологоразведочных работ, зарегистрированных во Всесоюзном или территориальном геологическом фонде (форма 3-ГР).

Оплата выполненных геологоразведочных работ производится учреждениями Стройбанка СССР по квартальным счетам с приложением ак-

тов обмера выполненных работ. До истечения квартала выполненные работы оплачиваются по докладным и месячным счетам без приложения актов. Акт обмера выполненных работ составляется ежемесячно на месте производства работ и должен быть подписан руководителем работ, главным геологом и главным бухгалтером. Органы Стройбанка СССР выдают с расчетных счетов средства на выплату заработной платы в соответствии с утвержденными показателями плана по труду.

3. Требования к отчетности по выполнению планов геологоразведочных работ

Геологическая отчетность по выполнению планов геологоразведочных работ составляется в сроки и по формам, установленным вышестоящими организациями. Обязательными являются периодические геологические отчеты, учет движения балансовых и забалансовых запасов и запасов по степени подготовленности к добыче, а также учет потерь и разубоживания по установленным формам с краткими пояснительными записками к ним. Отчетность по геологоразведочным работам составляется по формам, установленным для геологоразведочных организаций. Формы отчетности по учету движения запасов, потерь и разубоживания составляются совместно с маркшейдерской службой рудника. Главным отчетным документом является годовой геологический отчет, который представляется в вышестоящую организацию в установленные сроки. В годовом отчете должны быть отражены:

- основные данные о предприятии и выполнении им плана всех видов горноэксплуатационных, горнокапитальных и геологоразведочных работ;
- геологические результаты проведенных работ;
- сопоставление данных разведки с фактическими результатами добычи и переработки руд, с указанием причин расхождения;
- сведения о движении балансовых и забалансовых запасов, данные по степени подготовленности запасов к добыче и по обеспеченности ими предприятия (в годах);
- краткие результаты специальных исследований, проводимых геологической службой рудника.

В приложениях к годовому геологическому отчету даются геологические планы, разрезы и другие графические материалы, а также различные таблицы. Геологический отчет до его представления в вышестоящие организации должен быть рассмотрен на расширенном техническом совещании. Протокол совещания прилагается к отчету и является неотъемлемой его частью. Кроме годового геологического отчета геологическая служба предприятия обязана представлять вышестоящей организации:

- ежемесячные технические отчеты о проведенных на руднике геологоразведочных работах с краткой объяснительной запиской. Отчет представляется не позднее 10 числа следующего за отчетным месяца;
- квартальные геологические отчеты, в которых дается движение запасов за квартал, сведения об эксплуатационной деятельности предприятия, сведения о потерях и разубоживании руды при добыче и геологические результаты проведенных за квартал геологоразведочных работ.

Отчет должен представляться вышестоящим организациям не позднее 20 числа следующего за отчетным кварталом месяца.

Ежемесячные технические и квартальные геологические отчеты должны быть подписаны главным геологом и директором предприятия. Отчетные формы по расходованию средств на геологоразведочные работы подписываются главным бухгалтером предприятия.

Глава VI

ТЕХНИЧЕСКАЯ ВООРУЖЕННОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

1. Современное состояние технической вооруженности

Если к началу первой пятилетки геологи почти не располагали горно-буровой техникой, то сейчас геологические организации Советского Союза имеют более нескольких сотен тысяч различных механизмов (буровые станки, тракторы и тягачи, автомобили и другие транспортные средства, крупную геофизическую аппаратуру). Геологоразведочные организации обслуживаются самолетами и вертолетами гражданской авиации.

В настоящее время в нашей стране геологоразведочные работы по существу являются отраслью промышленного производства. Они хорошо оснащены разнообразной современной техникой, оборудованием и приборами, а геологическая служба располагает квалифицированными кадрами.

О размахе работ свидетельствуют следующие данные: за 1966—1970 гг. организациями системы Министерства геологии СССР пробурено более 100 млн. м колонковых скважин; за один 1970 г. пройдено более 200 тыс. м подземных горных выработок, более 300 тыс. м шурфов и расщечек, более 12,5 млн. м³ разведочных канав.

В последние годы значительно изменились условия и характер колонкового бурения. Возросло количество глубоких скважин, значительно увеличились объемы буровых работ в Белорусской, Латвийской, Литовской, Эстонской, Армянской, Грузинской, Узбекской, Украинской, Туркменской и Таджикской союзных республиках. Прирост объемов бурения в геологических организациях этих республик колеблется в широких пределах.

Улучшилось оснащение геологических организаций техническими средствами бурения. Полная замена устаревших станков типа КАМ более производительными буровыми станками типа ЗИФ была завершена к 1961 г. Начиная с 1964 г. в практику геологоразведочных работ внедряются новые, более производительные облегченные станки, позволяющие вести бурение на повышенных скоростях вращения (УПБ-24, БСК-2-100, ВИТР-300, СБА-500 и др.). К настоящему времени значительно увеличилось количество самоходных буровых установок. Внедряются более производительные насосы 250/50 и НБ-11Э. Парк буровых станков в 1954 г. насчитывал 5233 единицы, а в настоящее время более 12 тыс. станков. Значительно улучшилось оснащение геологоразведочных организаций двигателями внутреннего сгорания и передвижными электростанциями. Так,

если в 1960 г. организации Министерства геологии СССР имели 3263 двигателя, в том числе более 30% устаревших нефтяных двигателей А-22 и Н-22, то в 1970 г. число двигателей возросло до 9067, а нефтяные двигатели были полностью сняты с вооружения. Передвижные электростанции, используемые на геологоразведочных работах, вырабатывают ежегодно более 1 млрд. квт · ч электроэнергии, их количество в настоящее время превышает 7620. При установленной мощности в 0,5 млн. квт · ч парк электродвигателей достиг в настоящее время 68 000 единиц.

В последние годы конструкторские и научно-исследовательские организации Министерства геологии СССР разработали новые мелкоалмазные буровые коронки различных типов, армированные дроблеными и овализованными низкосортными алмазами. Внедрение алмазов низкого сорта позволяет быстрыми темпами развивать алмазное бурение, объем которого в 1966 г. составил около 80 тыс. м. Успешно внедряются новые твердосплавные буровые коронки повышенной стойкости, применение которых позволяет значительно увеличить скорость бурения. Внедрены твердосплавные коронки малого и уменьшенного диаметра. Бурение этим способом обеспечивает значительную экономию средств.

Применяются шарошечные долота геологоразведочного стандарта для бескернового бурения типов М, С, СТ, Т, К и ТК. В 1966 г. бескерновым способом пробурено более 2 млн. м буровых скважин. С 1964 г. пачато внедрение шарошечных колонковых долот типа 6ДК-112К. Интенсивно внедряются многозабойное бурение с продувкой воздухом или применением аэрированной жидкости, а также гидро- и пневмоударное бурение.

На колонковом разведочном бурении внедрены полуавтоматические элеваторы новых конструкций, автомат-перехваты, механизмы для разворота бурильных труб и другие приспособления, облегчающие труд и механизмирующие трудоемкие операции на буровых работах. В результате внедрения новых технических средств и технологии значительно увеличена скорость колонкового бурения — с 260 м на один станок в месяц в 1959 г. до 380 м в 1970 г.

В последние годы созданы новые станки для бурения скважин алмазным инструментом на форсированных режимах (УКВ-200/300 и СВА-800). Модернизирован буровой станок ЗИФ-1200, разработана буровая установка «Ленинградец» (25ЛЭ) с полной автоматизацией спуско-подъемных операций, занимающих в настоящее время от 30 до 50% времени бурения.

Для проведения поисков рудных месторождений на закрытых площадях успешно применяется высокопроизводительная буровая установка СУГП-10. Созданы самоходные установки для бурения гидрогеологических скважин (УГБ-50А и ЛГУ-50). Большое внимание уделяется замене ручного бурения механическим. Для этого созданы новые станки РБУ-50АС, УРБ-1, БУВ-1Б и др.

Новые станки обеспечивают возможность бурения на высоких скоростях и при больших осевых нагрузках. Дальнейшее совершенствование бурильной колонны приведет к еще большему росту производительности колонкового бурения и значительному снижению его стоимости.

За последние годы существенно увеличилось объемы проходки горно-разведочных выработок. Годовые затраты на эти работы составляют в

настоящее время около 110 млн. руб. Одновременно с ростом объемов горнопроходческих подземных работ повышается и степень их механизации. Удельный вес комплекса механизированной проходки в 1966 г. составил 47,7%, что почти в 2 раза превышает этот показатель в 1959 г.; 40—45% выработка было пройдено с частичной механизацией трудоемких процессов, в первую очередь бурения и погрузки. Механизация производственных процессов при проходке подземных выработок осуществляется путем широкого использования серийного горношахтного оборудования, выпускаемого машиностроительной промышленностью. На вооружении геологоразведочных организаций в 1970 г. находилось около 3,8 тыс. передвижных и стационарных компрессоров различных типов, около 5 тыс. пневматических перфораторов, около 450 породопогрузочных машин, 330 аккумуляторных электровозов, 470 вентиляторов частичного проветривания и другое оборудование.

Основное направление в механизации канавно-разведочных работ в настоящее время заключается в широком применении взрывного способа проходки, который позволяет увеличить производительность труда в 2—3 раза против ручной проходки. Взрыванием на выброс в 1970 г. выполнено более 32% объемов разведочных канав, в ближайшие годы этот процент будет неуклонно возрастать.

Специфические особенности шурфов — их малое поперечное сечение (1—2 м²), небольшая глубина (5—10 м) и рассредоточенность мест проходки — исключают эффективное применение тяжелой горношахтной техники. Поэтому в последние годы конструкторскими организациями Министерства геологии СССР разработана специальная шурфоходческая техника — легкие разборные комплексы оборудования КМШ-ВИТР, передвижные агрегаты АГ-1, шурфоходческие краны КШ-1, выпуск которых осваивает машиностроительная промышленность.

Для механизации работ при проходке горных выработок малых сечений (1,8—5,1 м²) в настоящее время институтами Гипрогормаш и Ниппигормаш разрабатываются малогабаритные породопогрузочные машины (пневматическая и электрическая), погрузочно-доставочная машина и улучшенный аккумуляторный электровоз сцепным весом 3 т. Институт Гипровикель разрабатывает породопогрузочную машину вибрационного действия.

Для дальнейшей механизации проходки разведочных канав организовывается производство мотоперфораторов и мотосверл, а также легких разборных скреперных установок с автономным двигателем внутреннего сгорания. С целью максимальной замены дорогостоящего (в условиях разведочных работ) пневматического привода горношахтных машин организовано производство породных резаков и шарошечных долот для бурения шпуров в породах средней и выше средней крепости колонковыми электросверлами, разработанными САИГИМСом и другими институтами, а также ручных электроперфораторов.

Институтом ЦНИГРИ разработаны специальные агрегаты для проходки канав в мерзлых породах и бурения скважин большого диаметра, заменяющих шурфы при разведке россыпных месторождений. Использование таких агрегатов позволит механизировать указанные работы, проводимые в тяжелых горногеологических условиях Севера.

К настоящему времени в СССР созданы современные разнообразные комплекты геофизических приборов и оборудования, с помощью которых стало возможным решать сложные геологические задачи. Для разработки новых приборов организованы специальные конструкторские бюро геофизического приборостроения. Специализированными заводами системы Министерства геологии СССР и других ведомств освоен серийный выпуск геофизической аппаратуры. Эти заводы полностью удовлетворяют потребность нашей страны в типовой геофизической аппаратуре и оборудовании.

Для поисков рудных месторождений применяются электроразведочные станции типа ВП-62, ВПС-63, ВПО-62 и другая специальная аппаратура. При ее создании использованы сложные усилительные и стабилизирующие схемы, компарационные эталонированные устройства и высокочувствительные типы регистраторов. Все это позволяет получать высокие показатели по чувствительности измерений даже при различных неблагоприятных факторах.

Для поисков рудных месторождений с воздуха используются специальные аэроэлектроразведочные станции типов БДК и ВМП, размещаемые на вертолете или самолете. Разработана цифровая комплексная электроразведочная станция типа ЦЭС, позволяющая проводить исследования методами сопротивлений, становления электромагнитного поля и магнитотеллурического зондирования и обрабатывать полевые материалы на электронных вычислительных машинах.

Магниторазведка также оснащена современной аппаратурой. Наиболее распространены для наземных работ переносные магнитометры оптико-механической системы к чувствительным элементам в виде постоянного магнита, феррозондовые и протонные магнитометры. Для аэромагнитных съемок применяются феррозондовые и протонные аэромагнитометры.

Для определения магнитных свойств пород и расчленения их по этим свойствам в лабораториях, горных выработках и буровых скважинах применяются индукционные устройства с датчиками, включенными в мостовые схемы (КМВ-1 и Штрэк-2 и др.).

Современная техническая оснащенность гравиразведочных работ в СССР находится на высоком уровне. Широкое применение при детальном геологическом съемках на суше нашли отечественные кварцевые бестермостатные гравиметры (типа ГАК-7Т и ГАК-ПТ), обеспечивающие высокую точность единичного измерения. При работах на море, а также в труднодоступных районах для определения координат гравиметрических пунктов используются радиогеодезические системы «Поиск» и др. В практику работ внедрены микробаронивелиры, используемые для определения высот пунктов. Существенно расширены объемы морских исследований с применением отечественных гравиметров (типа ГАК-ДТ).

Заключена разработка широкодиапазонных гравиметров ГМТ-1 с металлической упругой системой, обеспечивающих точность измерений в диапазоне $1500 \pm 0,2$ мгл при рейсах длительностью до 8 ч, разведочных гравиметров ГМТ-2 с металлической упругой системой, обеспечивающих точность измерения $\pm 0,05$ мгл, широкодиапазонных кварцевых гравиметров, в том числе кварцевого разведочного гравиметра «Дельта», имеющего небольшой вес и высокую чувствительность, а также высокоточного

автоматизированного маятникового прибора, обеспечивающего точность измерений $\pm 0,2$ мгл.

При геофизических исследованиях скважин используются методы электрометрии, радиометрии, акустического, газового и других видов каротажа. В практике геологоразведочных работ широко используются каротажные станции, смонтированные на автомобилях; созданы новые типы станций, предназначенные для работ на различных глубинах (от 400 до 7000 м). Для измерения физических параметров пород применяется около 25 видов скважинных геофизических приборов, многие из которых предназначены для работы при температурах 200—250° С и давлении 1000—1500 атм.

Исследования технического состояния скважин (наклона и направления, диаметра, цементного кольца и т. п.), проводятся в настоящее время более чем 20 видами приборов — инклинометрами, электротермометрами, наверомерами и др. Отбор проб пород и пластовой жидкости, вскрытие перекрытых нефтяных, газовых и водяных пластов перфораций, ликвидация различных аварий в скважинах торпедированием осуществляется различными типами стреляющих и сверлящих грунтоносков, опробователей пластов, кумулятивных, пулевых и снарядных перфораторов, кумулятивных и фугасных торпед.

В последние годы большое развитие получили радиометрические и ядерногеофизические методы поисков полезных ископаемых и анализа минерального сырья. Для поисков радиоактивных руд разработаны и широко применяются различные переносные радиометры, регистрирующие естественные гамма-излучения, в том числе спектрометрические автомобильные. Для аэрогамма-съемки используются аэрогеофизические станции, а для каротажных работ — скважинные радиометры.

Для изучения вещественного состава горных пород и полезных ископаемых применяются различные виды радиометрической и ядернофизической аппаратуры, в том числе рентгено-радиометрический анализатор «Минерал-3», бериллометр «Берилл-2», анализатор олова МАК-1, основанный на использовании эффекта Мэсбауэра, нейтронная активационная установка РАП-9, каротажные радиометры различного типа, а также скважинные генераторы нейтронов. Для расширения возможностей применения ядерногеофизических методов в настоящее время создается новая аппаратура, в том числе рентгено-радиометрические шахтные анализаторы, приборы для опробования стенок горных выработок, новые лабораторные установки, плотнометры и другие приборы.

Геологическая служба Советского Союза располагает мощной лабораторной базой. Только в научно-исследовательских институтах и геологических управлениях системы Министерства геологии СССР имеется 70 крупных комплексных центральных лабораторий и более 300 комплексных лабораторий при экспедициях. В этих организациях находится более 1500 специализированных лабораторий: химико-аналитических, минералогических, петрографических, палеонтологических, определений абсолютного возраста, рентгено-структурных, пробирного анализа, обогатительных, химико-технологических и др. Лабораторная сеть геологической службы, взаимодействуя с институтами АН СССР и ее филиалами, академиями

наук союзных республик, отраслевыми институтами промышленных министерств, а также с кафедрами многочисленных высших учебных заведений и различными конструкторскими организациями, обеспечивает разработку и внедрение новых лабораторных методов и приборов. Ежегодно выполняются анализы около 20 млн. проб, проводится технологическое изучение свыше 500 проб и многочисленные виды других лабораторных работ.

Основными проблемами лабораторных исследований являются повышение скорости, точности, чувствительности и объективности измерений, повышение автоматизации и экономичности методов и аппаратуры, а также обеспечение безопасности труда. Эти проблемы особенно важны в отраслях лабораторных исследований, связанных с установлением элементарного и фазового химического состава, а также с минералого-петрографическими определениями, имеющими общее значение и массовый характер для всех видов геологических исследований.

Определение химического состава, выявление главных и сопутствующих полезных компонентов, вредных и нейтральных компонентов и балластных примесей осуществляются методами качественного, полуколичественного и количественного спектрального, рентгеноспектрального ядернофизического и химического анализа, а в отдельных случаях минералого-петрографическими, люминесцентными, термографическими, масс-спектрометрическими и атомно-абсорбционными исследованиями. Первостепенное значение приобретает оптический спектральный анализ, широко применяемый в практике геологических работ при поисках, разведке и оценке месторождений.

В ВИСе успешно начато применение лазеров при спектральном анализе минералов в шлифах. Большие возможности открываются для разработки и внедрения методов, основанных на ядернофизических реакциях (рентгено-радиометрической, активационной, фотонейтронной и др.). Работами ряда научно-исследовательских институтов доказана возможность успешного применения этих методов для ускоренного определения состава руд и горных пород как в пробах, так и непосредственно в скважинах и горных выработках. Эти методы уже с успехом применяются для определения железа, олова, бора, бериллия, ниобия, тантала, циркония и других элементов, а также порообразующих компонентов.

В области химического и физико-химического анализа успешно внедряются методы, основанные на применении новых органических комплексобразователей, осадителей и экстрагентов колориметрии, фотоколориметрии, спектрофотометрии, флуориметрии, пламенной фотометрии, полярографии, потенциометрии, амперометрии, кулонометрии, хроматографии и люминесценции.

В настоящее время химические лаборатории в производственных геологических организациях выполняют количественные определения элементов в минералах, рудах и горных породах почти на все металлы и многие металлоиды. В последние годы начали в большом масштабе выполнять анализы на редкие, рассеянные и полупроводниковые элементы: литий, цезий, рубидий, бериллий, стронций, раздельно и суммарно на редкие земли, индий, галлий, таллий, германий, цирконий, ниобий, тантал, селен, теллур, рений, бор, а также фтор, ртуть и титан.

Для снижения трудоемкости и длительности проведения химических анализов внедряются инструментальные методы и разрабатываются автоматические и полуавтоматические анализаторы.

При минералого-петрографических исследованиях большую роль играют оптические методы, так как они являются наиболее простыми, быстрыми и дешевыми среди различных методов, применяемых для изучения вещественного состава минерального сырья. В СССР выпускается много хороших оптических приборов, геологическая служба располагает достаточной опытно-конструкторской базой для совершенствования и создания новых приборов. Главными направлениями здесь являются микроскопия видимой области спектра, инфракрасная и ультрафиолетовая микроскопия и локальный микроспектральный анализ.

Новые методы минералого-петрографических исследований развиваются на базе глубоких знаний физических и физико-химических свойств минералов. Важное значение имеет изучение физических явлений минералов с целью выявления особенностей их структуры и форм проявления в них элементов примесей. Наряду с развитием работ по более широкому внедрению термического, рентгеноструктурного электронографического, электронномикроскопического и люминесцентного методов минералогического исследования обращено внимание на изучение парамагнитного резонанса и полупроводниковых свойств магнитной восприимчивости, электропроводности и диэлектрической проницаемости (прецизионные определения минералов), а также на определение угла диэлектрических потерь и термоэлектродвижущей силы минералов-полупроводников с большим удельным сопротивлением. Изучение этих свойств позволяет решать многие сложные вопросы состава и строения минералов.

Значительное внимание уделяется подготовке образцов минералов и горных пород для исследования. Внедряются новые методы и аппаратура для дробления горных пород и минералов с помощью разрядов высокого напряжения (электрогидравлический эффект) и ультразвука; для автоматического рассеивания материала одновременно с дроблением и для сушки дробленых образцов с применением термоизлучения; для автоматизации изготовления шлифов; для механизации выделения мономинеральных фракций из руд и горных пород с широким использованием обогатительных процессов. Представляют интерес разрабатываемые в ВИМСе математические методы определения состава минералов без их выделения в мономинеральные фракции.

В общем комплексе геологоразведочных работ большое значение имеет исследование по технологии минерального сырья при разведке месторождений, в том числе на стадии предварительной разведки. Это особенно касается новых видов сырья и сложных комплексных руд. Научно-исследовательские институты и производственные технологические лаборатории геологических организаций достигли значительных успехов в разработке технологических схем и аппаратуры, что обусловлено тесной связью этих разработок со всем комплексом исследований вещественного состава изучаемых полезных ископаемых.

2. Геологосъемочное и геофизическое оборудование

Геологическая съемка является главным методом комплексного изучения строения территории и основой для проведения всех других видов геологоразведочных работ. Для эффективного проведения геологосъемочных работ необходимо иметь возможность производить химические и спектральные анализы, исследования шлиховых проб, петрографические и микрорадиографические исследования и т. д.

Производство геологосъемочных работ требует применения наземного и воздушного транспорта (вертолеты типа МИ-4 или МИ-8, автомобили различного назначения, радиостанции типа Р-104УМ, РСО-30), облегченных буровых установок, бензоперфораторов, оборудования для отбора и промывки шлиховых проб, полевого снаряжения (палатки, спальные мешки с принадлежностями, раскладная портативная мебель, брезент, мешочки для проб и образцов, геологические молотки, компасы, анероиды, фотоаппаратура, лопаты, кирки и т. п.). Количество перечисленного основного оборудования, полевого снаряжения и материалов определяется по нормам, в зависимости от объема проектируемых работ на соответствующий период времени. Для выполнения геофизических исследований в зависимости от их целевого назначения может быть использована различная геофизическая аппаратура.

Для магниторазведочных работ с воздуха применяют аэромагнитометр АММ-13, предназначенный для непрерывных автоматических измерений приращений Δt с самолета. Рекомендуемый аэромагнитометр обладает точностью ± 4 гаммы, диапазоном измерений $\pm 11\ 000$ гамм, обеспечивает непрерывную запись.

В настоящее время в практику геологических поисков внедряется протонный магнитометр, обладающий лучшими техническими характеристиками. Для наземных магниторазведочных работ используются магнитометры типа М-27, МА-21.

Для проведения гравиметрических работ в практике геологоразведочной службы широко применяют гравиметр типа ГР-К2 (ГСК-7Т). Чувствительность этого гравиметра 0,2—0,5 мгл/1 дел., средняя квадратичная ошибка единичного измерения $\pm 0,03—0,06$ мгл. Для проведения гравиметрических исследований с поверхности водоема используют донный гравиметр типа ГСК-7ДТ. В процессе геологической съемки и поисков используется электроразведочная аппаратура, применяемая для проведения работ методами постоянного тока и токами низкой частоты (ЭП-1, ЭСК-1, ИКС-50), методами вызванной поляризации (ВП-62, ВПС-63, ВПП-67), методами переходных процессов (МППС-1) и др. При глубинных исследованиях используют следующую аппаратуру: ЭРСЦ-60, МТЛ-62 и др.

Для поисков радиоактивных руд в процессе геологической съемки используют автомобильный гамма-радиометр РА-69, сцинтилляционный поисковый радиометр СРП-2 («Кристалл»), сцинтилляционный эманометр ЭМ-6П. Для поисков радиоактивных руд с воздуха используют самолет АН-2 и геофизическую аппаратуру различных типов и назначения.

3. Горноразведочное и буровое оборудование

Для проходки горных выработок и буровых скважин используют различные виды горнопроходческого и бурового оборудования.

Для проходки горных выработок необходимо иметь компрессоры, бурильные и отбойные молотки, погрузочные машины, вагонетки, электровозы, вентиляторы, насосы. Для геологоразведочных работ целесообразно использование передвижных компрессоров, типы которых приведены в табл. 2.

Для бурения шпуров рекомендуется использование пневматических перфораторов, указанных в табл. 3.

Для отбойки мягких и средней крепости пород и руд, а также для разрушения твердого и промерзшего грунта и т. п. используются отбойные молотки, указанные в табл. 4.

Погрузку породы или руды в разведочных выработках целесообразно осуществлять погрузочными машинами типа ППН-1С.

Для транспортировки рудной массы используются вагонетки типа ВО и электровозы типа АТА-29. Емкость вагонеток 0,33 м³, грузоподъемность около 1,0—1,5 т.

Таблица 2

Передвижные компрессоры

Показатели	ЗИФ-55	ДК-9М	ПК-10	КС9-5М
Производительность, м ³ /мин	5,0	10,0	10,0	5
Конечное давление, кгс/см ²	7	6	7	8
Число оборотов, мин	1050	1000	1000	735
Тип и мощность двигателя	50 л. с.	108 л. с.	108 л. с.	40 квт
Габариты установки, мм				
длина	4410	5700	4780	2159
ширина	1820	1850	1890	1035
высота	1770	2550	2610	1330
Вес установки, кг	2750	5200	5100	1393
Цена, руб.	1840	3900	4420	1840

Таблица 3

Перфораторы пневматические

Показатели	ПР18ЛУ	ПР24ЛУ	ПР30ЛУ	ПТ-29	ПТ-36	ПТ-45КВ
Глубина бурения, м	4	4	4	До 18	15	До 6
Расход воздуха, м ³ /мин	2,5	3,5	3	3,3	4,5	4
Давление, кгс/см ²	5	5	5	5	5	5
Диаметр коронки бура, мм	32—46	36—56	36—56	До 40	До 85	46—60
Внутренний диаметр руко- ва, мм	25	25	25	25	25	25
воздухоподводящего	12	12	12	12	12	12
водоподводящего						

Таблица 4

Отбойные молотки

Показатели	МО-9П	МО-10П
Число ударов, мин	1400	1200
Расход воздуха, м ³ /мин	1,25	1,25
Давление, кгс/см ²	5	5
Внутренний диаметр воздухопроводного рукава, мм	46	46
Вес с комплектом запчастей, кг	9,1	10,1
Цена, руб.	10,7	11,5

Для проветривания в горных выработках используют вентиляторы, указанные в табл. 5.

Водоотлив из горных выработок осуществляется с помощью насосов, типы которых указаны в табл. 6.

Для бурения скважин используют как стационарные, так и передвижные буровые установки. Типы буровых установок и их технические характеристики приведены в табл. 7, 8, 9.

Типы буровых станков, предназначенных для вращательного бурения вертикальных и наклонных разведочных скважин глубиной до 1500 м в породах любой крепости и любыми породоразрушающими наконечниками, приведены ниже.

Для бурения картировочных скважин используют буровой станок типа УПБ-25. Станок позволяет успешно проходить неглубокие скважины как в рыхлых, так и в твердых породах. Характеристика станка приведена в табл. 8.

Для алмазного и твердосплавного бурения вертикальных и наклонных скважин из подземных горных выработок и с поверхности используется буровой станок БСК-2М-100 (см. табл. 9).

Таблица 5

Вентиляторы местного проветривания

Показатели	«Проходка» 500-2М	СВМ-4М	СВМ-5М	ВМП-4
Производительность, м ³ /ч	10 800	6300	10 800	5100
Мощность электродвигателя, квт	9,5	2,2	5,5	—
Число оборотов, мин	2950	2880	2950	4000
Расход воздуха при давлении 50 кгс/см ² , м ³ /мин	—	—	—	4
Число ступеней	2	1	1	1
Габариты, мм				
длина	873	538	610	300
ширина	690	585	690	550
высота	640	530	625	556
Вес, кг	265	108	175	50

Насосы водоотливные

Таблица 6

Наименование	Марка или тип	Техническая характеристика						Вес, кг
		Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Число оборотов, м	Габаритные размеры, мм		
Насос консольный одноступенчатый, на плите с электродвигателем	1 ¹ / ₂ К-6	6—14	20,3—14	2,2	2900	709×312××268	60,5	
То же	2К-6	10—30	34,5—24	4,5	2900	794×352××322	90	
»	2К-9	11—22	21—17,5	2,2	2900	754×352××322	58	
»	3К-6	45	54	20	2900	1343×536××525	301	
Насос с колесом двустороннего хода, одноступенчатый с осевым разъемом корпуса, для воды с температурой до 100 °С, на плите с электродвигателем	5НДВ	150—216	38—28	28	1450	1669×799××749	720	
То же	4НДВ-60	126—180	94—84	55—75	2950	1793×690××845	880	
Турбонасос забойный, шахтный, пневматический, для откачки воды из забоя	Н-1М	25	40	7 л. с.	6300	300×490××449	30	
Насос передвижной, центробежный, самовсасывающий, для грунтовых вод, с электродвигателем	НЦС-3	8—60	21,7—4,3	4	2880	1120×385××540	150	
То же с бензиновым двигателем	НЦС-4	8—60	21,7—4,3	8 л. с.	3000	945×465××740	145	

Для бурения скважин ударно-канатным способом используют буровые станки, указанные в табл. 10, 11.

В геологоразведочной практике все шире применяются самоходные буровые установки УКБ-500, СБУДМ-150-ЗИВ, УРБ-ЗАМ, УРБ-2А и УГБ-50м. Они предназначены для вращательного бурения вертикальных разведочных, структурно-картировочных, поисковых и гидрогеологических скважин. Типы станков и их технические характеристики приведены в табл. 12.

Таблица 7

Буровые станки СБА-500, ЗИФ-650А и ЗИФ-1200м

Параметры	СБА-500	ЗИФ-650А	ЗИФ-1200м
Глубина бурения, м	500	650	1500
Начальный диаметр бурения, мм	146	200	250
Конечный диаметр бурения, мм	59	76	76
Диаметр бурильных труб, мм	50; 42	63,5; 50	73; 63,5; 50
Угол наклона скважин к горизонту, °	90—45	90—75	90—80
Система подачи инструмента	Гидравлическая		
Число оборотов шпинделя в минуту, об/мин	120, 195 280, 430 700, 1015	71, 153 277, 470	67, 128 238, 344
Ход шпинделя, мм	400	500	600
Наибольшее усилие подачи шпинделя, кгс			
вверх	6000	8500	15 000
вниз	4200	6400	12 000
Грузоподъемность лебедки, кг	2000	3000	4500
Тип бурового насоса	НГР250/50	НГР250/50	11ГР
Тип привода станка	Дизельный или электропривод		Электропривод
Тип дизельного привода	Д-37	Д-54	—
Мощность дизельного привода, л. с.	40	54	—
Мощность электропривода станка, кВт	22	30	40
Мощность электропривода насоса, кВт	14	14	30
Вес станка, кг	1550	2500	5200

Таблица 8

Буровой станок УПБ-25

Параметры	УПБ-25	Параметры	УПБ-25
Глубина бурения, м	15	Число оборотов вращателя в минуту, об/мин	252,84
пнеумовым способом, колонковым способом		1600	
Диаметр скважины, мм при пнеумовом способе	25	Ход подачи, мм	1600
при колонковом способе	62,7	Тип регулятора подачи	
Диаметр шнеков, мм	36	Диапазон регулирования давления, кг	250
Диаметр бурильных труб, см	62	Грузоподъемность ручной лебедки, кг	250
Угол наклона скважин к горизонту, °	24	Тип привода станка	«Дружба-4»
	90—60	Мощность привода станка, л. с.	4
		Вес установки, кг	119

Таблица 9

Буровой станок БСК-2М-100

Параметры	БСК-2М-100	Параметры	БСК-2М-100
Глубина бурения, м	100—140	Наибольшее усилие подачи, кгс	1000
Начальный диаметр бурения, мм	93	вверх	1000
Конечный диаметр бурения, мм	46	вниз	1000
Диаметр бурильных труб, мм	33,5; 42	Подъем бурильных труб	Гидравлический
Угол наклона скважины к горизонту, °	0—360	Спуск инструмента	Постоянно замкнутым тормозом
Система подачи инструмента	Гидравлическая	Тип бурового насоса	2НБ79
Число оборотов вращателя в минуту, об/мин	300 и 600	Мощность электропривода станка, кВт	7,5
Ход подачи, мм	450	Мощность электропривода насоса, кВт	1,7
		Вес станка, кг	730

Таблица 10

Буровые станки УКС-22М1 и УКС-30М

Параметры	УКС-22М1	УКС-30М
Глубина бурения, м	300	500
Начальный диаметр бурения, дюйм	24	34
Конечный диаметр бурения, дюйм	5 ³ / ₄	5 ³ / ₄
Число ударов снаряда в минуту	40, 45, 50	40, 45, 50
Высота подъема снаряда над забоем, мм	350—1000	500—1000
Вес бурового снаряда, кг	1300	2500
Грузоподъемность барабана, кг	2000	3000
инструментального	1300	2000
желоночного	1500	3000
талевого	13,5	16
Высота мачты, м	20 000	25 000
Грузоподъемность мачты, кг	Электропривод	Электропривод
Тип привода станка	22	40
Мощность привода, кВт	7600	13 000
Вес установки, кг		

Таблица 11

Буровой станок УБР-1

Параметры	УБР-1	Параметры	УБР-1
Глубина бурения, м	15	Число сбрасываний ударного механизма в минуту	24,45
Диаметр скважины, мм	121	Высота подъема снаряда, мм	650
Система подачи инструмента	Рычажно-центральная с ручным приводом	Вес снаряда, кг	150
Ход подачи, мм	540	Грузоподъемность фрикционной лебедки, кг	1000
Усилие подачи, кг	600	Высота мачты, м	7
Число оборотов вращателя в минуту	7,12	Грузоподъемность мачты, кг	3000
Тип ударного механизма	Свободный сброс	Тип бензинового двигателя	Д-300
		Мощность привода станка, л. с.	6
		Вес установки, кг	745

Таблица 12

Самоходные буровые установки УКБ-500, СВУДМ-150-3ИВ, УРБ-3АМ, УРБ-2А, УГБ-50М

Параметры	СВУДМ-150-3ИВ	УКБ-500	УРБ-2А	УРБ-3АМ	УГБ-50М
Область применения установки	Разведочное бурение		Структурно-картировочное и поисковое		Гидрогеологическое бурение
Глубина бурения, м	1500	500	200	500	Шнековое —50 Колонковое —100 Колонковое —198 Шнековое —230, 180, 135 Колонковое —50
Начальный диаметр бурения, мм	152	152	200	248	Гидравлическая
Диаметр бурильных труб, мм	42—50	42—50	50—60,3	60,3—73	
Система подачи инструмента	Рычажно-дифференциальная	Гидравлическая	Ведущая штанга с мех. подачей	Ведущая штанга	
Грузоподъемность лебедки, кг	2000	2000	2500	2800	2500
Тип бурового насоса	НГР250/50	НГР250/50	11ГРИ	11ГРИ	—
Общий вес	10,2	11,5	10,5	16,0	12,5

4. Оборудование для опробования и документации

Отбор проб и документацию горных выработок производят в основном вручную, используя для этих целей самое примитивное оборудование. В последнее время для отбора бороздовых проб начали применять пневматические отбойные молотки, у которых в качестве наконечника используется специальная коронка П-образной формы. Однако из-за ряда технических трудностей механическая отбойка бороздовых проб нешла пока широкого применения (см. гл. XVI).

Для отбора штучных и точечных проб используют обычный геологический молоток. Отбор бороздовых и задривковых проб производится в основном с помощью зубила и молотка. Зубила обычно изготавливают из сплошной буровой или инструментальной стали. Для сбора отбитого материала используют брезент.

При шпуровом опробовании для улавливания буровой пыли или бурового шлама используют специальные пылеуловители различной конструкции. Серийно такие пылеуловители не изготавливаются.

Отбор проб керна производят с помощью кервокола, а также механическим способом (см. гл. XVII). Опробование отбитых руд и пород производится вручную, за исключением опробования рудного материала, транспортируемого в головную часть обогатительной фабрики или в загрузочные бункера металлургических заводов. В последних случаях для отбора проб используют механические пробоотборники.

Для документации горных выработок ручным способом используется компас, ленточная или стальная мерная лента, пикетажная книжка, простые карандаши. При фотогеологической документации горных выработок применяются фотоаппаратура и необходимые фотопринадлежности. Подробнее вопросы фотогеологической документации рассмотрены в разделе 7 главы XXIII.

5. Транспорт

Геологоразведочные работы проводятся в различных климатических зонах и вдали от дорог: в заполярье, тундре, тайге, в заболоченных местах, в пустынях и полупустынях, на равнине и в горных районах с пересеченным рельефом. В зависимости от особенностей районов проведения геологоразведочных работ для транспортировки персонала, грузов и т. п. используются все современные виды транспорта: самолеты, вертолеты, речные и морские суда, автомобили, тракторы. Для транспортных связей и производственных целей пользуются самолетами типа ИЛ-14, АНТ-2, вертолетами МИ-8, МИ-4. На современном уровне развития геологоразведочных работ применение авиации ускоряет процесс геологических исследований, повышает их эффективность и снижает затраты. Только благодаря широкому использованию авиации стали доступны для эффективного проведения работ ранее мало исследованные области Заполярья и заболоченные районы Западной Сибири, пустыни Мангышлака и Каракумов, районы Чукотки и Камчатки, где в последние годы выявлены и разведаны месторождения нефти, газа, цветных и благородных металлов.

Таблица 13

Типы автомобилей, применяемых для транспортировки грузов больших габаритов

Параметры	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	МАЗ-500	КрАЗ-257	КрАЗ-255Б
Колесная формула	4×2	6×6	4×2	6×4	6×6
Тип автомобиля	Грузовой	Грузовой	Грузовой	Грузовой	Тягач
Грузоподъемность, кг	5000	5000	7500	12 000	7500
Общий вес прицепа, кг	6400	4000	12 000	16 600	150 000
Общий вес автомобиля, кг	4300	6460	6500	11 130	11 700
Марка и тип двигателя	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238	ЯМЗ-238
Мощность двигателя, л. с.	150	150	180	240	240
Топливо (бензин)	А-76	А-76	Дизельное	Дизельное	Дизельное

В последние годы в широких масштабах применяются морские и речные суда как для производственных целей (морские геофизические исследования — сейсмические, гравиметрические), так и для транспортировки грузов и персонала по морским и речным судоходным путям. Грузоподъемность судов может быть различной — от нескольких сот тонн до сотен килограммов. Разумеется, основным видом транспорта в геологоразведочной практике является автомобиль различного назначения и различной грузоподъемности. Наиболее широко применяемые типы автомобилей приведены в табл. 13, 14 и 15.

Подвоз воды для бытовых и технических целей осуществляется в автоцистернах, типы которых указаны в табл. 16.

Таблица 14

Типы автомобилей, применяемых для транспортировки персонала и малогабаритных грузов

Параметры	ЛИАЗ-158	ЛАЗ-697Е	ГАЗ-53А	ГАЗ-66	ЗИЛ-157К
Колесная формула	4×2	4×2	4×2	4×4	6×6
Тип автомобиля	Автобус	Автобус	Грузовой	Грузовой	Грузовой
Число мест	32	33	—	—	—
Грузоподъемность, кг	—	—	4000	2000	4500
Общий вес прицепа, кг	—	—	4000	2000	3600
Общий вес автомобиля, кг	6500	7300	3250	3440	5800
Марка и тип двигателя	ЗИЛ-158В	ЗИЛ-130	ГАЗ-53	ЗМЗ-66	ЗИЛ-157К
Мощность двигателя, л. с.	109	150	115	115	110
Топливо (бензин)	А-72	А-76	А-76	А-76	А-66

Таблица 15

Типы автомобилей, применяемых для транспортировки персонала

Параметры	«Волга» ГАЗ-24	ГАЗ-69	РАФ-977Д	УАЗ-452В	ПАЗ-672Б
Колесная формула . . .	4×2	4×4	4×2	4×4	4×2
Тип автомобиля	Легковой	Легковой	Автобус	Автобус	Автобус
Число мест	5	8	10	11	23
Грузоподъемность, кг	—	—	—	—	—
Общий вес прицепа, кг	—	800	—	—	—
Общий вес автомобиля, кг	1450	1525	1720	1920	4535
Марка и тип двигателя	ГАЗ-21А	ГАЗ-69Б	ГАЗ-21	УАЗ-452	ГАЗ-53
Мощность двигателя, л. с.	75	52	75	70	115
Топливо (бензин)	А-72	А-72	А-72	А-72	А-76

Таблица 16

Типы автоцистерн, используемых для подвоза воды

Параметры	АЦПТ-2,8	АЦММ-4	4ЦР	АЦ-4,2	АЦ-5	АВЦ-4,7
Шасси автомобиля	ЗИЛ-164А	ЗИЛ-157К	КраЗ-219Б	ЗИЛ-130	ГАЗ-66-02	ГАЗ-66
Собственный вес, кг	4800	6250	13 300	4990	3764	4100
Емкость цистерны, л	2800	4040	9000	4200	1800	1700
Время наполнения, мин	12—15	10—12	9	10	10	10
Назначение	Для питьевой воды	Для жидкого топлива	Для тех- нической жидкости	Для топлива	Для тех- нической жидкости	Для питье- вой воды

6. Лабораторное оборудование

Наличие на предприятии современной лабораторной базы позволяет геологической службе оперативно и квалифицированно решать свои задачи. Для производства анализов горнорудное предприятие должно иметь в своем составе соответствующую лабораторную базу, оснащенную всем необходимым оборудованием и аппаратурой.

Химико-аналитическая лаборатория должна иметь следующее основное оборудование:

— весы аналитические АДВ-200М для определения массы драгоценных металлов при пробирных анализах;

— весы аналитические Р2/200 для быстрого взвешивания в лабораторных условиях;

— весы микроаналитические СМД-1000;

— весы микроаналитические ВМ-20М;

— весы микроаналитические АВМ-20;

— колориметр фотоэлектрический ФЭК-60;

— колориметр фотоэлектрический ФЭК-60М;

— фотометр фотоэлектрический люминесцентный ЛЮФ-57;

— спектрофотометр регистрирующий СФ-10;

— спектрофотометр СФ-16;

— спектроколориметр «Спекол» (с полным комплектом приставок);

— пламенный фотометр ППФ-УНППЗ;

— полярограф переменного тока ППТ-6016;

— полярограф осциллографический ПО-5122;

— потенциометр ЛПМ-60М с блоком автоматического титрования

БАТ-12Л и магнитной мешалкой ММ-1.

Спектральная лаборатория должна быть укомплектована следующей аппаратурой и приборами:

— спектрограф средней дисперсии ИСП-30;

— спектрограф большой дисперсии с дифракционной решеткой ДФС-8;

— спектрограф большой дисперсии ДФС-13;

— электронный генератор ЭНЛИ-1;

— универсальный генератор УГЭ-3(4);

— реостат на 30А;

— аппарат для спектрального анализа АВР-3;

— полуавтоматическая установка для спектрального анализа УСА-3;

— микроскоп для спектрограмм МИР-12;

— универсальный станок для заточки угольных и металлических электродов УЗС-1.

Для использования пород, руд и минералов используют:

— универсальный поляризационный микроскоп МПИ-1;

— поляризационный стереоскопический микроскоп МПС-2;

— рудный микроскоп МПН-13;

— универсальный пятисосный столик СТФ-1;

— прибор для измерения показателей преломления кристаллов ППМ-1.

В аналитических лабораториях следует также иметь:

— ртутный атомно-абсорбционный фотометр РАФ-1 для проведения экспрессных анализов геохимических проб на ртуть;

— мёссбауэровский анализатор касситерита МАК-1 для экспрессного определения весового содержания окисного олова в порошковых пробах;

— многокомпонентный ядернофизический комплексный анализатор «Маяк» для количественного анализа порошковых проб горных пород, руд, продуктов их переработки, а также растворов на широкий круг элементов — от лития до трансураниевых элементов;

— рентгено-радиометрический датчик, для экспрессных анализов проб горных пород и руд от титана до висмута;

- рентгено-радиометрический датчик с вакуумной камерой для определения элементов в пробах руд с атомными номерами от 13 до 26;
- комбинированный нейтронно-абсорбционный и альфа-нейтронный датчик для определения в пробах лития, бора, кадмия, суммы редких земель;
- альфа-активационный датчик для определения алюминия в интервале концентраций 1—10 %;
- рентгено-радиометрический анализатор типа «Минерал-3» для ускоренных количественных определений содержаний элементов с атомными номерами от 25 до 80;
- переменный рентгено-радиометрический анализатор «Гагара» для экспрессного анализа руд и горных пород в их естественном залегании на элементы с атомным весом от 20 (Ca) до 82 (Pb);
- рентгено-радиометрический анализатор «Феррит» для экспрессного и высокоточного определения содержания общего железа в рудах.

7. Научно-исследовательское оборудование

Крупные горнообогатительные и металлургические комбинаты, такие, например, как Норильский горнометаллургический комбинат им. Завенягина, имеют в своем составе научно-исследовательский центр, объединяющий аналитическую, обогатительную, металлургическую и другие лаборатории. Задачей этих центров должно быть комплексное исследование вещественного состава руд, качественное и количественное определение в них попутных и рассеянных элементов, изучение форм их нахождения и баланса распределения, технические исследования с целью совершенствования технологии обогащения руд и их металлургического предела.

Разумеется, решение отмеченных задач требует современной лабораторной базы, укомплектованной новейшей аппаратурой и приборами.

Научный центр помимо выше отмеченного оборудования для аналитических исследований и микроскопического изучения руд и пород должен иметь соответствующее научно-исследовательское оборудование, в частности:

- флотационные машины типа ФМ-1, для исследований по флотации проб полезных ископаемых;
- флотационные машины ФМ-2 с камерами 0,25; 0,15; 0,1; 0,075 и двумя имперелами с числом оборотов 2500, 2800, 3100 в минуту;
- лабораторные отсадочные машины типа «ОМЛ» для обработки лабораторных проб весом от 1—2 кг и выше с целью выделения из них тяжелых компонентов;
- переносные обогатительные установки «Микрошлюз»;
- центробежные истиратели ЦИ-02;
- сепараторы электрические поисковые ПС-1;
- набор для диалектрической сепарации минералов ДСК.

Соответствующим образом должны быть оборудованы металлургическая, минералогическая, рентгеноструктурная лаборатории, лаборатория для ядернофизических исследований и др.

Организация на крупных предприятиях научных центров способствует рациональному использованию минерального сырья, повышению экономической эффективности работы предприятия. Исследовательский центр должен быть обеспечен вспомогательным лабораторным оборудованием и приборами. В частности, в центре должен быть комплект дробильно-измельчительной аппаратуры:

- лабораторный дисковый истиратель типа ЛДИ-21 для подготовки проб к различным видам анализов;
- сита лабораторные типа ЛС-1 с регулируемым натяжением сеток;
- установка для обработки геологических проб типа УОП;
- виброкол типа ВК-1.

8. Оформление заявок на материально-техническое снабжение геологоразведочных работ

Проведение геологоразведочных работ при плановом характере социалистического хозяйства требует систематического, планомерного и комплексного материально-технического их обеспечения. С этой целью предприятия своевременно составляют заявки на материально-техническое обеспечение геологоразведочных работ. Базой для разработки заявок являются план геологоразведочных работ, технический проект и данные о предполагаемых остатках материальных ценностей по состоянию на 1 января соответствующего года. В техническом проекте в соответствии с плановыми объемами и видами геологоразведочных работ, а также плановыми нормами расхода материалов определяется потребное количество геологоразведочной техники, транспортные средства, расходных и других материалов, запасных частей и т. п. Полученные расчетные данные о потребности в оборудовании и материалах, скорректированные с учетом имеющихся на предприятии остатков материально-технических ресурсов, являются основой для составления заявок на материально-техническое обеспечение.

Заявки составляются по формам, разработанным Госпланом СССР. На каждый вид оборудования составляется самостоятельная форма-заявка. Заявка должна предусматривать более или менее равномерную поставку материальных ценностей по кварталам.

Заявки на материально-техническое обеспечение в установленном порядке представляют в вышестоящую организацию, где с учетом конъюнктуры и выделенных Госпланом СССР фондов на материально-технические ресурсы могут быть внесены соответствующие коррективы. Следует отметить, что правильное планирование материально-технических ресурсов, необходимых для выполнения плана геологоразведочных работ, имеет большое народнохозяйственное значение. Очень важно, чтобы заявляемые ресурсы были обоснованы соответствующими инженерными расчетами, в основе которых должны лежать прогрессивная технология и передовые методы организации труда.

НАУЧНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ, СОБРАННЫХ РУДНИЧНЫМ ГЕОЛОГОМ

1. Задачи научных исследований на руднике в области геологии и разведки и роль рудничных геологов в их выполнении

Деятельность геолога на горном предприятии можно рассматривать в трех направлениях:

- а) обеспечение производственной программы рудника запасами высоких категорий разведанности ($A + B$);
- б) обеспечение перспективной программы горного предприятия на 5—7 лет и более запасами низких категорий разведанности ($C_1 + C_2$);
- в) научная обработка и систематизация геологической информации, непрерывно получаемой в процессе ведения подготовительных и очистных горных работ.

Геологическая служба успешно выполняет задачи первых двух направлений. Однако при проведении разведочных работ иногда бывают случаи переразведки, проведения лишних скважин, шурфов, излишнего количества химических проб. Это является прямым следствием недостаточной научной обработки разведочных материалов. А поиски и открытие новых рудных тел, не выходящих на дневную поверхность, уже в огромной степени зависят от научного уровня выполняемых геологоразведочных работ и научной квалификации рудничных геологов.

Если по первым двум направлениям деятельность рудничного геолога регламентирована жесткими требованиями, то в области научной обработки геологоразведочных данных подобных требований нет и здесь многое зависит от личной инициативы рудничного геолога.

Огромное научное и практическое значение имеет детальное геологическое изучение структуры рудных полей и закономерностей размещения в этих структурах отдельных рудных тел. Четкое определение поисковых критериев и их признаков применительно к данному рудному полю имеет решающее значение для рационального направления работ по обнаружению новых, как правило, скрытых рудных тел.

Не менее важны научные исследования в области обоснования оптимальной плотности разведочной сети и сети опробования. Примененную разведочную сеть можно рассматривать как один из множества вариантов разведочной сети и, быть может, не всегда наиболее рациональную. Известно, что оптимальная разведочная сеть должна обеспечивать максимум достоверности разведанных запасов при минимальном количестве разведочных выработок и минимальном расходе времени и средств. Применение современных математических методов и электронно-вычислительных машин дает большие возможности выбора оптимальной разведочной сети и сокращения объема химико-аналитических работ.

Техника проведения горных выработок и бурения скважин, геофизических и геохимических исследований быстро совершенствуется; на рудниках появляются новые буровые станки, новые геофизические и гео-

химические приборы и методы. Проведение экспериментальных научных исследований в целях внедрения новой техники и методики геологоразведочных работ является также одним из важных научных направлений в деятельности рудничного геолога.

Не все из названных выше задач научных исследований на руднике в области геологии и разведки могут быть выполнены силами рудничных геологов. Некоторая часть этих исследований в случаях особой сложности должна проводиться силами научных институтов и специальных кафедр вузов по договорам с горными предприятиями. Рудничный геолог не должен при этом ограничивать свою деятельность как заказчик договорных работ; он обязан сам активно участвовать в решении сложных научных вопросов.

2. Геологический музей рудника

Систематическая научная работа на руднике в области геологии и разведки должна базироваться на материалах геологического музея горного предприятия. Музей можно разместить в корпусе рудоуправления, но лучше выделить для него специальное здание со светлыми большими комнатами. Следует обеспечить музей специальным оборудованием.

Геологические коллекции музея следует хранить в специальных шкафах, витринах, где под стеклом выставляют типичные образцы пород, руд и минералов, а под витриной в выдвижных ящиках хранят дублитные и основные коллекции. В начальный период развития музея следует иметь около десятка однотипных витрин. К задней стенке витрины прикрепляется вертикальный щит из листа фанеры в рамке, на котором можно разместить геологические карты, разрезы или пояснения содержащихся в витрине коллекций. Витрины в музее размещаются вдоль стен или посреди комнаты, попарно, щитами друг к другу.

При полном развитии музея горного предприятия можно наметить примерно следующие его отделы (коллекции):

- петрографический, содержащий образцы осадочных, метаморфических и изверженных горных пород района и рудного поля;
- палеонтологический, где размещают все виды характерных ископаемых остатков фауны и флоры по геологическим их возрастам;
- минералогический, где должны быть представлены все типичные и оригинальные минералы рудного поля, размещаемые по принятой в минералогии систематике;
- коры выветривания, содержащий образцы пород из зоны окисления, размещаемые по стадиям их изменения в профиле коры выветривания;
- естественных типов и промышленных сортов руд с соответствующей их характеристикой. В этой коллекции можно поместить образцы прочих полезных ископаемых района или рудного поля, разработка которых возможна в будущем;
- новейших отложений, перекрывающих коренные породы рудного поля;
- поисковых признаков, где размещают образцы пород, измененных вблизи рудных тел (роговиков, скарнов, березитов, лиственитов, вторичных кварцитов, грейзенов и пр.);

— образцов полупродуктов технологической обработки руд и конечной продукции (концентратов, хвостов, осадков, шлихов, пылей, шламов, шлаков, чернового и рафинированного металла).

Все эти коллекции в совокупности дают полное представление о месторождении, о его геологическом окружении и переработке продуктов руд месторождения. Коллекции следует систематически улучшать (заменив отдельные образцы на более типичные и интересные) и пополнять их новыми экспонатами.

При подборе коллекций следует придерживаться по возможности одного размера образцов руд и пород, как минимального $10 \times 6 \times 3$ см. Образцы рыхлых пород следует хранить в специальных картонных коробках соответствующего размера с плоским стеклом сверху. Мелкие и ценные экспонаты (образцы самородного золота) можно монтировать в круглых коробочках, в которых крышка заменена увеличительным стеклом.

Большое значение имеют уникальные образцы крупного размера, которые следует ставить для обозрения на специальных стойках или тумбах (например, кристаллы слюды площадью более 1 м^2 , отпечатки крупных ископаемых рыб, остатки ископаемых животных и пр.). При встрече в забоях взаимного пересечения жил разных генераций следует отобрать для музея крупные глыбы вмещающих пород, в которых ясно виден относительный возраст жильных образований.

Каждый экспонат должен сопровождаться этикеткой с определением образца. На щитах витрины следует поместить подробные пояснительные тексты к коллекциям, геологические разрезы, фотографии.

На свободных стенах размещают геологические карты района, рудного поля, геологические разрезы и блок-диаграммы. Большое значение имеют модели из прозрачного листового органического стекла, изображающие в определенном масштабе сложные формы рудных тел.

В запасных ящиках витрин следует хранить петрографические шлифы, шпихи, минералогические полировки и пр. Эти ящики можно использовать для хранения литотеки. Современные камнерезные станки с применением мелкоалмазных пил позволяют получать тонкие (2—5 мм) пластинки, вырезанные из горных пород и руд. В запасных ящиках витрин можно хранить каменные пластинки, характеризующие сотни погонных метров руд и пород.

Работу по созданию геологического музея никогда не следует считать законченной. Систематическое пополнение коллекций лучшими экспонатами, уточнение и улучшение пояснительных текстов к коллекциям должно быть постоянной заботой заведующего музеем, выделяемого из состава рудничных геологов. В помещении музея следует проводить занятия по повышению квалификации техников-геологов, коллекторов, пробщиков, читать лекции для коллектива рабочих и служащих горного предприятия.

3. Оборудование научных кабинетов и лабораторий

При геологическом музее желательно иметь помещение для лабораторий, включающих:

— шлифовальную мастерскую, оборудованную камнерезными и шлифовальными станками;

— обогатительную лабораторию, оборудованную малогабаритными обогатительными установками для минералогического анализа и технологических исследований руд;

— фотолaborаторию для обработки фотогеологической документации горных выработок, а также для микрофотографирования шлифов и полировок;

— кабинет для научной работы, оборудованный микроскопами, бинокулярами, специальными установками и картотекой для хранения геологической информации.

Все указанные исследования могут выполняться и в разных помещениях, однако сосредоточение названных лабораторий при геологическом музее имеет организационные и другие преимущества.

Среди различных конструкций камнерезных станков наиболее удобен универсальный камнерезный станок УКС-2 конструкции Свердловского горного института. На этом станке с помощью стандартных мелкоалмазных дисков можно выполнять следующие камнерезные работы: а) ориентированную резку керка или штуфных образцов, б) выпиливание пластинок и кубиков для различных исследований, в) изготовление заготовок для шлифов и аншлифов, которые в практике обычно выполняются вручную. При этом достигается полное улавливание материала с плоскости распила. Для эксплуатации этого станка необходимо иметь фонды на стандартные мелкоалмазные диски [1].

Для ручного изготовления петрографических шлифов и аншлифов руд необходимо иметь круги с электроприводом. Шлифовку производят на чугунном круге, вращающемся со скоростью 300—400 об/мин. Полировку следует вести на круге, обтянутом сукном, при вращении его со скоростью 1000—1500 об/мин. Автоматический полировальный станок конструкции Геологического института УФАН дает возможность получать высококачественные безрельфные полированные шлифы [3].

В последние годы широко развита оценка обогатимости руд на пробах малого веса. Поэтому желательно, чтобы в распоряжении рудничного геолога была обогатительная лаборатория, оборудованная малогабаритными приборами (лаборатория МОЛМ) [6]. Приборы этой лаборатории составляют четыре секции:

- 1) подготовки проб (шаровая мельница и ситовой анализатор);
- 2) обогащения (отсадочная машина, винтовой сепаратор, стол-концентратор, флотационная машина, механический грохот);
- 3) электромагнитного обогащения (ручной и универсальный электромагниты);
- 4) вспомогательного оборудования.

Общий вес приборов составляет 185 кг. Общая мощность потребления энергии не превышает 0,35 квт.

При помощи лабораторий этого типа можно выполнять следующие практические задачи:

- а) выделение мономинеральных фракций из руд и горных пород;
- б) концентрация аксессуарных минералов из горных пород;
- в) фракционирование и количественный анализ шлихов;

г) изучение распределения редких и рассеянных элементов по минералам в рудах и горных породах;

д) приближенная оценка обогатимости руд.

По методике анализа шлихов можно рекомендовать работу И. М. Озерова (1959) [7]. Оборудование фотокомнаты и методика фотосъемки шлифов и полировок подробно описаны в руководстве Ф. С. Бабанкина [2].

4. Хранение геологической информации

Основным материалом для научных геологических исследований на руднике является пояснительная записка к подсчету запасов (утвержденный ГКС) с приложениями к ней. Детальное изучение этого важного документа для рудничного геолога является обязательным. Кроме того, на руднике накапливается много рукописных материалов, годовых отчетов по разведке и эксплуатации, отчетов по специальным исследованиям, которые в совокупности составляют геологический фонд горного предприятия.

Большое количество ценной геологической информации публикуется в специальных геологических журналах, в сборниках трудов вузов и научных институтов, в «Реферативном журнале» (выпуск «Геология»). Геолог должен своевременно подписываться через техническую библиотеку рудника на интересующую его периодику.

Хранить на руднике всю указанную литературу невозможно. Поэтому приходится прибегать к выпискам, интересующим геолога. В библиотеках, фондах и у отдельных специалистов накапливается огромная информация, которая без должного упорядочения и хранения в значительной мере является законсервированной. Простейшим способом упорядоченного хранения геологической информации являются специальные картотеки. В литературе описаны специальные карты с красной перфорацией для хранения информации по геологии рудных месторождений [5]. Хороший образец перфокарты для изучения экзогенных месторождений приведен в руководстве А. П. Сигова и др. [8]. Перфокарты используются также для хранения и систематизации многих оперативных сведений по разведке месторождений.

Очень удобна для хранения научной и производственной информации система суперпозиционных перфокарт («просветные перфокарты»). Впервые эту систему предложил И. С. Волынский [4]. Сущность этой системы заключается в следующем.

Массив карточек стандартного формата (К-5) с двойной перфорацией по краям объемом до 5 тыс. штук хранится в специальной коробке. Все карточки с информацией на них расположены строго по номерам. На каждой карточке в верхнем правом углу при помощи четырехзначного пулмера поставлен соответствующий номер, в левом верхнем углу — шифр универсальной десятичной классификации (УДК). Для удобства поисков карточек в массив поставлены разделители через 1000 и 100 номеров. Перфорация по краям карточек основного массива в этой системе не используется и ее может и не быть.

В этой же коробке впереди массива в особом отделении расположены карточки дескрипторов, или информационно-поисковой службы (ИПС). Они имеют тот же формат (К-5) и сетку в виде прямоугольника длиной 160 мм и высотой 80 мм, разделенного тонкими линиями на 5 тыс. квадратных клеток размером $1,6 \times 1,6$ мм. По короткой стороне прямоугольника расположен счет клеток на тысячи (0, 1, 2, 3, 4) и на сотни (0—9). Длинная сторона содержит 100 клеток со счетом их на десятки и единицы от 1 до 100. Счет клеток ведется по принципу координат. Каждой карточке в массиве отвечает клетка на карточке ИПС с одним и тем же номером.

Затем составляется таблица карточек ИПС в количестве 100—200 штук. В этот предметный указатель в алфавитном порядке заносятся все вопросы геологии района, геологии месторождений различных полезных ископаемых, минералогии, палеонтологии, поисков, разведки, опробования, подсчета запасов, оценки, геофизики, геохимии, бурения, технологии обработки руд, которыми рудничному геологу ежедневно приходится заниматься в его производственной и научной работе.

В эту же таблицу входят авторский указатель (от А до Я) в русской и латинской транскрипции и географический указатель. После окончательного установления предметного указателя и присвоения порядковых номеров карточкам эту таблицу помещают рядом с картотекой. Каждому номеру этой таблицы отвечает своя карточка ИПС, на которой сверху повторно наименование показателя.

Каждой карточке основного массива по ее содержанию отвечает прокол ее номера на карточке ИПС того же содержания. Нередко одной и той же карточке массива по содержанию отвечает прокол ее номера на двух-трех и даже четырех карточках ИПС. Например, в массиве за номером 543 значится: «А. А. Петров. Поиски золота на Урале» (статья). Тогда номер 543 пробивается на четырех карточках ИПС: «поиски», «золото», «Урал», и «П» (авторский указатель). Прокол производится специальным ручным сверлом, которое при нажатии вращается и пробивает круглое отверстие в карточке ИПС диаметром не более 1,2 мм.

Поиск интересующей геолога информации производится с помощью специального наклонного столика с осветителем. В наклонную плоскость столика врезано стекло, под которым помещена электролампочка. Слева и снизу стекла укреплены два накладных ограничителя в строго взаимно перпендикулярном положении. Карточки ИПС строго определенного размера при наложении на столик должны совпадать по всем номерам.

Например, нас интересует вопрос об опробовании золотосных конгломератов на рудниках Витватерсранда. По таблице указателей мы отбираем карточки «опробование», «золото», «Южно-Африканская Республика» и накладываем их друг на друга на столик. Включив освещение, находим светлые точки (совпадающие проколы). Остается выписать их номера и по ним найти карточки в основном массиве.

5. Развитие связей с научными институтами и вузами

Выполнение научной работы на руднике может быть успешным только при постоянном контакте рудничного геолога с учеными научных институтов и специальных кафедр высших учебных заведений. Прежде всего

следует назвать научные институты системы Академии наук СССР и ее филиалов, проводящие исследования в области геологии, геохимии и геофизики (ИГЕМ, ИМГРЭ, МГРИ и др.). В системе Министерства геологии СССР имеются научные институты, ведущие исследования в области региональной геологии (ВСЕГЕИ, г. Ленинград), геологии и разведки благородных металлов (ЦНИГРИ, г. Москва), техники разведки (ВИТР, г. Ленинград), технологического изучения минерального сырья (ВИМС, г. Москва), экономики и организации геологоразведочных работ (ВИЭМС, г. Москва), прикладной геофизики (ВНИИГеофизика, г. Москва и ВИРГ, г. Ленинград). Изучением обогатимости руд занимается институт Механообр (г. Ленинград) Министерства цветной металлургии СССР.

Рудничному геологу следует широко использовать связи со специальными кафедрами горно-геологических высших учебных заведений Москвы, Ленинграда, Свердловска, Томска, Иркутска, Ташкента, Тбилиси и Алма-Аты. Многие из важных научно-исследовательских тем не могут быть выполнены только силами рудника. Но они успешно выполняются по договорам с вузами и научными институтами. Практикуется приглашение ученых на горные предприятия для консультаций.

Широко проводятся научные и научно-производственные совещания, конференции и симпозиумы по различным вопросам геологии и разведки на самых различных уровнях, от международных геологических конгрессов до отраслевых районных совещаний. Участие рудничного геолога в качестве докладчика на научных совещаниях следует рассматривать руководителям предприятия как весьма положительную сторону его деятельности.

Важное значение имеет план научных работ на руднике, составляемый на два-три года и на более длительный период. В этом плане следует предусматривать выполнение исследований силами предприятия и по договорам, приобретение научного оборудования и литературы, научные командировки, творческие отпуска, подготовку научных статей, индивидуальные планы повышения квалификации всего коллектива геологов, техников, лаборантов, пробщиков и периодическую их аттестацию. План должен быть обеспечен соответствующим финансированием. Директора рудников должны способствовать развитию научной работы геологов.

6. Оформление научных исследований рудничного геолога

Результаты исследований геолог оформляет в виде геологических отчетов или научных статей. Их содержание должно отвечать двум требованиям: 1) научная новизна существа статьи или отчета и 2) практическая направленность, содействующая повышению эффективности разведки или эксплуатации. Статьи могут обладать только научной новизной, например, содержать описание нового минерала, породы, фауны.

Подготовленную статью желательно предварительно доложить на научном совещании предприятия или на кафедре вуза, в научном институте. Только после этого с учетом замечаний и рекомендаций направить ее в печать. Большое внимание необходимо уделять структуре статьи, сжато и литературному ее изложению, тщательному оформлению прилагаемых рисунков или фотографий. Статью готовят в трех экземплярах, из которых два направляют в редакцию, а один экземпляр автор оставляет

у себя. К статье необходимо приложить разрешение на публикацию руководства горным предприятием.

Публикация научных статей рудничных геологов возможна в следующих периодических журналах: «Доклады АН СССР», «Известия АН СССР, серия геологическая», «Геология рудных месторождений», «Литология и полезные ископаемые», «Геохимия», «Записки Всесоюзного минералогического общества», «Геоморфология», «Геология и геофизика», «Геотектоника», «Разведка и охрана недр», «Советская геология», «Колыма» и др.

Большие возможности для публикации имеют сборники трудов научных совещаний, тематические сборники трудов научных институтов, труды специальных кафедр высших учебных заведений.

Углубление научных исследований приводит геолога к работе над кандидатской или докторской диссертацией. Совершенствовать знания рудничного геолога может на специальных кафедрах вузов в качестве соискателя или путем поступления в заочную аспирантуру.

Глава VIII

ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФОНДОВ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ХРАНЕНИЕ ФОНДОВЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1. Организация геологических фондов и библиотек горнодобывающего предприятия

В процессе изучения, разведки и эксплуатации месторождения накапливается большой фактический материал по геологии, минералогии, петрографии, структуре, методике разведки, подсчету запасов и т. д. Рассмотрению этих вопросов посвящаются геологические отчеты, монографии, диссертации, опубликованные труды, подсчеты запасов и т. п.

Несомненно, что все эти материалы представляют большую научную и практическую ценность и должны храниться в специально оборудованном помещении. Геологическая служба предприятия обязана хранить все отчеты, посвященные различным вопросам геологии месторождения и района, изучению вещественного состава и технологических свойств руд, вопросам экономики минерального сырья и т. п. в геологических фондах в установленном порядке. Поступающие в геологические фонды материалы необходимо учитывать и сделать их доступными для пользования. Для каждой работы следует составить краткий реферат. Содержание реферата целесообразно изложить на перфокарте. В геологических фондах предприятия необходимо накапливать не только текстовые материалы, но и графические, а так же эталонные образцы горных пород и руд, шлифы и аншлифы, фауну и флору.

Горнорудное предприятие должно иметь также хорошую геологическую библиотеку научно-технической литературы как по вопросам геологии, так и по смежным дисциплинам — горному делу, обогащению,

металлургии и т. п. Библиотеку следует непрерывно пополнять новыми изданиями, проспектами, каталогами, ценниками, справочной литературой, периодическими подписными изданиями.

2. Фондовые геологические материалы

Все геологические материалы, характеризующие месторождения полезных ископаемых, подразделяются на фондовые материалы, материалы текущих работ, керны и шламы буровых скважин, дубликаты проб, петрографические и рудные образцы, шлифы и аншлифы, образцы фауны и флоры.

К фондовым геологическим материалам относятся печатные и рукописные геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические отчеты с геологическими картами и разрезами; сводные геологические работы по тематическим исследованиям; геологические отчеты по подсчету запасов с приложениями к ним; проекты геологопоисковых, геологосъемочных и геологоразведочных работ; протоколы Государственной комиссии по запасам (ГКЗ); блок-диаграммы месторождения и др.

В геологические фонды предприятия, как правило, должны поступать первые экземпляры текстовых и цифровых материалов, хорошо откорректированные, скрепленные подписями руководителей геологической службы и печатью предприятия. Графические материалы, прилагаемые к текстовым, могут быть выполнены на ватмане тушью и красками или цветными карандашами, на кальке или в отдельных случаях на аммиачной бумаге. Современная техника позволяет изготавливать графические материалы на прозрачных эластичных синтетических материалах, обеспечивающих длительную их сохранность.

Фондовые геологические материалы хранятся в соответствии с «Инструкцией Всесоюзных геологических фондов по инвентаризации, систематизации и каталогизации геологических материалов».

Для хранения фондовых геологических материалов на крупных предприятиях оборудуется специальное кирпичное или каменное помещение, обеспечивающее безопасное в пожарном отношении хранение материалов. Для предприятий небольших масштабов, где количество фондовых геологических материалов невелико, для хранения должны использоваться нестеллажные шкафы и сейфы, устанавливаемые в помещениях, безопасных в пожарном отношении.

Помещение геологических фондов должно быть оборудовано соответствующим образом (окна закрывают металлическими решетками, двери обивают стальными листами и пр.), иметь необходимые полки, шкафы и сейфы для размещения материалов. Хранение фондовых геологических материалов поручается специальному работнику — заведующему геологическим фондом, который несет ответственность за сохранность, учет, выдачу и приемку материалов.

Материалы, поступающие в геологические фонды, должны быть зарегистрированы в специальном журнале и занесены в каталог. Все листы журнала по инвентаризации материалов геологических фондов нумеруют, прошивают и скрепляют сургучной печатью, а на последнем листе делают

Форма журнала инвентаризации

№ п/п	Дата поступления материала	Инвентаризационный номер	Наименование материала	Печатный или рукописный	К-во экз.	К-во лист.	Автор и год издания (составления)	Примечание
1	1/II 1971	564	Геологический отчет с подсчетом запасов за 1968—1970 гг.	Рукопись	1	315	Иванов С. И., 1971	
2	15/IV 1971	277	Геологическая карта железорудного месторождения в масштабе 1 : 50 000	То же	1	315	То же	

запись: «В журнале имеется 100 (сто) листов, пронумерованных, прошнурованных и скрепленных печатью», под которой подписывается лицо, ответственное за хранение геологических материалов.

При регистрации геологических материалов каждому документу присваивается инвентарный номер, который надписывается на корешке книги, отчета или папки для графических материалов. Можно рекомендовать следующую форму журнала инвентаризации (табл. 17).

Кроме регистрации документа в журнале, на каждый поступивший в геологические фонды материал составляют специальную инвентарную карточку, в которую заносят инвентарный номер документа, его наименование, количество экземпляров, листов и приложений в каждом экземпляре, дату поступления, фамилию автора. На инвентарной карточке производят отметки о выдаче материала работникам предприятия для работы с ним в отделе и о возвращении этих материалов обратно в геологические фонды.

Примерная схема инвентарной карточки: номер инвентарной карточки (проставляется инвентарный номер материала), наименование организации, приславшей материал, наименование материала, автор, дата издания (составления), количество экземпляров, количество листов, дата поступления.

Перед тем как зарегистрировать вновь поступившие в геологические фонды материалы, заведующий геологическими фондами (или другое лицо, на это уполномоченное) производит тщательную их сверку с прилагаемой описью и устанавливает полную их сохранность. Если имеется расхождение между прилагаемой описью и фактическим наличием поступивших материалов, заведующий геологическими фондами в присутствии представителей геологической службы и других лиц, уполномоченных руководством предприятия, составляет акт и принимает необходимые меры к розыску недостающих материалов.

После проверки и регистрации поступившие материалы помещают на соответствующую полку или в соответствующий шкаф (сейф). На полках материалы размещают в хронологическом порядке по отделам или по годам.

Для удобства пользования фондовыми геологическими материалами быстрого их нахождения на полках делают надписи, указывающие наименование дел и даты поступления материалов, например: «Сводные геологические отчеты по району месторождения за 1965, 1966, 1967 гг., инвентарный номер от 50 до 100».

Такой примерный порядок размещения и хранения фондовых геологических материалов наиболее удобен и обеспечивает их наилучшую сохранность и доступность для пользования.

3. Материалы текущих работ и их хранение

Геологические материалы текущих работ в зависимости от сроков их обращения в производстве и важности при решении задач текущего дня можно подразделить примерно на три группы.

К первой группе относятся крупномасштабная геологическая карта, геологические разрезы месторождения и маркшейдерский план рудника, которыми рудничному геологу приходится повседневно пользоваться.

Ко второй группе относятся материалы, которые являются основой для определения направления и проектирования разведочных и эксплуатационных работ. Это геологические погоризонтальные планы, планы опробования, геологические колонки скважин детальной и эксплуатационной зведки, разрезы по эксплуатационным блокам (камерам) и карьерам и др. Эти материалы находятся в постоянном пользовании геологов, маркшейдеров и горняков для решения текущих вопросов производства, в связи с чем очень важно, чтобы они систематически пополнялись новыми геологическими данными, получаемыми при детальной и эксплуатационной зведке месторождения и в процессе его эксплуатации.

К третьей группе материалов текущих работ относятся материалы, которые отражают только отдельные детали строения месторождения и текущие вопросы деятельности рудничной геологической службы, а именно: альбомы позабойных зарисовок, колонки скважин детальной и эксплуатационной разведки и взрывных скважин, послойный план эксплуатационных блоков, журналы геологических проб и пикетажные книжки. Эти материалы должны ежедневно, но не позже чем через неделю пополняться новыми данными. Только при этом условии они могут представлять интерес для работников геолого-маркшейдерской службы при решении ими текущих задач.

Геологические материалы текущих работ обычно хранят в геологическом отделе предприятия в соответствии со специальной инструкцией.

Материалы текущих работ, имеющие небольшие размеры, следует хранить в сейфе или железном шкафу, графические материалы больших размеров (стандартный лист ватмана) — в специальном шкафу (деревянном или металлическом), примерный общий вид и размеры которого приведены на рис. 1.

Так же, как и при хранении геологических материалов длительного пользования, геологические материалы текущих работ регистрируют в специальном журнале. Форма журнала может быть принята та же, что и для журнала регистрации фондовых геологических материалов. Учет и хранение геологических материалов текущих работ поручают одному из работников геологического отдела предприятия.

4. Хранение эталонных образцов руд и пород, кернов, шламов, дубликатов проб, фауны и флоры

Эталонные образцы руд и пород, керны, шламы и дубликаты геологических проб, фауну и флору геологическая организация передает горнодобывающему предприятию одновременно с передачей месторождения в эксплуатацию. Для того чтобы обеспечить возможность проведения дополнительной обработки кернов, шламов и геологических проб, в чем возникает довольно часто необходимость, следует хранить эти материалы в надлежащем порядке. Небрежное хранение или утеря их может привести к необходимости повторной проходки дорогостоящих скважин и горных выработок.

При больших объемах буровых работ длина керна составляет десятки километров, при этом огромное количество керна часто характеризует однообразные геологические разрезы. Такое количество керна значительно осложняет организацию его хранения, требует крупных затрат на сооружение и оборудование помещений для кернохранилищ и расходов на изготовление большого количества керновых ящиков.

Поэтому в случае перекрытия одних скважин другими после тщательного изучения керна перекрытых скважин и выяснения всех особенностей керна следует сократить. В тех случаях, когда геологический разрез по предыдущей скважине полностью перекрывается геологическим разрезом последующей скважины, керн из предыдущей скважины может быть ликвидирован; при этом следует хранить соответствующую коллекцию образцов, характеризующую ликвидированный керн. Сокращать можно только керн вмещающих пород, керн из рудных интервалов не сокращают. Перед ликвидацией сокращенной части керна его актируют.

Учет керна и состояния его сохранности производится путем регистрации керна в паспорте, составляемом для каждой скважины, форма

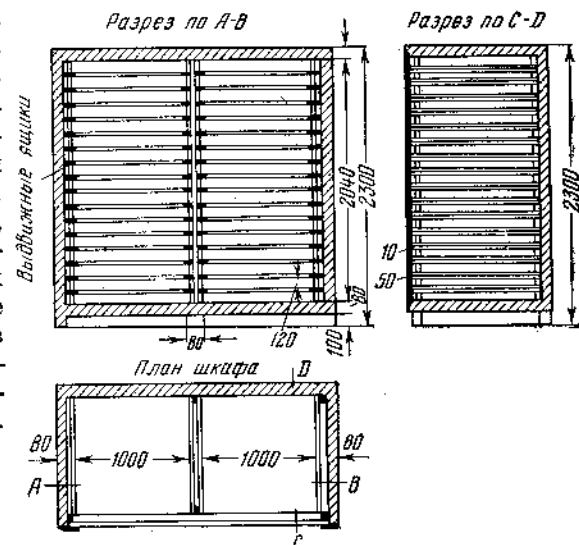


Рис. 1. Шкаф для хранения графических материалов

Министерство _____
 Главк _____
 Трест _____
 Предприятие _____
 № скважины _____
 Проклтан глубина _____
 Азимут _____
 Начата _____

Координаты устья скважины: X = _____
 Y = _____
 Z = _____
 Фактическая глубина _____
 Угол наклона _____
 Окончена _____

Вкладыш паспорта

Проклтан от _____ м	Интервал уклони	Фактический линейный выхол керна	% линейного выхол керна	Колличество шлама, кг	Номера сохранных пашен	Номера оставленных пашен	Макроскопическое описание керна	Петрографическое описание керна	Молность вскрытых пород по скважине, м	Номера проб для химического анализа	Результаты химических анализ	Результаты определения объемных весов	Номера технологических проб	Результаты технологических испытаний проб	Номера образца и шлифов	Общие пометки	Примечание
											1 2 3						

которого приведена в табл. 18. Кернохранилище (камнехранилище) должно быть безопасным в пожарном отношении. Должен быть обеспечен доступ к любому ящику керна, для чего керн и шлам в закрытых керновых ящиках размещают в кернохранилище на специальных стеллажах, при этом на каждом ящике делают надпись с указанием номера скважины и интервалов керна. Если в кернохранилище размещают керны с различных месторождений, на ящиках указывают их название. Керновые ящики одной и той же скважины следует располагать вместе, в порядке возрастания глубины скважины.

Дубликаты геологических проб хранят в бумажных пакетах или в мешочках из плотной материи, на которых подписывают номер пробы и дату ее отбора, а внутрь мешочка или пакета вкладывают этикетку с указанием места взятия пробы и ее номера.

Для размещения проб в кернохранилище устанавливают специальные шкафы или стеллажи, разделенные на отдельные секции. Дубликаты проб из горпоразведочных, горноподготовительных, очистных и других выработок размещают в разных секциях стеллажей. На стеллажах делают надписи, указывающие год отбора проб, название выработок и номера проб, хранящихся в данной секции, что обеспечивает быстрое нахождение проб.

Ответственность за хранение кернов, шламов и дубликатов проб можно возложить на одного из работников младшего технического персонала геологического отдела предприятия.

5. Хранение коллекций и препаратов

Коллекции руд, пород и различных препаратов представляют собой весьма ценный фактический материал для изучения геологии месторождения, установления связи рудоотложения с геологическими явлениями и т. п. Эти коллекции собираются из года в год. Они отражают как общие вопросы геологии месторождения, так и специальные.

Постоянное изучение геологических разрезов по вновь пройденным разведочным и эксплуатационным скважинам и горным выработкам сопровождается, как правило, петрографическим и минералогическим исследованием большого количества образцов руд и вмещающих пород.

За определенный период разведки и эксплуатации месторождения на предприятии накапливается большой фактический материал по петрографии, минералогии, текстурам и структурам руд в виде образцов руд и вмещающих пород и шлифов. Весь этот фактический материал может представлять научный интерес только в том случае, если он сохраняется в достаточно систематизированном виде.

При этом имеется в виду сохранность не только образцов руд и вмещающих пород или шлифов, но и соответствующей документации этих материалов. Образец или шлиф без номера и указания места его взятия не представляет никакой ценности. Наоборот, такие материалы мешают работе, так как загромождают помещение и затрудняют оценку достоверных образцов.

Не представляет ценности и документация без сохранившегося каменного материала. Невозможно проверить какие-либо выводы, не имея

Таблица 19

Форма каталога образцов

№ п/п	Дата отбора образца	№ образца		№ зарисовки или пробы, к которой относится образец	Место взятия образца	Краткое макроскопическое описание образца	Содержание компонентов в пробе, к которой относится образец, %			Примечание
		№ образца	№ шлифа				Pb	Zn	Cu	
1	15/II 1954 г.	325	Шл-12	375	Рудник Северный, штрек 5, в 15 м от маркшейдерской точки 25	Полиметаллическая руда, представленная галенитом, сфалеритом, халькопиритом	3,5	2,8	1,2	

образцов и шлифов, исследования которых положены в основу этих выводов.

В практике геологических исследований известны случаи, когда из-за небрежного отношения к сохранности петрографических и рудных коллекций приходилось заново проделывать ранее уже выполненную работу, что приводило к излишним затратам.

Все перечисленное показывает, какое огромное значение для науки и практики имеет правильная организация на предприятии хранения петрографических и минералогических коллекций и препаратов.

Работа по организации хранения коллекций предусматривает:

— систематический учет всех отобранных образцов (петрографических, минералогических, текстурных и др.) в специальном каталоге образцов;

— систематический учет всех шлифов (полированных и прозрачных) в специальном каталоге шлифов;

— обеспечение сохранности перечисленных материалов на протяжении всего периода изучения и эксплуатации месторождения.

Образцы породы и руд после регистрации в каталоге тщательно изучают и описывают. Часть отобранных образцов после выполнения контрольных функций, может быть уничтожена, а остальная часть должна быть сохранена. Из наиболее интересных образцов могут быть изготовлены шлифы. Все эти данные должны быть отражены в каталоге образцов, примерная форма которого приведена в табл. 19. В примечании делают отметку о том, ликвидирован образец или оставлен для хранения.

На каждом образце эмалевой краской делают небольшой мазок — площадку, на которой надписывают тушью номер образца и место его отбора. После этого образцы завертывают в оберточную бумагу и складывают

Таблица 20

Форма каталога шлифов

№ п/п	Дата отбора образца	№ шлифа		Номер зарисовки или пробы, к которой относится шлиф	Место взятия образца для шлифа	Микроскопическое описание шлифа	Примечание
		№ образца	№ шлифа				
1	20/VIII 1972 г.	Шл-15	217	325	Штольня № 1, в 120 м от ее устья	Песчаник светлого цвета	

ют в ящики. На бумаге необходимо написать номер и дату его отбора. Кроме того, каждый образец должен сопровождаться этикеткой, на которой указывают наименование предприятия, месторождение, место взятия образца, его номер и название породы.

На ящиках для образцов необходимо пометить номер ящика, номера образцов (от — до), год. В таком виде ящик с образцами направляют на хранение в зернохранилище.

После регистрации полированных и прозрачных шлифов в каталоге для шлифов (табл. 20) на каждом шлифе надписывают его номер.

Все шлифы тщательно изучают под микроскопом и детально описывают. Наиболее характерные в текстурном и структурном отношении шлифы зарисовывают или фотографируют. Хранить шлифы лучше в специальных ящиках.

6. Применение перфокарт для хранения информации

Перфокарты в геологии как в Советском Союзе, так и за рубежом с каждым годом находят все большее применение. Объектами геологической информации являются рудные формации, типы руд, месторождения, рудопроявления, обнажения, горные выработки, подсчетные блоки, категории зашасов и т. п., хорошо поддающиеся перфокартному учету. Из опыта геологов США следует отметить применение библиографической системы на однорядных алфавитных картах, например по району Скалистых гор, и систему учета угольных пластов в штате Огайо на машинных картах, что дало через несколько лет экономический эффект. Геологическая служба в Малайзии применяет для учета полевых материалов щелевые перфокарты, и для этой цели снабдила всех геологов портативными селекторами. Подобные новшества позволили отказаться от традиционных полевых книжек, заменив их перфокартами, на которых кроме соответствующих записей и рисунков кодируются дата, фамилия геолога, название партии или экспедиции, географическая привязка, геологические данные и результаты лабораторных исследований. Опыт показывает, что работа с перфокартами в несколько раз сокращает время подготовки к составлению отчета и делает его содержание более глубоким.

В Советском Союзе впервые перфокарты были применены И. С. Волыпским для определения рудных минералов под микроскопом. В 1965 г. Всесоюзным институтом минерального сырья были разработаны специальные инструкции по методике применения перфокарт при систематизации геологических и библиографических материалов по рудным месторождениям.

В Государственном научно-исследовательском институте горнохимического сырья (ГИГХС) применяются карты с красной перфорацией для классификации руд горнохимического сырья. Министерством геологии СССР разработан код для перфокартотеки «Полезные ископаемые Украины». Перфокартотека из карт с краевой перфорацией К-5 (207 × 147 мм) является кадастром месторождений и рудных проявлений, а также содержит сведения о технологической изученности руд данных месторождений экономической целесообразности их переработки.

Внедрение в практику рудничной геологии службы перфокарт с целью хранения информации может иметь большое значение для совершенствования методов работы, повышения эффективности и оперативности решения повседневных практических вопросов.

Сущность любых перфокартных «запоминающих» устройств заключается в том, что, если на стандартный лист того или иного формата нанести различные комбинации отверстий, каждое из которых будет отвечать каким-то заранее установленным данным, то такая информация легко может быть найдена с помощью ручного или машинного поиска.

Любые виды перфокарт при подготовке к работе (поиску нужной информации) никакой предварительной сортировки обычно не требуют. Перфокарт может быть любое количество и лежать они могут в любом порядке. Единственное условие, которое должно обязательно соблюдаться, заключается в том, чтобы перед началом работы с пачкой перфокарт они были уложены угловым срезом в одну сторону (у ручных перфокарт срезы верхний правый угол). Поиск информации производится с применением кодовой карты и простейших приспособлений — металлических спиц и селектора, а также путем ручной сортировки.

Перфокарты ручного обращения делятся на карты с внутренней и внешней перфорацией. Перфокарты могут иметь отверстия по одной, двум, трем или четырем сторонам. У каждой перфокарты в зависимости от размещения углового среза различают верхний, нижний и боковые (левый, правый) края, лицевую и обратную стороны. В практике широко применяются перфокарты ручного обращения трех размеров: К-4 (297 × 207 мм); К-5 (207 × 147 мм); К-6 (147 × 105 мм). Количество ячеек, которые можно использовать для кодировки, составит при однорядной перфорации в случае применения карт К-5 — 400, К-6 — 66; при двухрядной перфорации для карт К-5 — 200, К-6 — 132. Тип перфокарты подбирается в зависимости от объема информации, системы кодирования и пр.

Запись и поиск информации на перфокартах с красной перфорацией производятся с помощью краевого компостера, селекторного ящика и набора металлических спиц. Эти приспособления входят в «Комплект оборудования для карточек на картах с краевой перфорацией».

Организация перфокартного учета состоит в обработке полученной

информации в процессе разведки и эксплуатации месторождения, выборе перфокарт, машинописных работах по заполнению их содержания, разработке кодовой карты и кодировании перфокарт.

Перфокарты позволяют быстро осуществить подбор, группировку и сортировку объектов по любому количеству признаков. Информация наносится на перфокарту путем выреза различных комбинаций мелких и глубоких вырезов. Запись информации можно вести в любом порядке, однако для каждой системы — картотеки — предварительно вырабатывается порядок размещения информации на краях карты и в ее внутреннем заполнении. Для каждого признака и группы признаков отводится строго определенное «поле» (участок перфорации) и выбирается способ (ключ) кодирования. Таким образом составляется «кодовая карта». При составлении кодовых карт необходимо исходить из того, что:

— кодовая карта составляется один раз на все время применения данной информационной системы. Исправление кодовой карты влечет за собой переделку всех запоминающих устройств;

— поисковые признаки (дескрипторы) размещаются в перфорации карт таким образом, чтобы при поиске как можно меньше вращать массив карточек и как можно шире использовать взаимозависимость этих признаков;

— при записи дескрипторов желательно на каждой стороне перфокарты оставлять резервные поля — участки перфорации для использования их в дальнейшем;

— при кодировании следует использовать наиболее простые и «бесшумные» ключи;

— для каждой поисковой системы (картотеки) следует применять минимальное число ключей. Более трех ключей недопустимо, так как в этом случае работа с картотеккой становится очень трудной и увеличивается число неизбежных ошибок;

— следует всячески избегать «шумящих» ключей, при которых приходится прибегать к повторному поиску;

— кодовые карты сразу по их изготовлении рекомендуется наклеивать на дополнительные карты с целью продления срока их службы;

— приступать к внесению в перфорацию закодированных данных следует только после того, как полностью завершена работа по составлению кодовой карты.

Заполненные перфокарты (желательно машинописные в двух-трех экземплярах) подлежат кодированию. Как отмечено выше, нанесение информации на края перфокарт достигается путем выреза щелей в наружном ряду перфорации, соответствующих на кодовой карте тому или иному кодируемому признаку. Делается это следующим образом. Например, при нанесении информации на нижний край перфокарты:

— перфокарта подкладывается под кодовую карту, так чтобы угловые срезы на ней и кодовой карте совместились;

— нижний край перфокарты выдвигается из-под кодовой так, чтобы была видна перфорация на нижнем краю перфокарты;

— совмещаются перфорации на боковых сторонах перфокарты и кодовой карты;

— компостером в краевой перфорации перфокарты делаются вырезы, соответствующие на кодовой карте поисковым признакам, которые требуется закодировать.

Аналогично наносится информация на верхние и боковые края карт.

В тех случаях, когда при кодировании будет допущена ошибка, рекомендуется на испорченный участок наклеить кусок края перфокарты с целой перфорацией и сделать нужные вырезы.

Порядок работы по отбору (сортировке) перфокарт с использованием селектора К-5 следующий:

— из ящика-хранилища вынуть нужную часть массива;

— установить впереди пачки перфокарт кодовую карту;

— уровнять карты, убедиться, что все карты расположены угловым срезом в одну сторону, установить отобранную часть массива с кодовой картой в селектор;

— ввести одну — две контрольные спицы в угловые (служебные) отверстия;

— установить селектор так, чтобы сторона кодовой карты, по которой будет вестись поиск, была вверху;

— набрать нужную информацию;

— вынуть контрольные спицы и снять поддерживающую планку со стороны, противоположной той, где ведется поиск;

— раздвинуть, «распушить» пачку перфокарт;

— встряхнуть селектор, приподняв его над столом;

— отобрать выпавшие карты и при необходимости произвести их дополнительную сортировку по другой стороне, используя в зависимости от количества выпавших карт вышеописанные приемы или применяя ручную сортировку;

— по окончании поиска информации перфокарты установить в ящик хранилища в любом порядке, но соблюдая правило совмещения угловых срезов.

Отбор перфокарт с применением селектора-опрокида проводится в том же порядке. Преимущество этого селектора заключается в том, что отпадает необходимость производить операции по снятию поддерживающих планок и встряхиванию селектора. Достаточно лишь «опрокинуть» и повернуть вокруг удерживающих осей коробку-селектор.

Селекторы типа К-5 или селектор-опрокид необходимы при поиске из массива в 500—700 перфокарт.

Ручная сортировка применяется в случае обработки малого количества перфокарт, когда пачку легко можно удерживать в одной руке.

Прием ручной сортировки сводится к следующему. Карты аккуратно складывают и уравнивают. На пачку карт помещают кодовую карту. После совмещения угловых срезов и совпадения отверстий перфорации в одно из угловых отверстий перфокарт и кодовой карты без особых усилий вводят контрольную спицу. Пачку ставят на стол так, чтобы вверху располагался тот край перфокарт (соответственно кодовой карты), по которому будет производиться поиск. Затем вставляют спицы в отверстия, соответствующие тому комплексу признаков, по которому проводится поиск. Вынимают контрольную спицу, карты на вставленных поисковых спицах несколько раз-

двигают («распушают») и приподнимают над столом. В результате все карты, имеющие соответствующие вырезы, выпадают из массива.

На перфокарте могут кодироваться разные признаки, в частности: наименование и номер картотек, вид полезного ископаемого, масштабы месторождений, генетические типы месторождений, стратиграфическая приуроченность, морфология рудных тол, типы текстур и структур руд, околорудные изменения, вмещающие породы, минералогический и петрографический состав руд, технологические и экономические показатели переработки руд и т. п.

Перфокартотека может обслуживать работников геологической службы предприятия, обогатительного и горного цехов, экономистов.

Геологические основы поисково-разведочных работ на горном предприятии

Глава IX

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ТЕКТониКИ РУДНЫХ ПОЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. Составление и уточнение структурно-геологической карты рудного поля

Структурно-геологическая карта рудного поля или месторождения вместе с вертикальными геологическими разрезами к ней является важнейшим документом. Она входит в материалы по подсчету запасов, утверждаемые ГРЗ. Дальнейшая разведка и исследование, в том числе проведение многочисленных буровых скважин и горных выработок с их геологической документацией, дают геологу обильный фактический материал по уточнению и дополнению структурно-геологической карты и дальнейшей ее детализации.

В основу структурно-геологической карты ее составителем обычно положены определенные представления о пространственном положении рудных тел (установленных и предполагаемых), морфологическом их типе и о генезисе месторождения. Как правило, дальнейшая разведка проводимая на руднике, подтверждает эти идеи, уточняет и развивает их. Детальное изучение такой карты позволяет правильно направлять поиски скрытых рудных тел. Однако в отдельных случаях разведка, проводимая на руднике, не подтверждает первоначальных представлений о структуре рудного поля и морфологии рудных тел. Это приводит к необходимости заново производить подсчет запасов.

Дополнением, иногда обязательным, к структурно-геологической карте рудного поля являются геофизические карты в том же масштабе, а также данные магнитной, гравитационной и геохимической (металлометрической) съемки.

В этих общих положениях невозможно охватить специфические особенности составления структурно-геологических карт рудных полей всех полезных ископаемых. Поэтому ниже приведены более конкретные рекомендации для составления структурно-геологических карт главных генетических типов рудных месторождений.

2. Изучение структуры рудных полей магматических и контактово-метасоматических месторождений

Рудное поле месторождения магматического типа определяется размерами и формой магматической камеры, заполненной основными интрузивными породами. Типичным примером могут быть магматические медно-никелевые месторождения Кольского полуострова в массивах габбро-поритов. Наиболее благоприятным структурным условием для проявления оруденения служит пологое погружение лежащего бока интрузии к ее центру. В силу гравитационной дифференциации магмы базальный слой интрузии представлен габбро-поритами или габбро-диабазами с вкрапленностью сульфидов (пентландит, пирротин, халькопирит). Донные залежки массивных преимущественно вкрапленных сульфидных руд имеют форму пологопадающего пласта весьма значительных размеров. Менее развиты в том же интрузиве висячие залежки.

Многие рудные месторождения этого типа залегают в небольших узких и длинных телах гипербазитов, расположенных согласно вдоль крупного тектонического разлома в более древних гнейсовых толщах. Гипербазитовые тела превращены в серпентиниты; лежащий бок их представлен вкрапленными и частично брекчиевидными сульфидными рудами.

Сильная дифференциация интрузивных пород привела к явлениям псевдостратификации. При этом рудный пласт определенного состава мощностью 0,5—1,0 м нередко прослеживается на несколько километров по простиранию и на сотни метров по падению к центру интрузива. Таковы, например, месторождения редких металлов, залегающие в стратифицированных массивах щелочных горных пород.

Структура рудных полей контактово-метасоматических месторождений железа и меди в основном определяется положением в пространстве контактовой поверхности между массивом активного интрузива (диориты, сyenиты) и толщей замещаемых метасоматическим путем горных пород, обычно известняков. Среднее простирание этой контактовой поверхности довольно четко устанавливается при детальном геологическом картировании и определяется положением полосы скарновых пород. Однако разведочные работы нередко вскрывают особенно по падению, очень сложную форму контактовой поверхности. Крупные блоки известняков разделены породами диоритовой магмы и на нижней поверхности этих известняковых блоков часто встречается оруденение.

Важное значение для правильного представления о структуре рудного поля имеет выявление соотношения в пространстве контактовой поверхности с элементами залегания первичного напластования известняков (или туфогенных сланцев). Если контактовая поверхность пересекает плоскости напластования замещаемых пород, то от этой контактовой поверхности вдоль наиболее легко замещаемых пластов могут быть образованы пластообразные тела скарнов с подчиненными им рудными залежками.

3. Изучение структуры рудных полей гидротермальных жильных и метасоматических месторождений

Наиболее продуктивные жильные месторождения золота приурочены к небольшим куполам гранодиоритов, а также к дайкам гранит-порфиров, залегающих в более древних породах основного состава (змеевиках, порфиритах и их туфах). Наиболее благоприятными условиями для золотого оруденения можно считать купола гранодиоритов, слабо вскрытые эрозией. Площадь таких куполов на детальной геологической карте иногда не превышает 0,25 км². Такая степень эрозии отвечает акробатолитовой стадии размыва интрузива по схеме Эммонса. Нередко купол гранодиоритов бы-

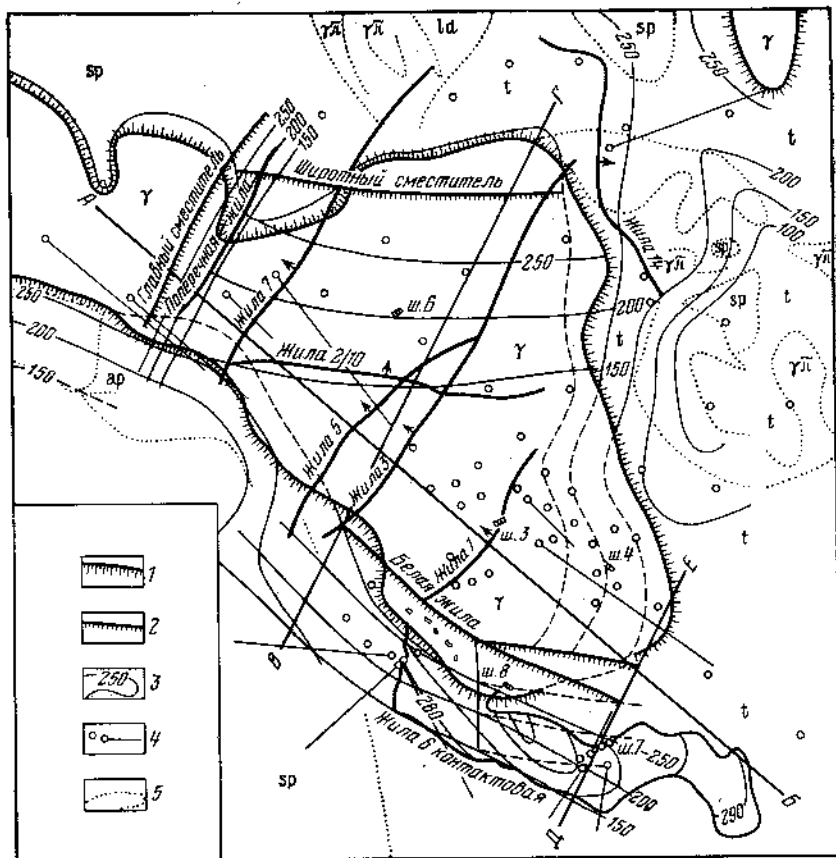


Рис. 2. Геолого-структурный план Джетыгаринского золоторудного месторождения. По П. И. Кутюхину и Г. И. Вилесову.

sp — серпентиниты; t — оталкованные серпентиниты и тальково-карбонатные породы; yl — плагиоклазовые граниты; yl — плагиоклазовые гранит-порфиры и кварц-диоритовые порфиры; ld — дорудные лампрофиры; ap — аплиты. 1 — контакт гранитов с серпентинитами на дневной поверхности; 2 — выходы сместителей на дневную поверхность; 3 — изогипсы подземного рельефа контактовой поверхности гранитов с серпентинитами; 4 — буровые скважины вертикальные и наклонные; 5 — контуры пород

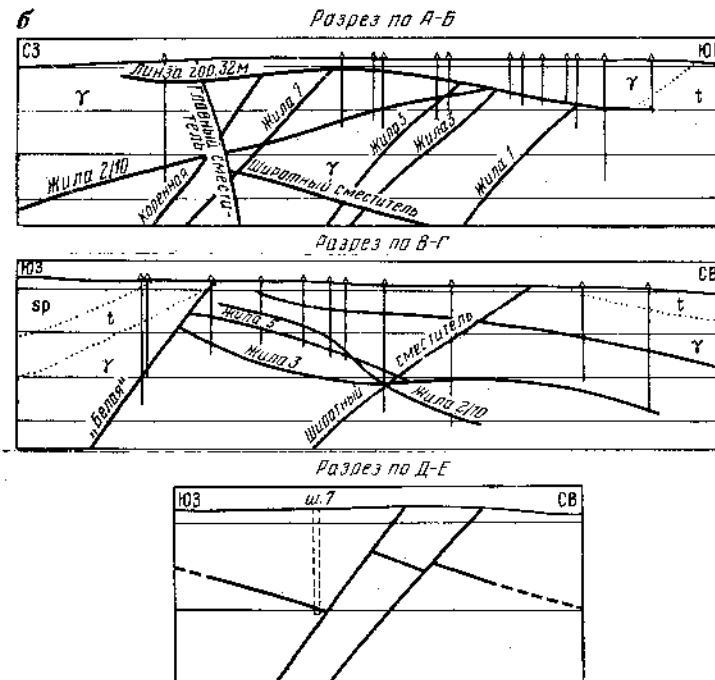


Рис. 3. Геологические разрезы Джетыгаринского золоторудного месторождения. По П. И. Кутюхину и Г. И. Вилесову.

Условные обозначения даны на рис. 2

вает насыщен многочисленными и богатыми золотом кварце-сульфидными жилами.

Типичным примером может служить геологическая структура Джетыгаринского золоторудного месторождения в Севере-Западном Казахстане (рис. 2 и 3). Слабо вскрытый купол гранодиоритов прорывает более древние серпентиниты, которые служат непроницаемой кровлей для рудных жил. В гранодиоритах вблизи контактовой поверхности купола развиты мощные пологопадающие рудные жилы, под которыми залегает свита крутонападающих параллельных жил с простираем, нормальным к длинной оси купола. В более размытых куполах крутонападающие рудные жилы обычно развиты по периферии куполов параллельно поверхности контакта с вмещающими породами.

Если купол гранодиоритов залегает согласно в свите крутонападающих сланцев с пологим погружением осей складчатости, то наиболее благоприятным полем для золотого оруденения является участок сланцевой толщи над пологим погружением кровли гранодиоритов. На таком участке нередко развита сеть даек гранит-порфиров, согласных и секущих вмещающие сланцы. В дайках часто развиты поперечные кварц-сульфидные жилы типа Березовского золоторудного месторождения на Урале.

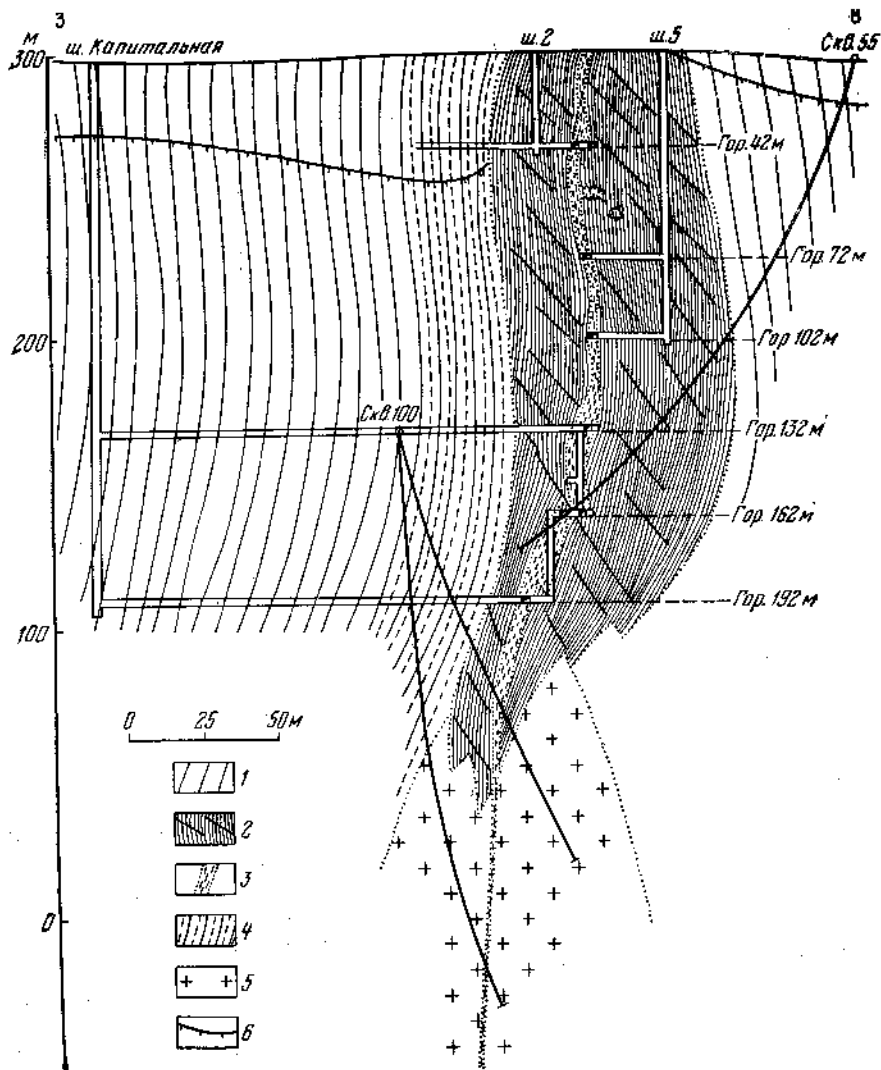


Рис. 4. Поперечный геологический разрез Кумакского золоторудного месторождения (Южный Урал).

1 — смятые эффузивные породы; 2 — черные углистые сланцы; 3 — серые золотоносные сланцы; 4 — полосчатая вкрашенность пирита; 5 — гранодиоритовый купол; 6 — граница древней коры выветривания

Многие золоторудные месторождения тесно связаны с минерализованными зонами смятия. Такие зоны протяжением десятки и даже первые сотни километров расположены вдоль глубоких линейных разломов, которые служили каналами для проникновения гидротермальных золотоносных растворов. Узкие зоны наиболее смятых пород нередко превращены в милониты с рассеянной в них полосчатой вкрашенностью золотоносных сульфидов и многочисленными мелкими прожилками кварца. Разведка участков с повышенным содержанием золота нередко вскрывает на некоторой глубине от дневной поверхности согласно залегающие дайки и купола диоритов (рис. 4). Наряду с заполнением трещин в условиях смятых пород или сланцев широкое развитие приобретает метасоматоз. Поэтому руды типа зон смятия по внешнему виду без опробования трудно отличить от вмещающих пустых пород.

4. Изучение структуры рудных полей штокверковых месторождений

Для всех штокверковых месторождений характерна приуроченность их к интенсивно дислоцированным участкам земной коры. Многие месторождения расположены в сводовых частях крупных антиклиналей и в местах пересечения крупных разломов с зонами смятия. Второй их особенностью является тесная связь с кислыми интрузивными породами (гранодиорит-порфирами, монзонит-порфирами). При этом месторождения размещены в эндоконтакте интрузии, иногда они полностью занимают пикальные части малых интрузий. Гидротермальные изменения вмещающих пород в основном выражены в окварцевании и серицитизации.

Формирование штокверков путем выполнения многочисленных мелких трещин минеральным веществом определяет наиболее развитую прожилковатую текстуру руд; роль метасоматоза относительно невелика. На один погонный метр разведочной выработки в штокверках на одних участках приходится 10—15 прожилков, на других — более сотни тонких прожилков, но встречаются участки длиной в десятки метров с отсутствием прожилков.

Огромное значение при изучении структур штокверков имеет анализ трещиноватости минерализованных пород. Статистической обработкой сотен и тысяч замеров трещин с составлением круговых диаграмм можно достоверно выявить преобладающее направление рудных прожилков. Сеть разведочных выработок задают вкrest этому главному направлению.

Площадь выхода минерализованных пород колеблется в пределах от 0,1 до 1,0 км². Глубину оруденения в начале предварительной разведки можно принимать равной среднему диаметру выхода штокверкового рудного тела.

Большое влияние на прогнозную оценку штокверка имеет глубина древней коры выветривания и мощность перекрывающих месторождение пород. Минерализованные породы в коре выветривания имеют значительно меньшую крепость, что удешевляет добычу открытыми горными работами. С другой стороны, сильное окисление может привести к обесцени-

ванию выветрелых руд (например, в молибденоносных штокверках). При перекрытии штокверка новыми образованиями первостепенное значение имеет коэффициент вскрыши.

5. Изучение структуры рудных полей, связанных с древней корой выветривания

Наиболее богатый опыт изучения морфологии и тектоники рудных тел и структуры рудных полей месторождений полезных ископаемых, связанных с древней корой выветривания, накоплен по уральским месторождениям силикатных никелевых руд.

Первичными никеленосными породами здесь являются ультрабазиты. Главным носителем никеля служит оливин, в котором содержание никеля находится в пределах от 0,1 до 0,27%. [2]. Рассеянные в ультрабазитах сульфиды (пирротин, пентландит, миллерит) как первоисточник никеля занимают подчиненное значение.

Массивы ультрабазитов и образовавшихся по ним серпентинитов в структурно-тектоническом отношении не однородны. В этих массивах нередко развиты зоны дробления и смятия, дайки и жилы диоритов и габбро-пегматитов. Наконец, процесс серпентинизации ультрабазитов связан с широким развитием трещиноватости в змеевиках. Вся эта первичная тектоника (прототектоника) в змеевиковых массивах имеет решающее значение при разведке и геометризации рудных тел.

Наложение мощной древней коры выветривания на змеевиковые массивы в зависимости от первичной тектоники последних обуславливает образование двух главных морфологических типов кор: кора площадного залегания и кора линейного залегания. Нижняя поверхность коры чрезвычайно неправильная и сложная. Наиболее глубокие карманы коры следуют контактам змеевиков с другими породами, особенно с известняками, а также зонам дробления и смятия. Известны случаи, когда глубина таких карманов превышает 200 м. Карманы коры выклиниваются вниз в виде дальцев. Иногда буровые скважины, заданные вквост такого кармана, выйдя из зоны выветривания в плотные породы, снова пересекают интервалы выветрелых пород, чередующиеся с плотными породами.

Рудные поля в контакте змеевиков и известняков вследствие процессов карстообразования нередко разбиты сбросами с оседанием отдельных блоков. Отрицательный микрорельеф местности иногда приводит к открытию значительной части рудного поля новейшими отложениями и торфяными болотами. В таких условиях существенную помощь при детальном геологическом картировании могут оказать геофизические работы (магнитная и гравитационная съемки).

Сеть вертикальных скважин предварительной и детальной разведки дает обширную информацию, на основе которой следует составлять планы и разрезы с широким использованием метода изолиний (изогипсы подземного рельефа плотных пород, изолинии мощности выветрелых пород, изолинии мощности рудных тел, изолинии содержания никеля в рудных телах и т. п.).

6. Изучение структуры рудных полей месторождений осадочного генезиса

Характерной особенностью месторождений осадочного генезиса является пластовая форма залегания рудных тел. Пласт занимает определенный стратиграфический горизонт во вмещающей его слоистой толще. Мощность пласта практически является величиной постоянной и ничтожной по сравнению с размерами его поверхности. Наконец, пласт испытывает те же нарушения залегания (складчатые и разрывные), что и вмещающая его слоистая толща. Такими же свойствами отличаются метаморфизованные месторождения, образовавшиеся в результате регионального метаморфизма обычных осадочных месторождений.

Детальный стратиграфический разрез продуктивной толщи является обязательным дополнением к структурно-геологической карте рудного поля. На этом разрезе кроме положения рудного пласта необходимо выделить два-три маркирующих опорных горизонта, расположенных и выше и ниже рудного пласта. Встреча этих опорных горизонтов буровыми скважинами и горными выработками облегчает ориентировку по вскрытию рудного пласта разведочными работами.

Составление геолого-структурной карты рудного поля при горизонтальном или наклонном залегании продуктивной толщи без каких-либо ее нарушений не представляет затруднений. Главное внимание здесь следует уделять выявлению новых параллельных рудных пластов, залегающих ниже промышленного пласта в пределах продуктивной толщи.

В пределах продуктивного пласта рудные тела могут быть расположены отдельными пятнами, участками, выявление которых требует детализации разведочной сети. При этом продуктивный пласт по литологическому составу внешне слабо отличается от вмещающих пород. Таковы, например, свинцово-цинковые пластовые залежи в толще известняков. Для выявления продуктивного горизонта здесь необходимо пользоваться дополнительными признаками, например, повышенным содержанием кремнезема (метод нерастворимых осадков) или некоторых микроэлементов, устанавливаемых спектральным анализом при геохимическом опробовании карбонатных пород. Детальная разведка может установить участки с местными нарушениями рудного пласта, вызванными межформационным размывом, внедрением изверженных пород, карстовыми явлениями. На периферии рудных тел возможно их расщепление.

При наличии складчатых и разрывных нарушений продуктивного пласта единственно правильным методом построения структурно-геологических карт является геометризация с помощью изогипс (подаемных горизонталей). В условиях регионального метаморфизма интенсивно смятые рудные пласты могут образовывать пережимы и местные утолщения вдоль осей складок, переходящие в залежи неправильной формы.

Среди осадочных пород, смятых в складки и разбитых сбросами, могут быть и эпигенетические рудные залежи, имеющие форму пластов. Однако в этом случае рудные залежи тесно приурочены к разломам и куполам брахиантиклинальных складок.

7. Составление геоморфологической карты россыпных месторождений

На размещение промышленных россыпей платины, золота, алмазов и других ценных минералов влияют три основных фактора:

- 1) положение коренных месторождений ценных компонентов;
- 2) геоморфологические условия образования россыпей;
- 3) условия сохранности россыпных месторождений [3].

Расстояние перемещения ценных минералов от их коренных месторождений до промышленных россыпей может определяться несколькими километрами, а иногда и первыми десятками километров. Кроме того, россыпь может образоваться за счет размыва промежуточных коллекторов. Поэтому при геоморфологическом анализе россыпей необходимо изучение геологической и геоморфологической карт обширного района в масштабе 1 : 25 000, 1 : 50 000 или 1 : 100 000.

Промышленные россыпи золота во многих районах образуются за счет размыва минерализованных зон смятия с палочепной на них глубокой линейной корой их выветривания. При этом в данном районе может и не быть золоторудных месторождений промышленного значения. Золотое оруденение часто бывает рассеянным в толще золотоносных пород. Широкое развитие мощной древней коры выветривания является важной и определяющей предпосылкой для образования россыпей. Линейная кора выветривания вдоль минерализованной зоны с гипергенным золотым оруденением служит важнейшей россыпеобразующей формацией. Немалое влияние на условия образования россыпей оказывает также и неотектоника. Минерализованные зоны в блоках поднятия подвергаются интенсивной эрозии, и золото из пояса гипергенного обогащения выветрелых выходов поступает в рядом расположенные депрессии (блоки опускания).

Глава X

ПОИСКИ СКРЫТЫХ РУДНЫХ ТЕЛ В ПРЕДЕЛАХ РУДНОГО ПОЛЯ

1. Задачи поисков

Как известно, поисками называются работы, направленные на отыскание новых, еще неизвестных месторождений полезных ископаемых или отдельных рудных тел. Это определение резко отделяет поиски от случайных открытий, когда месторождения становятся известными в результате случайных находок. В настоящее время большинство месторождений открывается специально организационными поисками.

Для продления срока существования горного предприятия и увеличения его производительности рудничным геологам в ряде случаев приходится проводить поиски новых рудных тел или новых месторождений в районе горного отвода предприятия. На разрабатываемых месторожде-

ниях нередко прирост запасов возможен только за счет глубоких горизонтов. Поэтому поиски скрытых рудных тел составляют одну из основных задач рудничного геолога. Помимо поисков новых рудных тел в пределах рудного поля разрабатываемого месторождения рудничному геологу при отсутствии специальных геологоразведочных партий приходится иногда проводить поиски новых рудных полей и новых месторождений в ближайших окрестностях рудника.

Исходя из этих задач, рудничный геолог должен знать методы поисковых работ и уметь применять их. Поиски следует проводить на строго научной основе, используя знание генетических и промышленных типов месторождений, поисковые критерии и поисковые признаки, с применением наиболее эффективных для конкретных геологических условий методов поисков. Среди многих участков возможного оруденения по району следует выделить наиболее благоприятные для обнаружения новых месторождений в результате проведения поисково-разведочных работ.

Поиски часто сопровождаются детальной геологической съемкой. Комплекс таких изысканий называют геологопоисковыми работами. Для проведения их необходимо составить и утвердить задание и программу работ, которые в дальнейшем являются основным документом для контроля деятельности геологопоискового отряда (геологопоисковой партии).

2. Поисковые критерии и поисковые признаки

Основами поисковых критериев, является учение о месторождениях полезных ископаемых. Поисковыми признаками называют видимые на местности явления, указывающие на непосредственную близость участка с возможным наличием месторождения.

Важное значение для научно поставленных поисков имеет генетическая классификация месторождений полезных ископаемых. В основу этой классификации положены представления о генезисе, миграции химических элементов в земной коре и условиях их концентрации. В табл. 21 приведены главнейшие генетические типы рудных месторождений. Промышленное значение генетических типов одного и того же полезного ископаемого может быть неодинаковым. Основное внимание геолог-разведчик должен уделять генетическим типам ведущего промышленного значения. Если геолог правильно представляет себе способ образования месторождения, он правильно составит проект поисков и разведки. И, наоборот, неверное представление о генезисе влечет за собой неправильную методику поисков и разведки с непроизводительными затратами средств, энергии и времени, с низким производственным эффектом. Хорошее знание различных генетических и промышленных типов месторождений служит основным условием научной методики поисков и разведки.

Важнейшим поисковым критерием для многих рудных месторождений является *магматогенный* (табл. 22). Магматические рудные месторождения платины, хрома, меди, титана, ванадия и месторождения сульфидных медно-никелево-платиновых руд следует искать в массивах габбро, порфиров, пироксенитов и ультрабазитов (перидотитов, дунитов и возникших из них серпентинитов).

Главнейшие генетические типы рудных

Генетические типы месторождений		Черные металлы				Металлы, используемые в черной металлургии				
		Fe	Cr	Mn	Ti	V	Co	Ni	Mo	W
I. Магматические	1. Собственно магматические	Вт, у	Вж, у	—	Вт, д	Вт, у	Вж, у	Вж, у	—	—
	2. Пегматитовые и пневматолитовые	—	—	—	—	—	—	—	—	М
II. Послемагматические гидротермальные	3. Скарновые, в зонах контакта	Вт, д	—	—	—	—	Вт, д	—	Вт, г	Вт, г
	4. Жильные, заполненные трещины	—	—	М	—	—	М	М	Вж, г	Вж, г
	5. Метасоматические, в разных породах	М	—	—	—	—	М	—	—	Вж
III. Месторождения выветривания	6. В шпаллах и корках выветривания	М	—	М	М	М	М	Вт	—	—
	7. В зонах инфильтрации под корками выветривания	М	—	—	—	—	—	—	—	—
IV. Осадочные	8. Обломочные (россыпи)	М	—	—	М	—	—	—	—	Вж
	9. Биогеохимические	Вж	—	Вж	—	Вт	—	—	М	—
V. Метаморфические	10. Метаморфизованные и метаморфические	Вж	—	Вт	—	—	—	—	—	—

Вж — важное промышленное значение;
 Вт — второстепенное промышленное значение;
 М — малое промышленное значение;
 — — отсутствие промышленных месторождений;
 г — связь с гранодиоритами;
 д — связь с диоритами;
 у — связь с ультрабазиитами.

месторождений и их промышленное значение

Цветные металлы					Элементы, используемые в разных отраслях промышленности					Благородные металлы			Радиоактивные элементы	
Cu	Zn	Pb	Al	Mn	As	Sb	Sb	Bi	Hg	Au	Ag	Pt	U	Th
Вт, у	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Вж, у	—	—
—	—	—	—	—	—	М	—	М	—	—	—	—	М	М
М	—	—	—	—	—	—	—	—	—	М	—	—	—	—
Вж, г	М	М	—	—	Вж, М	Вж	Вт, г	Вж, г	Вт, г	Вт, г	Вж, г	—	Вж	—
Вт	Вж	Вж	—	—	Вт	Вт	Вж	Вт	Вт	Вт	Вж	—	—	—
—	—	—	Вж	—	—	—	—	—	—	М	М	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	Вж	—	М	—	Вж	—	Вж	—	Вж
Вж	—	—	Вж	Вж	—	—	—	—	—	—	—	—	Вт	—
—	—	—	—	—	М	—	—	—	—	Вж	М	—	Вж	—

Магматогенный поисковый критерий

Магматогенные породы и их соотношение с породами кровли	Возможное залегание	
	рудных выходов	скрытых рудных тел
Ультрабазитовые массивы (пироксениты, нориты, дуниты) среди более древних пород. Явления гравитационной дифференциации	Вдоль контакта с пологим его наделением к центру ультрабазитов. В ультрабазитах	Донные залежки на пологом контакте в основании ультрабазитов. Висячие залежки внутри ультрабазитов
Массивы диоритов, сиенитов в контакте с карбонатными или эффузивно-осадочными породами. Явления скарнообразования	Вдоль контакта диоритов и известняков, в зоне скарновых пород экзо- или эндоконтакта	В скарновых зонах, не вскрытых эрозией. На нижней поверхности блоков известняков в контакте с диоритами
Штоки, купола и дайки гранодиоритов и кислых гранитов в породах кровли, особенно благоприятны более древние амфиболиты (листвениты) и песчано-сланцевые ороговикованные породы (например, для олова и вольфрама)	В пределах штока, купола, даек, в контакте с породами кровли, на небольшом удалении от купола в породах кровли	В не вскрытых эрозией штоках, куполах, дайках гранодиоритов, в их контакте с породами кровли
Выходы магматических пород, измененных гидротермальным метаморфизмом (грейзены, березиты, листвениты, каолинизированные гранодиориты, вторичные кварциты)	В пределах массива указанных магматических пород, измененных гидротермальным метаморфизмом	Зона вторичного медного, золотого обогащения под выходами выщелоченных с древней поверхности жил и пород

Поиски контактово-метаморфических месторождений железа, меди, вольфрама и молибдена надо вести вдоль контакта кислых или средней кислотности интрузивных пород (гранитов, гранодиоритов, сиенитов, диоритов) с благоприятными для замещения породами (известняками, туфами). Вмещающими руду породами обычно бывают скарны, преимущественно пироксено-гранато-эпидотового состава.

Жильные гидротермальные месторождения золота, меди, полиметаллов, серебра, олова, вольфрама, молибдена, висмута и мышьяка следует искать в непосредственной близости к небольшим кислым интрузиям и дайкам гранитов и гранодиоритов (как внутри этих интрузий, особенно в их куполах, так и в ороговикованных породах кровли). Наконец, гидротермально-метасоматические месторождения меди, полиметаллов, ртути и сурьмы надо искать в легко замещаемых породах кровли кислых интрузивных пород.

Структурный поисковый критерий

Формы залегания вмещающих пород	Возможное залегание	
	рудных выходов	скрытых рудных тел
Слоистые (осадочные, эффузивно-осадочные) породы с резко различной проницаемостью, смятые в складки без разрыва сплошности пластов	Вдоль осей антиклиналей, вскрытых эрозией на уровне рудной залежки	Рудные тела в осях антиклиналей, не вскрытых эрозией
Слоистые (осадочные эффузивно-осадочные) породы с резко различной проницаемостью, смятые в складки в сочетании с разломами, сбросами и надвигами	Вдоль зон даек, линий разломов и надвигов	В антиклиналях вблизи разломов, в грабелях под наносами, под пологим надвигом (под экраном)
Зона контакта гранодиоритов и слоистых пород кровли. Поля обильной трещиноватости пород кровли над пологим погружением гранодиоритов	Вдоль контакта, в породах кровли над пологим погружением гранодиоритов	Рудные жилы в контакте, не вскрытом эрозией
Зона смятия вдоль тектонических разломов, пологосмятия кварц-серпидитовых сланцев, обеленных смятых пород	Выходы кварцита, бурого железняка, минерализованных сланцев, вдоль зон смятия	Зона вторичного медного, золотого обогащения под выщелоченными выходами смятых пород
Массивы и штоки гранодиоритов, вторичных кварцитов, разбитые многочисленными трещинами	Выходы рудных жил или жильного штокверка в гранодиоритах, вторичных кварцитах и ороговикованных песчано-сланцевых породах	Под выщелоченными выходами вторичных кварцитов

зий, причем интрузивные породы в пределах рудного поля могут и не выходить на дневную поверхность.

В тесной связи с магматогенным следует рассматривать и *структурный* поисковый критерий. Многие рудные месторождения находятся вдоль осей антиклинальных складок, иногда осложненных разломами, в зонах контакта, вдоль зон смятия и в многочисленных трещинах в интрузивных породах (табл. 23).

Многие пластовые месторождения железных, марганцевых, медных руд и бокситов залегают в толщах осадочных пород, неизмененных или метаморфизованных; при этом рудный пласт занимает среди них определенный стратиграфический горизонт. Здесь широко используются *стратиграфический* поисковый критерий. Детальное изучение стратиграфического

Взаимосвязь эндогенного и экзогенного оруденения на примерах рудных месторождений Урала

Полезные ископаемые	Генетические типы рудных месторождений	
	эндогенные	экзогенные
Платина	Уральский тип магматических месторождений самородной платины в дунитах	Элювиальные и аллювиальные россыпи, платиноносные конгломераты
Золото	Гидротермальные кварц-сульфидные жилы, минерализованные сульфидными зонами смятия	Элювиальные и аллювиальные россыпи, в том числе погребенные и переотложенные; золотоносные конгломераты
Железо	Золотоносные медноколчеданные и полиметаллические залежи	Золотоносные железные шпильки медноколчеданных и полиметаллических залежей
Железо	Магматические вкрапленные месторождения магнетита в пироксенитах	Валуватые железные руды
Медь	Скарновые магнетитовые месторождения	Осадочные месторождения олигоновых бурых железняков
Медь	Магматические вкрапленные месторождения меди в габбро. Скарновые медные месторождения. Медноколчеданные залежи. Гидротермальные жильные месторождения	Осадочные медистые песчаники западного склона Урала, осадочные медистые песчаники и сланцы восточного склона Урала, современные концентрации меди в торфяных отложениях
Никель	Магматические концентрации сульфидов никеля в гипербазитах	Силикатные месторождения никеля восточного склона Урала, осадочные месторождения никеля в углистых породах, современные концентрации никеля в торфяных отложениях
Олово и вольфрам	Грейзеновые участки и штокверки. Гидротермальные зоны дробления, штокверки, жилы выполения	Делювиальные, элювиальные и аллювиальные россыпи, в том числе погребенные и переотложенные

приводит к образованию экзогенных месторождений металла промышленного значения.

Первый вариант определяется достаточно достоверно при близком расположении вторичных концентраций относительно первичного рудного месторождения. Таковы, например, элювиальные россыпи золота и платины, где это расстояние до первичных рудных тел не превышает немногих сотен метров. Второй и третий варианты являются примерами обратной связи: с увеличением миграционной способности элемента расстояние между первичным и вторичным месторождениями резко возрастает. Трудности в установлении такой связи увеличиваются. При этом вторичные концентрации после размыва эндогенных месторождений могут иметь различный возраст.

Для некоторых полезных ископаемых этот поисковый критерий давно известен и широко применяется в практике поисков (золото, платина,

разреза и его опорных горизонтов ориентирует геолога при ведении поисков. Если встреченные пласты горных пород относятся к верхней части стратиграфического разреза, расположенного выше продуктивного (вещающего руду) горизонта, то имеется полное основание для заложения буровых скважин (горных выработок) с целью поисков нижележащего рудного пласта. Если пласты горных пород относятся к нижней части стратиграфического разреза, совершенно очевидно, что рудный пласт здесь смыт и искать его бесполезно. Однако при этом следует выяснить возможность встречи нового рудного пласта, приуроченного к нижней, еще не вполне изученной части стратиграфического разреза.

В тесной связи со стратиграфическим следует использовать *фацциально-литологический* поисковый критерий. Каждое месторождение осадочного генезиса образуется при вполне определенных физико-географических условиях отложения осадков. Современные успехи петрографии осадочных пород позволяют выделить по их составу фацци пластов и, пользуясь методом составления фацциально-литологических карт и детальных палеогеографических карт, направить поиски с целью выявления рудоносных фацций.

Геоморфологический поисковый критерий совершенно необходим при поисках современных, древних и ископаемых россыпей золота, платины, алмазов, олова, вольфрама, титана и циркона. Древняя гидрографическая сеть с ее россыпями часто не имеет ничего общего с современной речной сетью. Глубокое изучение геоморфологии района и истории развития речной сети может привести к открытию участков древних россыпей, иногда лежащих вблизи современных водоразделов и погребенных под позднейшими отложениями. В последнее время в некоторых золотоносных районах в меридиональных и других эрозионно-структурных депрессиях установлены древние мезо-кайнозойские россыпи золота, платины и алмазов.

Поисковый критерий *взаимосвязи эндогенных и экзогенных рудных месторождений* можно также считать вполне установленным. Известны два направления миграции металлов из эродированных зон рудных месторождений:

— перемещение вниз по вертикали в пределах рудных тел с образованием зон вторичного обогащения;

— перемещение в горизонтальном направлении за пределы месторождения с образованием вторичной концентрации металлов в осадочных породах и в породах коры выветривания.

Каждый металл имеет определенное соотношение между двумя указанными направлениями в соответствии с его геохимическими особенностями и физическими свойствами рудных минералов. Здесь возможны три варианта:

— размыв промышленного эндогенного месторождения приводит к образованию вторичной концентрации металла в экзогенных условиях также промышленного значения;

— размыв промышленного эндогенного месторождения приводит к рассеянию металла в осадочных породах или к слабой экзогенной его концентрации, не имеющей практического значения;

— размыв крупных масс эндогенных непромышленных концентраций

алмазы, касситерит). Имеются, однако, и другие полезные ископаемые, например медь, вторичные концентрации которых в осадочных породах удалены от породивших их первичных месторождений на десятки и даже сотни километров. Но и в этом случае изучение путей миграции таких полезных ископаемых на большие расстояния проточными водами, установление прямой и обратной связи эндогенных месторождений приобретает важное значение для научного направления поисков. В табл. 24 приведены примеры прямой и обратной связи эндогенных и экзогенных месторождений некоторых металлов [1].

3. Изучение выходов горных пород со слабой минерализацией и вкрапленных руд

Изменения горных пород в результате гидротермального метаморфизма служат важным поисковым признаком. Они рассмотрены в сборнике работ советских геологов [8]. Как правило, эти изменения возникают до отложения промышленных руд. Оруденение обычно накладывается на уже измененные породы. При составлении геологических карт рудного поля, рудничных пластов и вертикальных разрезов возникает необходимость специального геологического картирования измененных пород по возможности с оценкой интенсивности их гидротермальных изменений. Более высокая степень интенсивности изменения породы указывает на близкое залегание руд.

Нет необходимости давать абсолютную оценку количества тех или иных минеральных новообразований в измененной породе. Вполне достаточно применить оценку интенсивности изменений в условных индексах (баллах) для каждого типа изменений по трехбалльной шкале. Выделяются три балла, последовательно характеризующих слабую, среднюю и сильную степень изменения. В табл. 25 приведены примеры оценки интенсивности гидротермальных процессов, изменяющих окolorудные породы [7].

Расчленение пород по интенсивности гидротермального метаморфизма может быть применено и к другим типам изменений: грейзеназации, березитизации, лиственитизации, карбонатизации, анкеритизации, доломитизации, турмалинизации, каолинизации и др. Этот же принцип может быть положен в основу разделения разнообразных вкрапленных руд по интенсивности их оруденения.

При широком развитии вкрапленных руд необходимо предпринимать специальные исследования для обоснования расчленения их по плотности оруденения. В табл. 26 приведены данные для подобных исследований.

На рис. 5 показано влияние текстуры руд на распределение рудных вкрапленников. Для полосчатой и брекчиевидной текстур сплошность сульфидного оруденения характерна при меньшем содержании сульфидов, чем для равномерно рассеянной текстуры. Это имеет важное значение при окислении вкрапленных руд. Окислительные процессы легко распространяются по полоскам или лентам окисляющихся сульфидов, а также по сульфидному цементу обломков жильных минералов на значительную глубину. В то же время редкую вкрапленность свежих сульфидов в плотных кварцевых рудах можно встретить на естественных выходах рудных жил.

Таблица 25
Оценка интенсивности окolorудных изменений горных пород. По А. В. Королеву и П. А. Шехтману [7]

Степень изменения	Скарнирование	Серпентинизация	Окварцевание	Пиритизация
Слабая (1 балл)	Пироксен и гранат замещают роговую обманку и биотит, составляя не более 20% объема породы	Плагиоклазы замещаются серпигитом, составляющим не более 20—25% объема породы	В породе сеть тонких прожилков кварца. Полевые шпаты серпигитизированы. Общее количество гидротермального кварца не более 20% породы	Мелкие вкрапления (до 1 мм) тонкие прожилки (до 1 мм) пирита. Общее содержание его в породе не более 5% объема породы
Средняя (2 балла)	Гранат и пироксен вытесняют цветные силикаты и частично полевые шпаты, составляя от 20 до 60% объема породы	Агрегаты серпигита вытесняют цветные силикаты и плагиоклазы, составляя от 20—25 до 60—70% объема породы	Развитие прожилков гидротермального кварца, частичное замещение кварцем массы породы. Общее количество кварца от 20 до 60% объема породы	Крупные вкрапления (до 2—3 мм) и прожилки (до 5 мм) пирита. Общее количество его от 5 до 10% объема породы
Сильная (3 балла)	Гранат и пироксен замещают все первичные минералы, составляя более 70% объема породы. Темный цвет породы, увеличение удельного веса	Порода полностью замещена серпигитом с примесью мелких зерен кварца, составляя более 70% объема породы. Зеленовато-серый цвет породы	Прожилки кварца и участки замещения силикатов в одну массу «вторичного кварцита». Гидротермальный кварц составляет более 6% объема породы	Количество вкрапленного и прожилков пирита увеличивается до 40—20% объема породы. В зоне окисления породе имеет желтовато-бурую окраску от обилия гидротермитов

Объемное или площадное содержание включений рудного минерала в зависимости от частоты его включений в рудах

Естественные типы руд	Группы руд по частоте включений рудного минерала	$\frac{l}{d}$	Число включений на площади сечения (100 d) ²	Объемное или площадное содержание включений рудного минерала, %
Вкрапленные	Единичные включения	30	12	0,1
	Весьма редкие включения	30—10	12—120	0,1—1,0
Сплошные	Редкие включения	10—4	120—600	1—5
	Частые включения	4—2	600—2500	5—20
	Густые включения	2—1,5	2500—5000	20—40
	Весьма густые включения	1,5—1	5000—10 000	40—80
	Сплошные выделения	1	10 000	80

d —средний диаметр включения рудного минерала;
 l —среднее расстояние между центрами двух соседних включений.

Содержание сульфидов в руде		Текстуры кварц-сульфидных руд		
объемн. %	вс. %	равномерно рассеянная	полосчатая	брекчиевидная
0,6	1,0			
2,5	5,0			
6	10			
12	20			
18	30			
35	50			

Рис. 5. Влияние текстуры руд на распространение процессов окисления и вторичного обогащения. Для руд с полосчатой или брекчиевидной текстурой сплошность сульфидных зерен наблюдается при меньшем их содержании по сравнению с равномерно рассеянной текстурой.

4. Поиски рудных тел под непроницаемой кровлей (под экраном)

Рудообразующие гидротермальные растворы, восходящие по тектоническим разломам (по зонам смятия), нередко встречаются на своем пути малопроницаемые породы, пологопадающие сместители. Под такими экранами происходит локализация гидротермально-метасоматических рудных тел, особенно в благоприятных для замещения породах. Образуются рудные тела сложной грибообразной формы, которые, как правило, располагаются в пересечении благоприятных пологозалегающих горизонтов с крутопадающими трещинами (рис. 6). Нередко рудные тела залегают в ядре антиклинальных складок под малопроницаемыми пластами (рис. 7), а также в куполах штоков гранодиоритов, внедрившихся в плотные и малопроницаемые породы (рис. 8).

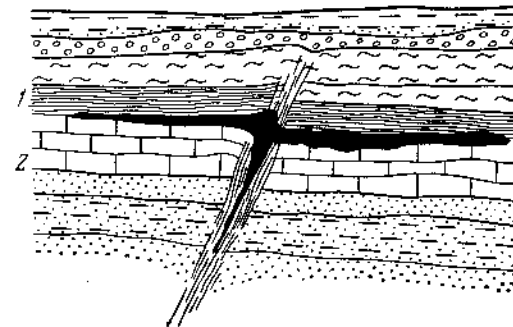


Рис. 6. Рудная залежь под экраном кремнистых сланцев (1) на пересечении пласта благоприятных для метасоматоза пород (2) с крутопадающим разломом

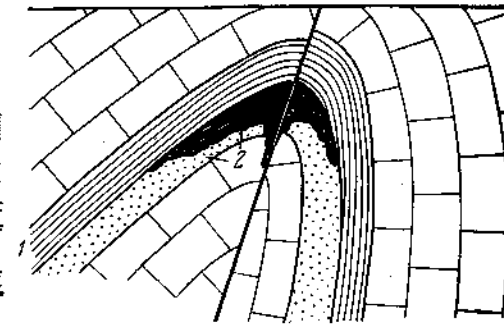


Рис. 7. Рудная залежь (2) под экраном кремнистых сланцев (1) в куполе антиклинальной складки

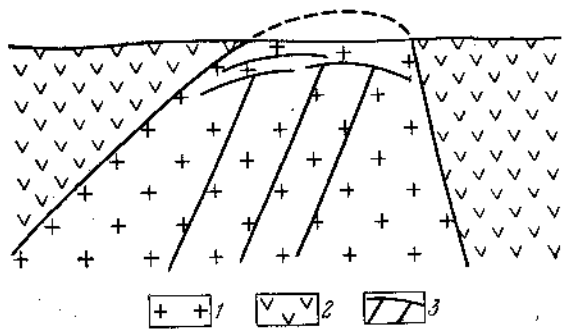
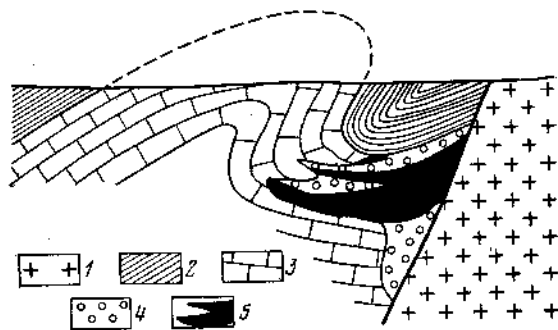


Рис. 8. Схема геологического разреза золоторудного месторождения в куполе гранодиоритового штока среди более древних серпентинитов.

1 — гранодиориты; 2 — серпентиниты; 3 — кварц-сульфидные жилы

Рис. 9. Рудная залежь в скарпах под экраном кремнистых сланцев.

1 — диориты; 2 — кремнистые сланцы; 3 — известняки; 4 — скарпы; 5 — руда



Отсюда следует, что ведущими поисковыми критериями рудных тел под экранами являются стратиграфический и структурный. Детальное изучение стратиграфии, литологии и структуры может привести к нахождению скрытых рудных тел. На рис. 9 показан геологический разрез контакта диоритов со сланцево-карбонатной толщей. На дневной поверхности в контакте кремнистых сланцев с диоритами какие-либо признаки оруденения отсутствуют. По геологическому разрезу известно, что под сланцами залегают известняки, которые в контакте с диоритами могут дать зону скарпов с магнетитовым оруденением. При постановке магнитометрии и проверке полученной аномалии поисковой скважиной можно вскрыть зону скарпов и новую магнетитовую залежь.

5. Поиски рудных тел под мощными наносами

На геологических картах рудоносных районов нередко выявляются площади, закрытые мощными новейшими осадочными породами. Под этими осадками прослеживаются уже установленные минерализованные зоны смития, вмещающие рудные месторождения. Протяжение таких погребенных зон смития определяется километрами и даже первыми десятками километров. Поиски новых скрытых рудных месторождений в таких условиях составляют актуальную задачу геолога-разведчика. Прежде всего в таких случаях надо ставить комплексные геофизические и геохимические исследования.

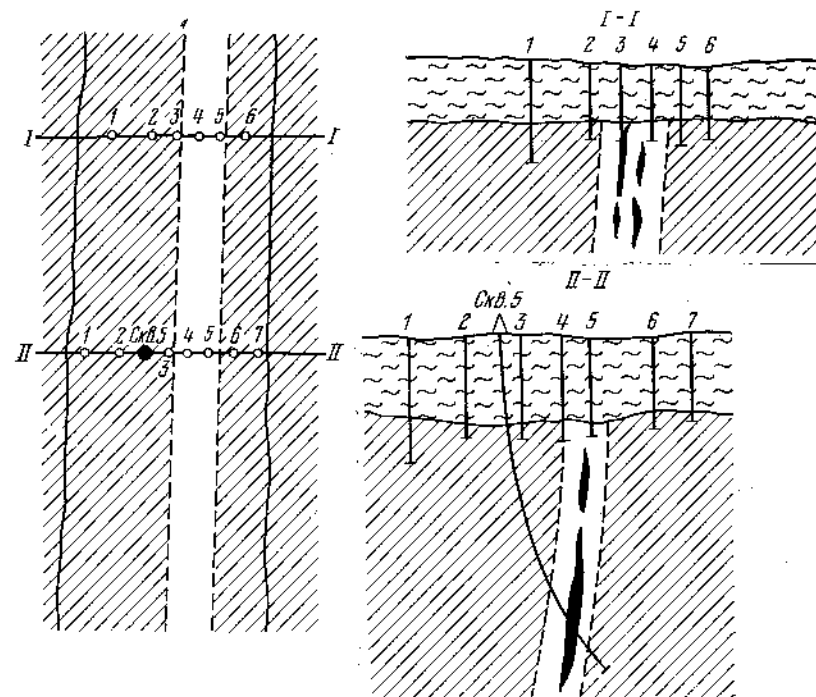


Рис. 10. Схема геологопоисковых работ по минерализованной зоне под мощными наносами.

I—I — поисковые линии первой стадии; II—II — поисковые линии второй стадии; сив. — глубокая буровая скважина третьей стадии поисков

Линейное протяжение зон смития предопределяет методику их поисков (рис. 10). Вкрест зоны смития на значительном расстоянии друг от друга (2—5 км) проводятся геологопоисковые линии. По этим линиям закладывают вертикальные скважины колонкового бурения с целью определения мощности наносов и получения 2—5 м керна из коренных горных пород или из их элювия. Расстояния между скважинами по линии определяются шириной зоны смития и могут составлять от 100 до 500 м. Одновременно по поисковым линиям проводится комплекс геофизических исследований (магниторазведка, электроразведка, гравитразведка), включая разнообразные способы каротажа буровых скважин. Образцы коренных горных пород из буровых скважин изучаются методами минералогии и петрографии, производится их количественный спектральный анализ. Особое внимание следует обращать на изучение нижнего (базального) слоя новейших осадочных пород. Методами шлихового анализа следует выделять из них тяжелую фракцию и изучать ее минеральный состав. Из скважин могут быть извлечены и окатанные обломки руд, например, бурых железняков, представляющих обломочный ореол рассеяния на выходах рудных тел.

Полученная информация от первой стадии геологопоисковых работ обычно бывает достаточна для выделения в пределах зоны смития

отдельных групп горных пород. Среди них выделяется более узкая полоса наиболее смятых пород, минерализованных сульфидами, с которой обычно и бывает связано оруденение.

Вторая стадия геологопоисковых работ состоит в проведении более коротких поисковых линий для прослеживания выявленной узкой минерализованной зоны, непосредственно вмещающей рудные тела. Линии второй стадии поисков задаются между линиями первой стадии на расстоянии 500—1000 м, а вертикальные скважины по линиям второй стадии через 100—200 м. По линии второй стадии, показавшей оптимальные данные, закладывается более глубокая скважина (третья стадия поисков) для пересечения предполагаемой рудной залежи.

6. Поиски рудных тел по эндогенным ореолам рассеяния

Возникновение эндогенных геохимических ореолов рассеяния связано с теми же рудообразующими процессами, которые привели к образованию рудных тел. Последние исследования показывают, что в рудных телах концентрируется только часть приносимых растворами металлов, тогда как другая, в несколько раз большая, остается рассеянной во вмещающих породах. Протяженность эндогенных ореолов над рудными телами с крутым падением достигает 1 км. Поэтому поиски скрытых рудных тел по эндогенным ореолам рассеяния отличаются наиболее значительной глубиной по сравнению со всеми другими геохимическими и геофизическими методами поисков [9].

Поиски скрытого оруденения по эндогенным ореолам рассеяния производятся по поперечным вертикальным геологическим разрезам рудовмещающих пород, по одной или нескольким скважинам колонкового бурения, а также по горным выработкам (квершлагам, штольням), вскрывающим эти породы вкrest их простирания в данном профиле. Пробы весом 20—50 г в виде обломков отбираются от кернов через 3—5 м по оси скважины с точной их документацией. После измельчения и сокращения пробы поступают на полуквантитативный спектральный анализ на ряд элементов. На геологическом профиле графически изображается эндогенный ореол по каждому элементу в отдельности методом изолиний.

Для выделения геохимических аномалий необходимо определить по каждому элементу значение геохимического фона C_ϕ . Для этого отбирают ряд проб от горных пород, не затронутых рудообразующими процессами. Минимальное значение аномального содержания C_a определяется по формуле [3]

$$C_a = C_\phi + \frac{3S}{\sqrt{m}},$$

где C_ϕ — среднефоновое значение;
 S — среднеквадратическое отклонение;
 m — число точек в аномалии.

На рис. 11 показаны основные структурно-морфологические типы эндогенных геохимических ореолов колчеданных месторождений. В строении ореолов медноколчеданных месторождений наблюдается определенная

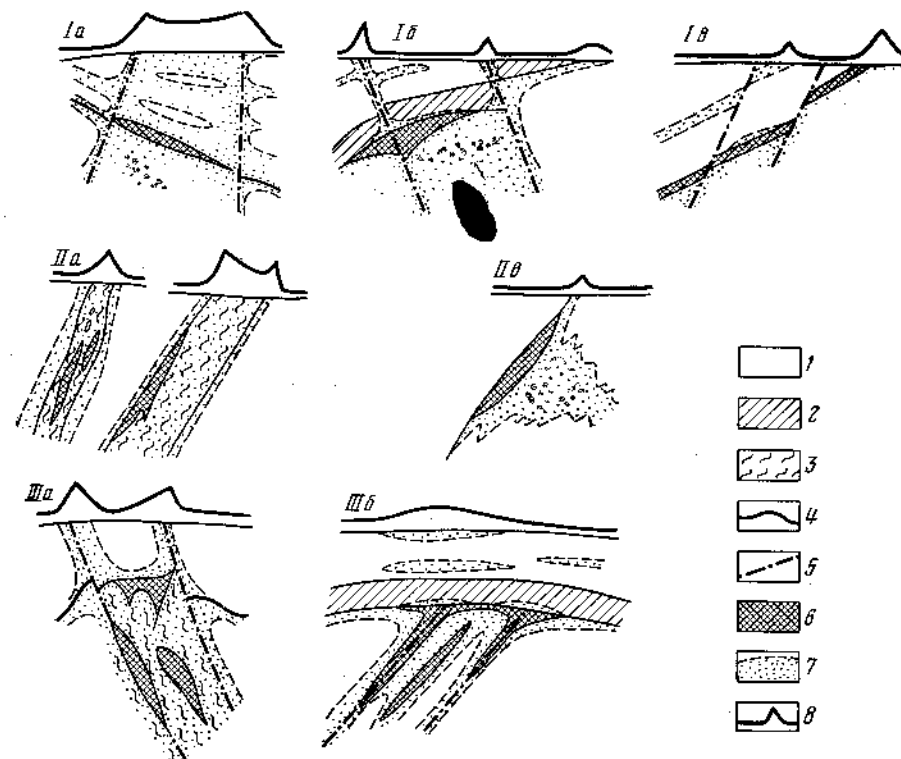


Рис. 11. Основные структурно-морфологические типы эндогенных геохимических ореолов колчеданных месторождений (поперечные разрезы). По Л. Н. Овчинникову и Э. П. Баранову [9].

Ореолы месторождений: I — в пологозалегающих, II — в крутопадающих и III — в комбинированных структурах, а — сквозные; б — аквированные ореолы субвулканических гидротермальных месторождений, в — ореолы окислительно (гидротермально)-осадочных месторождений.
 1 — рудовмещающие породы; 2 — структурно-литологические экраны; 3 — расщепленные породы; 4 — контакты пород, благоприятные для локализации рудных тел; 5 — разрывные нарушения; 6 — рудные тела; 7 — эндогенные ореолы; 8 — графики распределения элементов-индикаторов на уровне эрозивной поверхности

вертикальная зональность. Для подрудной зоны типичны кобальт и молибден. Индикаторами надрудной зоны служат свинец, барий и серебро. Это дает возможность оценить глубину залегания скрытых рудных тел, дать прогноз их состава и возможных масштабов [9].

7. Скважинная геофизика

Составление геологического разреза по скважине и химическое опробование керна или шлама не являются единственными методами изучения разреза. Большие возможности получения дополнительной информации из скважин открывает скважинная геофизика.

Основным методом скважинной геофизики является каротаж, который по существу представляет собой геофизический метод геологической документации буровых скважин. Рудный каротаж в настоящее время известен в следующих вариантах.

1. Магнитный каротаж для слабомагнитных (СГИ) и сильномагнитных руд (УФАН).

2. Электрический каротаж:

- а) метод кажущихся сопротивлений (КС);
- б) метод естественного поля (ПС);
- в) метод скользящих контактов (МСК);
- г) метод электрولитический (ЭК);
- д) метод электродных потенциалов (МЭП).

3. Радиоактивный каротаж:

- а) гамма-каротаж (ГК);
- б) нейтронный гамма-каротаж (НГК);
- в) гамма-гамма-каротаж (ГГК);
- г) селективный гамма-гамма-каротаж (СГГК);
- д) метод искусственной радиоактивности (МИР).

Метод КС позволяет составить общее представление о литологическом разрезе скважины и выделить зоны проводимости. Классификация проводящих зон производится с помощью методов ПС и МЭП. Метод МИР позволяет определять содержание меди с относительной погрешностью 10%, а также содержание Al, Na, S, Fe в рудных интервалах при малых выходах керна и даже при его отсутствии.

Большое значение имеет корреляционный метод, разработанный в Свердловском горном институте. Этот метод позволяет изучать поведение рудных тел между буровыми скважинами. На одном из участков колчеданного месторождения на Урале, пробуренном по сети 50 × 100 м, были подсчитаны запасы. После проведения исследований по корреляционному методу и контрольного бурения некоторые рудные тела не были подтверждены. Оказалось, что рудные тела этого месторождения имеют неправильную форму и небольшие размеры. Фактические запасы оказались значительно меньше ранее подсчитанных.

Корреляционный метод в настоящее время прочно вошел в комплекс разведочных работ на месторождениях Урала как эффективное средство изучения поведения рудных тел между буровыми скважинами. На месторождениях магнитных руд корреляционный метод успешно применяется в комплексе с магнитным каротажем отдельных скважин [6].

8. Пространственно-статистический анализ и его применение в поисковых целях

Любую геологическую карту рудоносного района можно рассматривать как сумму небольших элементарных площадей или участков, каждый из которых обладает своим различным уровнем вероятности оруденения. Эту вероятность можно оценить количественно в условных единицах (в баллах). Для этого следует предварительно составить таблицу поисковых критериев и поисковых признаков применительно к интересующему нас генетическому типу рудного месторождения и конкретному геологическому строению изучаемого района. Можно наметить, например, такой перечень поисковых критериев (поисковых признаков):

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1. Стратиграфический. | 7. Геоморфологический. |
| 2. Литологический. | 8. Геохимический. |
| 3. Палеонтологический. | 9. Геофизический. |
| 4. Петрографический. | 10. Коры выветривания. |
| 5. Мипералогический. | 11. Шлиховой. |
| 6. Структурный. | 12. Неотектонический. |

Каждый из них может иметь более мелкие подразделения. Геохимический, например, по элементам металлометрической съемки, минералогический и шлиховой — по отдельным рудным минералам, неотектонический — блоки поднятия и блоки опускания и пр. Общее количество таких поисковых признаков может составлять несколько десятков (например, 50). Не все они обладают одинаковой информативностью. Поэтому некоторые из них, имеющие малое поисковое значение, в дальнейшем можно исключить. Все отобранные поисковые критерии и поисковые признаки располагают в вертикальной колонке таблицы. В горизонтальном направлении располагают номера участков (площадей). По каждому участку в клетке, отвечающей каждому поисковому признаку, ставится или 1, или 0, в зависимости от того, имеется ли данный поисковый признак на этом участке.

Внизу таблицы подводится сумма баллов, которая может варьировать в пределах от 50 (в нашем случае) и до 0. Отношение суммы баллов к 50 (к максимально возможной) и составляет количественную меру вероятности оруденения для каждого участка. Численные значения для этих вероятностей ставятся в центре каждой площади и по ним проводится система изолиний. Концентрация изолиний укажет участки с наиболее вероятным оруденением, заслуживающие проведения детальных поисков в первую очередь. Известные месторождения или рудопроявления наносятся на эту карту дополнительно специальным условным знаком.

Кроме карты с изолиниями вероятности оруденения полезно составить в том же масштабе карту сложности геологического строения. По предложению В. В. Богацкого [2] мерой сложности в этом случае является «показатель сложности геологического строения» (ПСГС). При определении ПСГС подсчитывалось общее количество отображенных на геологической карте следующих признаков: а) литологические разности пород (осадочные, вулканогенные, интрузивные), б) возрастные подразделения (системы отделы, свиты) и в) разломы. Каждый признак оценивался в 1 балл, а значение ПСГС определялось их суммированием. Например, на элементарной площади установлены карбонатные породы (1 балл) нижнего и среднего кембрия (2 балла); девонская (1 балл) интрузия гранитов (1 балл) и один разлом (1 балл) — ПСГС равен 6 баллам. Иными словами, ПСГС — это интегральная оценка информации о количестве геологических объектов на каждом элементарном участке геологической карты.

Численные значения ПСГС по каждому участку выносятся на бланковую карту того же масштаба (1 : 500 000) и преобразовываются в систему изолиний. Карта-схема сложности геологического строения в изолиниях позволяет выявлять новые особенности геологической структуры и способствует геолого-структурному районированию (рис. 12).

На рис. 13 показана карта-схема количественной изменчивости эндогенного магнетитового оруденения тоже восточного склона Кузнецкого

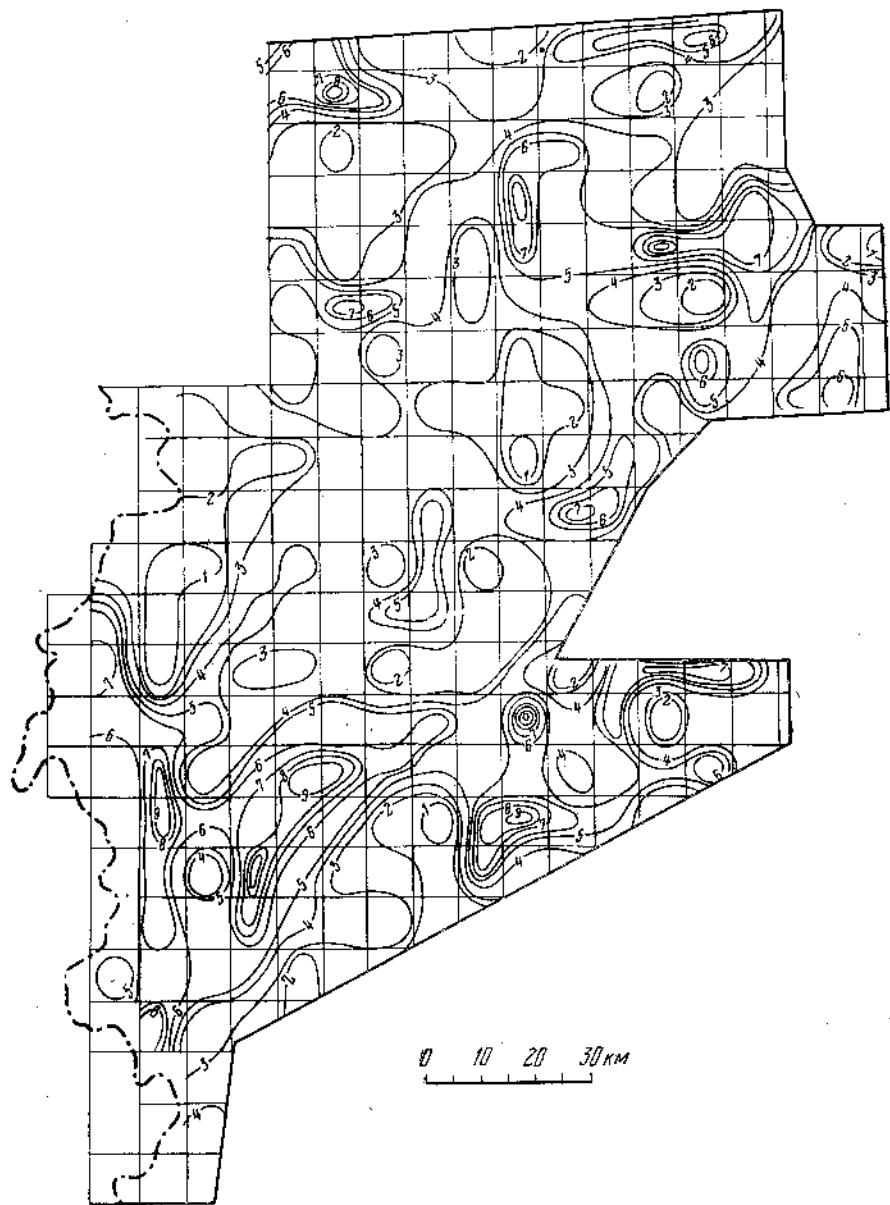


Рис. 12. Карта-схема сложности геологического строения восточного склона Кузнецкого Алатау в изолиниях (баллы по числу объектов). По В. В. Богацкому и др.
Штрих-пунктиром показан контур россыпи

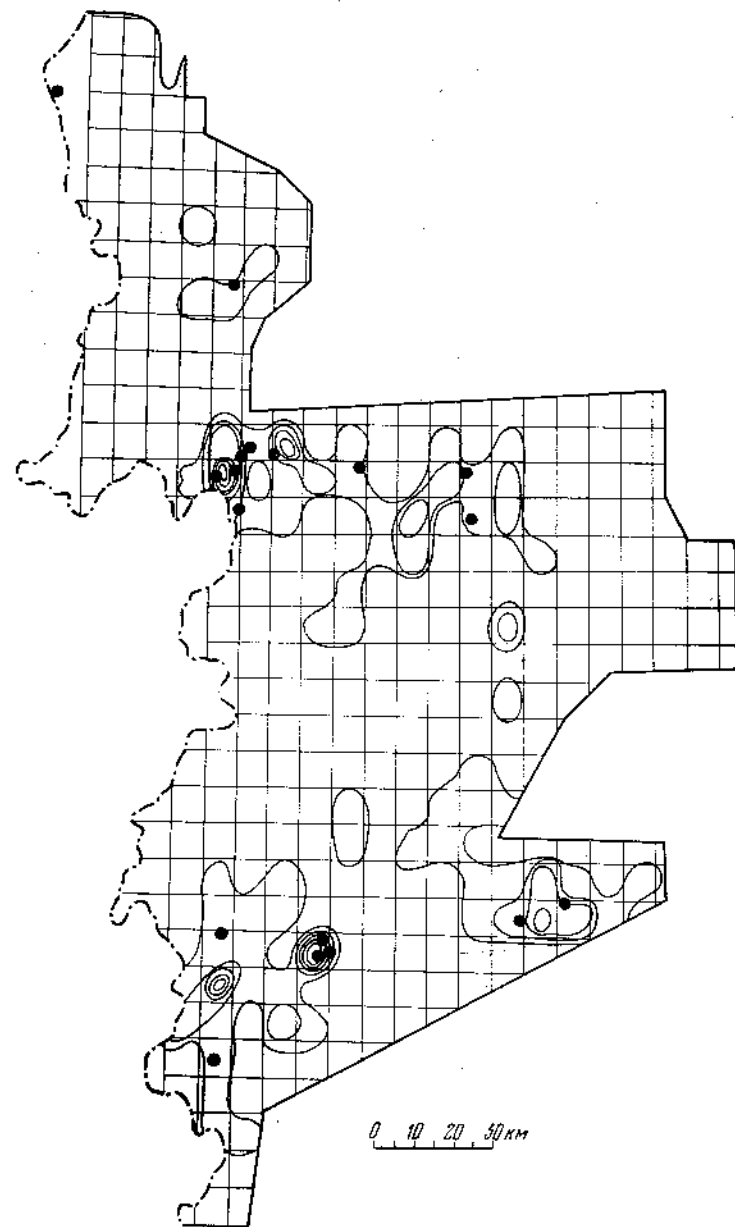


Рис. 13. Карта-схема количественной изменчивости эндогенного магнетитового оруденения восточного склона Кузнецкого Алатау в изолиниях. По В. В. Богацкому и Б. И. Сугакову [2]. Залитые кружки — местонахождения магнетитовых руд

Алатау. По тем же участкам определено количество магнетитовых рудопроявлений. Месторождения показаны особым условным знаком.

Совместный анализ карт-схем сложности геологического строения и количественной оценки изменчивости эндогенного магнетитового оруденения показывает, что последнее приурочено к участкам, сложность которых выше среднего статистического значения (больше 5 баллов). Этим подтверждается установленная практикой геологоразведочных работ закономерность, что эндогенное магнетитовое оруденение локализовано в участках высокой геологической сложности [2].

Необходимо изложить некоторые соображения о размерах элементарных площадей (участков), их количестве и форме. В опыте В. В. Богацкого [2] при масштабе карты 1 : 500 000 размер элементарного участка был выбран в стандартный лист масштаба 1 : 25 000, площадь которого составляет 76 км². При этом количество участков в пределах карты составляло около 300. С увеличением размеров элементарной площади возрастает и значение показателя ПСГС. Вариант составления карты с размером элементарного участка 25 км² показал неопределенность и непригодность его для конкретного прогнозирования. Очевидно, что размер элементарной площади заранее определить нельзя, ее выбор требует специальных экспериментов.

Метод пространственно-статистического анализа принципиально может быть применен к геологическим картам любого масштаба. Нет особой необходимости к увеличению количества элементарных участков. Для первого опыта достаточно ограничиться 30—50 участками. При этом для составления карты-схемы сложности геологического строения форма участков может быть принята в виде квадратов одного и того же размера с произвольным выбором начала координат. Для составления карты-схемы вероятности оруденения примерно такое же количество участков должно быть выбрано с учетом геологических контуров горных пород. Главнейшие геологические контакты, оси складок и линии разломов следует принять за границы элементарных участков, имеющих, как правило, форму неправильных фигур.

Глава XI

ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ ФОРМЫ И СВОЙСТВ РУДНЫХ ТЕЛ

1. Элементы морфологии и свойства рудных тел

Крайнее разнообразие форм рудных тел, известных в результате их разведки и эксплуатации, можно классифицировать по различным признакам. По отношению к залеганию вмещающих горных пород рудные тела можно разделить на три группы: согласные, секущие и контактные [4]. Их размеры в трех взаимно перпендикулярных направлениях (длина, ширина, мощность), обозначаемые строчными (д, ш, м) или заглавными буквами (Д, Ш, М) в зависимости от относительной величины этих параметров, дают следующие морфологические типы рудных тел:

Рудный пласт (Д, Ш, м)	} Плита
Рудная жила (Д, Ш, м)	
Рудная линза (Д=Ш, м)	
Элювиальная рудная лента	} (Д, ш, м)
Аллювиальная россыпь	
Делювиальная рудная труба (Д, ш=м)	
Рудное гнездо (д=ш=м)	

Эти морфологические типы могут быть ориентированы в пространстве прежде всего по отношению к горизонтальной дневной поверхности различным образом. Это имеет важнейшее значение для выбора наиболее целесообразной разведочной сети. Поэтому можно предложить другую классификацию рудных тел, в основу которой приняты элементы залегания рудных тел, положение последних в пространстве и системы их разведки (табл. 27).

К рудным телам первой группы относятся горизонтально лежащие пласты и пластообразные залежи, а также рудные тела, образовавшиеся в площадной древней коре выветривания. Вторую группу представляют наклонно залегающие пласты, рудные жилы и минерализованные зоны смятия, колчеданные линзы и аллювиальные россыпи. К третьей группе относятся все остальные более сложные формы рудных тел, которые не могут быть включены в первую или вторую группы.

Математической пространственной моделью многих рудных тел с некоторым приближением может быть принят трехосный эллипсоид с полуосями $g > m > p^*$. Изменяя отношения размеров его полуосей, можно подобрать форму и размеры эллипсоида в качестве геометрической модели конкретного рудного тела. Меняя ориентировку полуосей эллипсоида в пространстве, можно определить три важнейших элемента залегания рудного тела: простирание, падение и склонение (рис. 14).

Важнейшим элементом является ось рудного тела. Ее экстраполяция на глубину показывает направление разведочных работ, а экстраполяция выше дневной поверхности возможные размеры эродированной части рудной залежи. Частным случаем эллипсоида является шар, отличающийся изотропным строением ($g = m = p$). Однако в природе рудных тел шарообразной формы практически неизвестно.

Таблица 27

Классификация рудных тел по системам разведочных работ

Группы рудных тел	Принятая система разведочных работ
Рудные тела площадного залегания	Разведка квадратной сетью вертикальных, разведочных единиц (шурфов, скважин)
Рудные тела линейно вытянутого залегания	Разведка поперечными линиями с различной комбинацией разведочных единиц по линии
Рудные тела крайне неправильных форм залегания	Разведка буровыми скважинами и горными выработками в различном их сочетании

* grande — большая; moyenne — средняя; petite — малая.

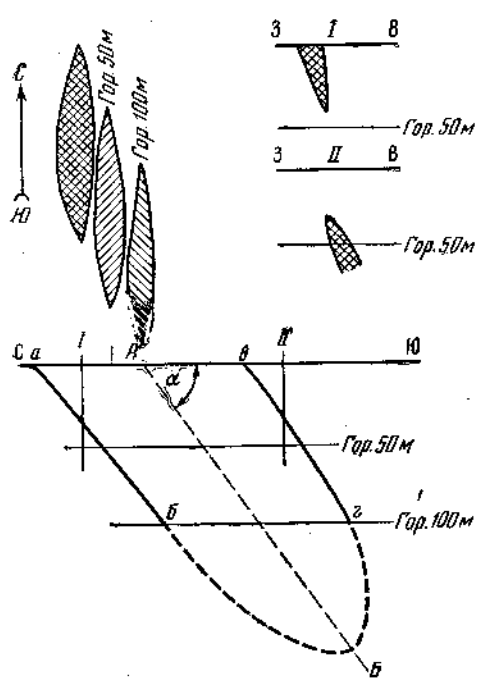


Рис. 14. Морфология рудной линзы в трех проекциях.

AB — ось рудного тела; ab — нижняя линия выклинивания; a₁b₁ — верхняя линия выклинивания; α — угол склонения

Характерным признаком рудных тел, приближающихся по форме к трехосному эллипсоиду, является анизотропия их свойств, что имеет большое геологическое значение. Для очень многих рудных тел анизотропия распределения содержания полезного компонента повторяет анизотропию формы рудного тела. Это положение можно признать теоретическим обоснованием рационального размещения разведочной сети, а также сети опробования.

Форма плоского эллипсоида может быть изогнута, если рудное тело согласно залегает в толще слоистых смятых пород. Рудные тела при этом часто занимают замки складок, антиклиналей и синклиналей, а в плане приобретают очертания подковы.

Послерудные смещения часто разбивают форму эллипсоида на отдельные блоки различных очертаний. При этом реконструкции начальной формы трехосного эллипсоида с определением положения его осей в пространстве может подсказать направление раз-

ведочных работ. При взаимном пересечении двух рудных тел (например, двух жил) по каждому из них следует реконструировать свой эллипсоид и ориентировать его положение в пространстве.

В пределах объема рудного тела можно выделить обогащенные полезным компонентом участки, рудные столбы. Оси первичных рудных столбов, как правило, параллельны оси рудного тела. Рудные столбы разделяются участками с бедным (а иногда и непромышленным) содержанием полезного компонента. Такие участки бедных руд можно называть «отрицательными рудными столбами». Построение осей рудных столбов и их экстраполяция на нижние горизонты дает возможность рудничному геологу предвидеть поведение рудного тела на более глубоких горизонтах и оперативно руководить их вскрытием.

2. Погоризонтные планы и вертикальные сечения

Проведение каждой горной выработки или буровой скважины, заданной с целью поисков, разведки или подготовки месторождения и эксплуатации, обязательно должно сопровождаться составлением по ней вер-

тикального геологического разреза вкрест простирания горных пород или рудного тела. На основании разрезов по отдельным выработкам и скважинам составляют сводные геологические разрезы по поисковым или разведочным линиям, а также вертикальные продольные проекции по месторождению.

Геометрическую основу планов, поперечных и продольных геологических разрезов и проекций составляет рудничным маркшейдер в принятом на руднике масштабе (1 : 200; 1 : 500; 1 : 1000; 1 : 2000; 1 : 5000). Соотношение горизонтального и вертикального масштабов на разрезах и проекциях, как правило, принимается равным 1 : 1. Нарушение этого правила влечет за собой искажение углов падения пород и морфологии рудных тел. Исключение из этого правила делается только для горизонтально залегающих пластов, некоторых пластообразных залежей и россыпных месторождений. Вертикальный масштаб в этих случаях принимается в 5—10 раз крупнее горизонтального (например, для разрезов россыпей горизонтальный масштаб 1 : 2000, а вертикальный масштаб — 1 : 200). Только при этом условии на графиках ограниченного размера можно показать особенности морфологии пласта, залежи или россыпи. На вертикальных геологических разрезах некоторых месторождений, например боксита или марганца, при одинаковом горизонтальном и вертикальном масштабах под каждой выработкой (скважиной) приводят изображение строения рудного тела, увеличенное в десять раз.

На вертикальных геологических разрезах рудного поля или месторождения следует нанести дневную поверхность, ориентировку по странам света, опорные горизонты по абсолютным отметкам, контуры рудного тела и распределение в нем естественных типов руд, уровень грунтовых вод, границы коры выветривания и зоны окисления, линии осей складок и тектонических смещений.

Дневную поверхность лучше изображать толстой плавной изогнутой сплошной линией черной тушью, прерывая ее на устьях шахт, штолен и шурфов. Над карьерами бывшую топографическую (дневную) поверхность можно изобразить пунктирной линией той же толщины. Линию дневной поверхности можно не показывать на детальных вертикальных разрезах двух или более рабочих горизонтов подземных горных работ.

На вертикальные геологические разрезы и проекции наносят линии горизонтов тонкими сплошными прямыми линиями, соответствующими положению горизонтальных плоскостей с округленными абсолютными отметками, например, через 100, 50, 20 или 10 м. На одном конце линии указывают их абсолютные отметки со знаком плюс выше и со знаком минус ниже уровня моря, принимаемого за нулевую отметку.

Контуры рудного тела на планах и на разрезах изображают толстой черной линией, сплошной на участках детально разведанных и пунктирной на участках их предполагаемого залегания. На вертикальной продольной проекции контуром служит линия выклинивания рудного тела, где мощность последнего равна нулю или предельной рабочей мощности, например, 1 м. При отсутствии ясно видимых в забоях очертаний рудного тела контурную линию наносят по данным забойного опробования. Для рудных тел, вскрытых эрозией, контурную линию полезно продолжить

пунктиром выше современной дневной поверхности, показав этим предполагаемые очертания смытой части рудного тела.

Площадь сечения рудного тела, ограниченную контурной линией на планах или на разрезах, подразделяют на участки, сложенные отдельными естественными типами или промышленными сортами руд. Каждый естественный тип или сорт руд наносят на план (на разрез) особым штриховым условным знаком. Например, массивный магнетит — штриховка по мелкой квадратной сетке, брекчиевидные руды — неправильно рассеянными мелкими треугольниками, маломощные рудные жилы заливают черной тушью.

Геологические границы горных пород удобнее изображать тонким точечным пунктиром черной тушью, а обозначения горных пород — краткими буквенными индексами, например, *gd* — гранодиорит, *qss* — кварц-серпичитовый сланец, *sp* — серпентинит, *al* — аллювий и пр. Для этих же пород, находящихся в коре выветривания, применяют те же обозначения с дополнительным знаком, например, *gdp* — гранодиорит плотный, свежий и *gdk* — гранодиорит каолинизированный, глубоко выветрелый.

Уровень грунтовых вод на вертикальных разрезах следует изображать тонкой плавной пунктирной линией тушью синего цвета. На конце этой линии той же тушью указывают дату (месяц, год) замера этого уровня.

Границу древней коры выветривания и зоны окисления изображают тонким точечным черным пунктиром, как линию контакта горных пород. Тектонические смещения показывают красной тушью сплошной линией с установленным и пунктиром с предполагаемым залеганием.

На продольной вертикальной проекции вмещающие породы и типы руд обычно не изображают. Вместо них наносят погружение осей складчатости и контуры (линии выклинивания, тектонические обрывы) отдельных рудных тел.

На основании оформленных таким образом вертикальных геологических разрезов можно приступить к составлению погоризонтных геологических планов рудных тел. Эти планы составляются по рабочим горизонтам, уже вскрытым горными работами или проектируемым для вскрытия. Для карьеров погоризонтные планы геолог составляет на каждый эксплуатационный слой.

Расположив в последовательном порядке поперечные вертикальные разрезы, переносят с них положение границ рудного тела и контактов пород по каждому горизонту на составляемый план. Полученные на плане точки того или иного контакта соединяют плавной линией.

На погоризонтном плане теми же условными знаками наносят контуры рудных тел, их подразделение на типы или сорта руд, геологические контакты вмещающих пород с их буквенными индексами, тектонические смещения, оси складок и их погружения. В наименовании каждого погоризонтного плана должна быть указана абсолютная отметка того горизонта по которому он составлен.

На планы и разрезы из журналов опробования переносят данные химических анализов проб. На планах и разрезах крупного масштаба (1 : 200; 1 : 500) положение проб вдоль штрека наносят тонкой поперечной

чертой, против которой на свободном поле указывают номер пробы и в виде дроби: мощность жилы (числитель, черной тушью) и содержание металла (знаменатель, цветной тушью). При разведке пластообразных залежей или россыпей вертикальными скважинами (шурфами) на планах над знаком шурфа (скважины) ставят его номер, внизу общую глубину, слева — мощность руды (пласта), справа содержание металла на указанную мощность. При дражной добыче россыпи мощность пласта слева не ставят и содержание металла определяется на всю глубину скважины (шурфа). На планах и разрезах мелкого масштаба (1 : 500; 1 : 1000) против положения проб указывают только номер, а данные опробования (иногда на ряд компонентов) помещают в виде таблицы на свободном поле плана (разреза).

3. Метод изолиний и его применение

Применение метода изолиний к решению конкретных задач геолого-разведочного и горного дела разработано выдающимся деятелем маркшейдерии и основателем новой науки — геометрии недр профессором Свердловского горного института П. К. Соболевым. Пользуясь методом изолиний, графически изображают формы геологических структур и рудных тел, свойства рудных тел (мощность, распределение металла в рудном теле) и различные процессы (например, оседание дневной поверхности над горными выработками), а также решают многие практические задачи разведки и эксплуатации месторождений.

Для изображения форм рудных тел или подземных поверхностей применяют изолинии (подземные горизонталы). Это линии пересечения указанных поверхностей с горизонтальными плоскостями, расположенными по абсолютным отметкам на одинаковом между ними расстоянии. Для изображения некоторых свойств, например, мощности или металлоносности рудного тела применяются изолинии мощности и изолинии содержания металла.

Метод изолиний позволяет получить вероятное значение данной величины в любой точке разведанного поля путем интерполяции между изолиниями. Эта особенность широко используется при проектировании горных и разведочных работ, а также при производстве подсчета запасов по методу изолиний. Вторым важным достоинством метода изолиний является возможность определения вероятного значения данной величины за пределами разведанного поля путем экстраполяции изолиний. Это дает возможность научного предвидения, геологического прогноза поведения рудного тела и его важнейших свойств (мощности и содержания металла) на проектируемом более глубоком горизонте горных работ.

Изолинии содержания металла можно проводить как по индивидуальным, так и по групповым забойным пробам. Для получения практически важных выводов необходимо, однако, чтобы исходные для построения изолиний данные обладали хорошей представительностью. Под представительностью пробы понимают степень соответствия содержания компонента в пробе содержанию его в той части рудного тела, которая определяется сферой влияния данной пробы.

Исследования вопроса о представительности проб показывают, что индивидуальные забойные химические пробы можно считать вполне представительными только для некоторых весьма равномерных месторождений I группы. В месторождениях II—V групп отдельно взятые забойные пробы не могут быть признаны представительными. Поэтому построенные на них изолинии содержания не дают достоверной картины распределения металла в месторождении.

Использование анализов индивидуальных забойных проб для построения изолиний содержания в месторождениях II—V групп надо признать неправильным. Оно влечет за собой крайне трудоемкую работу по вычерчиванию многочисленных изолиний сложной топографической поверхности с разбросанными по ней мелкими пятнами высоких концентраций («мелкосопочный рельеф»). Эти мелкие пятна богатых проб искажают более общие и более простые закономерности распределения металла в рудных телах, затрудняют геологическую интерпретацию полученной графики и могут даже привести к неправильным практическим выводам.

Групповые забойные пробы, наоборот, обладают высокой представительностью для очень многих месторождений цветных, ценных и редких металлов.

По способу объединения отдельных забойных проб групповые пробы могут быть линейными или площадными. Линейные групповые пробы удобно применять в подземных горных выработках вдоль опробованных штреков или ортов рабочих горизонтов. Площадные групповые пробы могут быть выделены только в очистных горных работах путем объединения нескольких отдельных проб в пределах опробованного очистного пространства.

Количество отдельных проб, объединяемых в одну линейную или площадную групповую пробу, может колебаться от 5—10 до 20—40. Таким образом, длина линейной групповой пробы охватывает от 10 до 50—60 м длины штрека (длина одного блока). Площадная групповая проба занимает примерно от 1/10 до всей площади выработанного блока.

Содержание металла в групповой пробе определяется как среднее арифметическое из содержаний в отдельных пробах, входящих в данную групповую пробу. Значения содержаний групповых проб графически относятся к центру их сферы влияния (линии, площади).

При установлении сфер влияния групповых проб на плане или на продольной проекции рудного тела не должно быть формального оторванного от геологических факторов подхода. Центры групповых проб и радиусы их влияния в разных направлениях должны определяться только геологическими факторами. Нельзя, например, распространять сферу влияния групповой пробы за плоскость хотя бы и небольшого смещения рудного тела или за контур установленного опробованием рудного столба.

При более или менее выдержанном залегании рудного тела и отсутствии резких колебаний в содержании металла сферы влияния групповых проб можно принимать стандартными для данного месторождения (например, по 20 м вдоль штрека или $10 \times 10 = 100 \text{ м}^2$ в очистной выработке).

Для выяснения наиболее существенных особенностей распределения металла в рудном теле достаточно иметь 20—40 рационально отобранных

групповых проб. Они дадут ту же картину распределения металла, что и 70—100 более мелких групповых проб. Это укрупнение групповых проб при геометризации месторождений можно производить в пределах одного эксплуатационного блока. Мелкие детали распределения металла в рудном теле, конечно, здесь исчезают, но они и не имеют решающей роли для практики ведения горных работ, а сама геометризация металлоносности здесь значительно упрощается и ускоряется.

Каждый рудничный геолог и маркшейдер обязаны хорошо освоить метод изолиний. Применение его к решению важнейших задач горного и геологоразведочного дела изложено в учебных пособиях по горной геометрии. Много примеров применения метода изолиний в рудничной геологической практике приведено в книге А. В. Королева и П. А. Шехтмана [4].

4. Показатель интенсивности металлического оруденения

Форма обогащенных металлом участков в жильных месторождениях (рудных столбов) хорошо выявляется геометризацией с помощью изолиний содержания. В одном и том же месторождении отдельные рудные столбы могут заметно отличаться друг от друга по степени концентрации металла. Для сравнения этой концентрации по отдельным участкам (блокам) введено понятие о показателе интенсивности оруденения.

Среднее содержание металла в пределах рудного столба (блока) можно принять по групповой (линейной или площадной) пробе, полученной из ряда смежных частных проб. Для определения степени концентрации металла найденное для рудного столба (блока) среднее содержание необходимо отнести к какой-то постоянной величине, характерной для данного рудного тела в целом. Такой постоянной величиной может быть среднее валовое содержание металла. Оно равно среднему арифметическому из суммы анализов всех забойных проб рудного тела, вскрытого разведочными и подготовительными горными выработками.

В колчеданных месторождениях с резко выраженной вторичной зональностью содержание металла определяют только по сульфидным рудам без учета проб из железных шпал. В жильных месторождениях нет резкой границы между окисленными и первичными рудами; среднее валовое содержание здесь определяют по сумме всех проб.

Общее количество забойных проб N за несколько лет разведки и эксплуатации месторождения составляет тысячи. Эти пробы можно рассматривать как ряд наблюдений, из которых среднее содержание металла может быть определено с высокой степенью точности. Например, среднее валовое содержание металла по рудному телу равно

$$C_1 = \frac{\sum_1^N c}{N} = \frac{15\,000}{3000} = 5\%.$$

При большом количестве членов этого ряда пополнение его несколькими десятками новых наблюдений, полученных от опробования новых забоев, существенно не изменит среднего содержания металла по рудному

телу в целом. Например, получено дополнительно 50 новых забойных проб со средним содержанием металла 5%. В этом случае цовое среднее валовое содержание составит

$$C_2 = \frac{\sum_1^N C + \sum^{N+n} C}{N+n} = \frac{15\,000 + 200}{3050} = 4,98\%$$

т. е. только по 0,02% меньше ранее установленного.

При значительном количестве первоначально имевшихся проб значение C_2 не будет существенно отличаться от C_1 даже в том случае, если дополнительные n проб по своему значению окажутся в два раза больше или меньше C_1 , что, впрочем, бывает редко. Таким образом, среднее валовое содержание металла по данному детально разведанному рудному телу является величиной устойчивой и практически постоянной.

Показатель интенсивности металлического оруденения есть отношение среднего содержания металла по любому участку рудного тела (рудному столбу, блоку, рабочему горизонту) к среднему валовому его содержанию по рудному телу в целом [1].

Для промышленных руд показатель интенсивности, как правило, большие единицы, для участков бедных и некондиционных руд — меньше. Рудные столбы первичного и вторичного происхождения имеют повышенную концентрацию металла — от 1,5 до 3,0, реже до 5,0.

В полиметаллических месторождениях показатель интенсивности определяют по каждому металлу в отдельности. В железных шляхах колчеданных месторождений показатель интенсивности по меди составляет 0,04 — 0,1, в то время как по благородным металлам он повышается до 10 — 20 и даже более. Для небольших участков месторождений благородных и редких металлов с кустовым оруденением показатель интенсивности может составлять многие десятки единиц.

В практике рудничной геологии показатель интенсивности оруденения может быть использован прежде всего для сравнительной оценки рудных столбов, блоков, этажей, рабочих горизонтов, отдельных жил одного месторождения.

5. Блок-диаграммы и модели рудных тел и месторождений

Блок-диаграммой называют перспективное изображение некоторого блока земной коры, имеющего форму одного или нескольких параллелепипедов, на гранях которых с соответствующим искажением нанесены погоризонтные планы и геологические разрезы. Для изображения геологических структур наиболее удобны блок-диаграммы, построенные в аксонометрической проекции, в которой сохраняется параллельность проектируемых прямых и их пропорциональность. На рис. 15 изображены две аксонометрические проекции, для каждой из них показан масштаб построения по трем осям и приняты направления ребер блока, выбранного для проекции. При изометрических проекциях масштаб по всем трем осям (ребрам блока) принимается одинаковым. Более удобными являются ди-

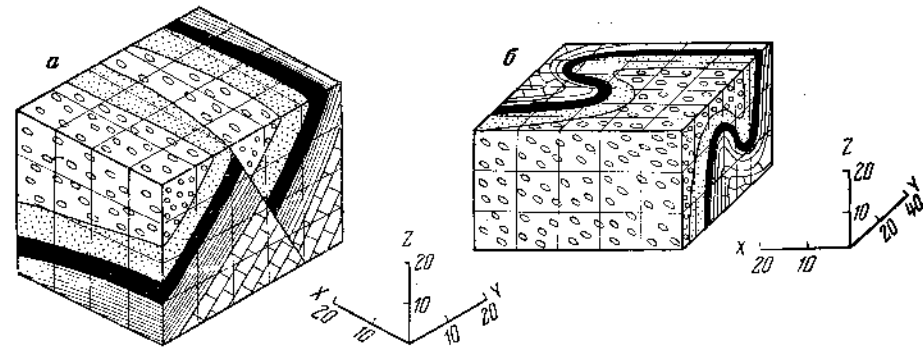


Рис. 15. Блок-диаграммы рудного пласта:
а — изометрическая; б — диметрическая

метрические проекции, у которых масштабы по двум осям в плоскости чертежа одинаковы, а масштаб по третьей оси сокращается в два раза.

Способ построения блок-диаграмм в диметрической проекции заключается в следующем. Одну из вертикальных граней блока принимают за фронтальную плоскость, обращенную к наблюдателю, и на эту грань в выбранном масштабе без какого-либо искажения переносят один из вертикальных геологических разрезов рудного поля или месторождения, обычно продольный (составленный по простиранию). Ребра другой вертикальной грани изображают параллельными линиями, составляющими небольшой (от 20 до 40°) угол с ребрами фронтальной грани. На эту боковую грань переносят один из вертикальных геологических разрезов, заданных вкрест простирания. При этом все горизонтальные размеры уменьшают в два раза (показатель сокращения 1/2), а вертикальные размеры оставляют без изменения. Этим самым определяются размеры и характер искажения пласта, изображаемого на третьей грани блока. Все размеры плана, параллельные ребру фронтальной плоскости, переносят на верхнюю грань блока без искажения. Все размеры, параллельные ребру боковой грани, переносят с уменьшением в два раза. Для удобства переноса изображения планов и разрезов на аксонометрическую проекцию полезно на всех трех гранях блок-диаграммы тонкими прямыми линиями нанести опорную маркшейдерскую сетку. Для точного построения блок-диаграммы существуют особые чертежные приборы — аффинографы, описание конструкций которых приведено в специальной литературе [3].

Для изображения сложных геологических структур из параллелепипеда блок-диаграммы можно вырезать небольшие прямоугольные блоки, на вертикальных гранях которых изображают дополнительные геологические разрезы месторождения. При этом иногда приходится не показывать вмещающих пород, принимая их как бы прозрачными. На рис. 16 приведена блок-диаграмма рудного поля жильного месторождения с пологим склоном к северу.

Более наглядным методом пространственного изображения геологических структур являются модели месторождений. Известны разные

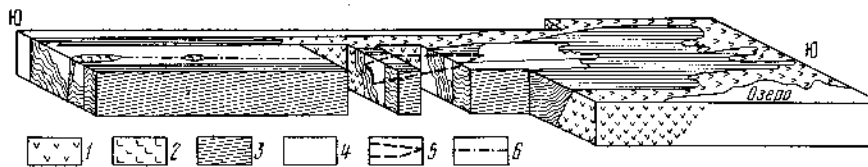


Рис. 16. Блок-диаграмма рудного поля жильного месторождения с пологим склоном к северу.

1 — серпентиниты; 2 — габбро-диабазы; 3 — углисто-кремнистые сланцы; 4 — хлорито-карбонатные сланцы; 5 — рудная жила; 6 — тектонический разлом

способы изготовления моделей. Наиболее удобны прозрачные модели. На деревянном основании укрепляют металлический каркас из уголков алюминия. В каркасе помещают горизонтальные или вертикальные листы органического стекла с нанесенными на них геологическими планами и разрезами. Самый нижний лист на верхнем уровне основания имеет матовую поверхность. Под этим листом помещают две-три матовых электрических лампочки, а в блоковых стенках основания вырезают круглые отверстия для вентиляции. Такая модель с включенным освещением позволяет видеть одновременно все горизонты, все вертикальные сечения и получить полное представление о геологической структуре рудного поля или о форме рудного тела. При этом обеспечивается возможность ее пополнения новыми разведочными данными. Она позволяет рудничному геологу и маркшейдеру решать самые разнообразные вопросы разведки и подготовки месторождения и эксплуатации.

Глава XII

ПЕРВИЧНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. Зональность магматических месторождений

Магматические месторождения, например, медно-никелевых руд ливационного типа в процессе их образования испытывают гравитационную дифференциацию. Это приводит к возникновению донных залежей сульфидных руд, где по их мощности можно различать верхнюю зону вкрапленных и брекчиевидных руд и нижнюю зону массивных сульфидных руд.

Наиболее полная дифференциация наблюдается в некоторых интрузивных массивах щелочных пород. В результате резкой дифференциации магматического расплава обособляются слои, имеющие форму пластов (псевдостратификация), падающих к центру массива. Рудные залежи с содержанием редких металлов выдержаны по простиранию и падению на сотни метров при очень небольшой и почти постоянной мощности. Это дает возможность применять минералогическое опробование по тикам разрезов [4, 5].

2. Зональность скарновых месторождений

Многие скарновые месторождения железа, меди, вольфрама, молибдена обладают хорошо выраженной зональностью. На Турьинских медных рудниках Урала Д. С. Коржинским описаны следующие зоны по направлению от изверженных пород к известнякам: 1) кварцевые диориты; 2) осветленные кварцевые диориты; 3) околоскарновая пироксен-плаггиоклазовая порода; 4) пироксен-гранатовый скарн; 5) мономинеральный гранатовый скарн; 6) мономинеральный салитовый (пироксеновый) скарн; 7) мраморизованный известняк. К последним трем зонам приурочено медное оруденение [13].

На Гумешевском меднорудном месторождении (Средний Урал) в контакте кварцевых диоритов с мраморизованными известняками И. И. Бугаевым [2] установлены следующие зоны: 1) кварцевый диорит; 2) околоскарновый десилицированный кварцевый диорит; 3) пироксен-плаггиоклазовая порода; 4) пироксен-гранатовый (андрадит-гроссуляровый) скарн; 5) гранатовый (андрадитовый) скарн; 6) мрамор. Наиболее высокое содержание меди наблюдается в скарнах.

Подобных примеров в геологической литературе описано немало. Зная порядок взаимного расположения отдельных зон относительно контактовой поверхности, можно его использовать при разведке бурением и для направления забоев подготовительных горных выработок по зоне с наибольшим оруденением.

3. Главные факторы первичной зональности жильных месторождений

Первичную зональность жильных месторождений можно рассматривать в зависимости от масштаба ее проявления. Изучение первичной зональности рудных поясов и рудных узлов выходит за рамки деятельности рудничного геолога. Поэтому ниже особое внимание обращено на первичную зональность собственно рудных тел (рудных жил).

Первичная зональность рудных жил по их мощности, простиранию и падению объясняется закономерным изменением минерального и химического состава руд в указанных направлениях. Зональность жил по мощности может быть симметричная и асимметричная. Она вызвана определенной последовательностью отложения нерудных и рудных минералов на стенках жильной трещины. Зональность по мощности может также появиться в результате сложного и длительного процесса рудообразования, когда, например, уже сформировавшаяся жила дробится при тектонических подвижках и цементируется более молодым минеральным веществом иного состава.

Наиболее важной для рудничного геолога является первичная зональность рудных жил по падению, по вертикали. Необходимо изменениям мощности и состава жил давать определенную количественную оценку. Вскрытие рудных жил на двух горизонтах уже дает рудничному геологу фактический материал для сравнения средних значений мощности и содержания металла по двум указанным уровням. Тем более это необходимо, когда число рабочих горизонтов составляет пять — семь. Экстраполяция

полученных графиков на проектные горизонты дает геологу объективные данные о поведении жилы при дальнейшей углубке шахты.

На Березонском золоторудном месторождении на Урале буровые скважины, заданные вдоль по дайкам березитов, пересекают десятки отдельных кварц-сульфидных жил. По каждому этажу высотой 50 или 100 м можно определить частоту встречи жил и среднее содержание золота на основании отдельно взятых проб из каждой жилы. Экстраполяция этих величин на ниже лежащие горизонты позволяет геологу уверенно прогнозировать обнаружение перед углубкой шахт.

При разведке штоковерковых прожилково-вкрапленных месторождений вольфрама, молибдена или олова вывод аналогичных показателей по этажам дает геологу незаменимый материал для оценки месторождений.

4. Примеры первичной зональности рудных жил

Вскрытие многих жильных месторождений глубокими шахтами дает много примеров первичной зональности. Почти во всех свинцово-цинковых месторождениях с глубиной наблюдается увеличение содержания сфалерита и соответственно уменьшение галенита. На Садономском месторождении (Северный Кавказ) содержание свинца снижается на 1% на каждые 100 м, а отношение цинка к свинцу возрастает от 1,85 : 1 на верхних горизонтах до 2,57 : 1 на нижних горизонтах горных работ. Аналогичное явление установлено П. П. Буровым для Алтая, Г. С. Лабазиным для Салаира, К. Л. Пожарицким для Садоны, В. И. Смирновым для Тетюхе [13].

5. Рудные столбы

Понятие о рудных столбах появилось в золотой промышленности. Распределение золота в жильных месторождениях отличается большой неравномерностью. Участки богатых золотом руд по простиранию и падению жил сменяются бедными рудами, за которыми при продолжении горных выработок снова могут быть вскрыты богатые руды.

Рудными столбами* принято называть участки жил, отличающиеся повышенной концентрацией ценного металла. Иногда рудный столб может отличаться от рядовой руды проявлением особой («продуктивной») минеральной ассоциации [10]. Ясно выраженной связи между концентрацией металла в рудных столбах и мощностью жил обычно не наблюдается.

В специальной литературе рудные столбы делятся на два типа: морфологические и концентрационные [13]. Первые обусловлены раздувами жил. Не всегда, однако, раздувы жил отличаются богатой концентрацией металла. Вот почему единственно достоверным признаком рудного столба служит повышенная концентрация ценного металла, что обычно выявляется систематическим опробованием забоев горных выработок.

* В английской литературе — ore shoots, в немецкой — Erzmitteln, во французской — Colonnes mineralisees.

По генезису следует различать рудные столбы первичные (эндогенные или гипогенные) и вторичные (экзогенные или гипергенные).

Первичные рудные столбы возникают при резком изменении физико-химических (температура, давление), литологических (влияние боковых пород) или структурных факторов (морфология и тектоника жильных трещин), определяющих движение гидротермальных рудообразующих растворов. Все эти факторы нередко действуют одновременно. Вторичные рудные столбы появляются в зоне гипергенеза в результате окисления неустойчивых первичных минералов (например, сульфидов) и перетолжения ценного металла водами поверхностного происхождения. Главными факторами локализации вторичных рудных столбов являются морфология и тектоника жильных трещин.

В процессе эрозии первичные рудные столбы постепенно попадают в зону гипергенеза и на них может накладываться вторичное обогащение. Это приводит к образованию участков, отличающихся исключительным богатством ценного металла.

Геометризация рудных столбов, по данным опробования, на маркшейдерских планах и вертикальных продольных проекциях рудных жил позволяет определить их примерные размеры и морфологию. Горизонтальное протяжение рудных столбов (по штрекам) определяется размерами в несколько десятков метров (от 10 до 50 м, реже до 100 м). Протяжение рудных столбов по вертикали обычно больше; они нередко прослеживаются на два-три смежных рабочих горизонта. При этом, как правило, рудные столбы обладают определенным наклоном. Оси рудных столбов обычно отвечают наклону самой рудной жилы и морфологии жильной трещины. В крупных жильных месторождениях размеры отдельных рудных столбов могут составлять от первых сотней метров по простиранию до 500—700 м по наклону.

Наряду с крупными рудными столбами в некоторых жилах встречаются и более мелкие участки с весьма богатой концентрацией ценного металла, размеры которых иногда определяются первыми метрами. Такие участки получили наименование «кустов», «бонанц», «гнезд», «карманов». Высокую концентрацию металла представляют собой золотые самородки, встречающиеся в кварцево-сульфидных жилах. Иногда два-три и более самородков заключены в объеме руды, не превышающем 1 м³. При размыве рудных жил золотые самородки переходят в элювиальные россыпи.

Опыт разработки крупных золотых рудников показывает, что из общей длины штреков по всем рабочим горизонтам протяжение рудных столбов занимает от 15 до 25%, иногда повышаясь до 40%. То же самое соотношение существует между площадью рудных столбов и всей площадью рудной жилы, вскрытой штреками на продольной проекции. Отсюда следует, что успешная эксплуатация жильных месторождений со столбовым оруденением зависит прежде всего от организации интенсивной скоростной и дешевой проходки штреков по рудным жилам на нескольких горизонтах. При этом хорошо налаженная геологическая документация с опробованием штреков обеспечивает своевременную подготовку блоков с промышленным содержанием ценного металла для их эксплуатации.

6. Литологический и структурный контроль первичных рудных столбов

Влияние физико-механических свойств и химического состава боковых горных пород на процессы рудоотложения и на положение первичных рудных столбов известно давно; в специальной геологической литературе этот вопрос можно проследить более чем за сто лет. Особенно благоприятными для образования и размещения первичных рудных столбов являются толщи сложного строения с частой сменой горных пород, отличающихся по физико-механическим свойствам (крепость, пористость) и химическому составу. Во многих случаях можно считать установленным, что боковые породы с преобладанием железо-магнезиальных силикатов (порфириды, змеевикки) являются более благоприятными для отложения в жильных трещинах первичных рудных столбов, чем породы кислого состава. Особенно выделяются в этом отношении боковые породы с большим содержанием углистого вещества (углистые сланцы). Приведем несколько примеров.

На Ононском оловорудном месторождении (Забайкалье) кварцевые жилы с касситеритом пересекают перемежающуюся толщу слюдяных сланцев и биотит-амфиболовых гнейсов. Рудные столбы с повышенной мощностью жил приурочены исключительно к гнейсам. При переходе в слюдяные сланцы жилы теряют оруденение и снижается их мощность. Рудные столбы имеют южное склонение, угол и направление которого совпадают с углом и направлением падения пластовых пород [8].

На Середовицком золоторудном месторождении (Средний Урал) кварц-сульфидная жила пересекает волнистую контактовую поверхность гранитов и порфиридов. По наблюдениям П. П. Желобова, содержание золота в блоках жилы среди порфиридов заметно выше содержания металла в жиле в пределах блоков, где боковыми породами являются граниты.

Давно известны углистые пиритизированные сланцы золоторудного месторождения Балларат (Австралия), получившие местное наименование «индикаторов» золотого оруденения. Кварц-сульфидные жилы в местах пересечения ими углистых сланцев имеют резко повышенное содержание золота. Примеров благоприятного влияния углистых пород на локализацию золотого оруденения много и в различных районах СССР. Наиболее ярким примером может служить Кумакское золоторудное месторождение [1].

Кварцевые жилы с содержанием шеелита и арсенопирита на месторождении Кти-Теберда (Северный Кавказ) пересекают толщу метаморфических сланцев и амфиболитов. Участки жил с повышенной концентрацией оруденения ясно приурочены к амфиболитам [6].

На одном из месторождений вольфрама в Восточной Сибири установлено влияние боковых пород на интенсивность оруденения. Кварцевые жилы, секущие мраморы, содержат шеелит. Эти же кварцевые жилы, переходя из мраморов в сланцы, теряют оруденение [15].

Структурный контроль имеет огромное влияние на размещение первичных (а также и вторичных) рудных столбов. Еще М. В. Ломоносову

были хорошо известны некоторые структуры рудных жил, благоприятные для высокой концентрации металлов. В своей работе «О надежде рудокопов» он писал: «Когда две жилы в одну сойдутся, то бывает из них сложенная рудами высоких металлов обильнее, нежели каждая из одинаковых; и напротив того, ежели какая жила раздвоится, станет скуднее» [9].

Наиболее часто структурный контроль первичных рудных столбов проявляется на участках искривления поверхности рудоносных трещин, а также пересечения и сопряжения трещин. Перегибы жильных трещин по простиранию или падению обычно сопровождаются мелкими производными трещинами в боковых породах. Дополнительная трещиноватость боковых пород благоприятно отражается на повышении концентрации металла в главной жильной трещине.

Рудные столбы любого генезиса часто приурочены к линиям пересечения жил, особенно, если это жилы разного минерального состава. При этом замечено, что чем меньше угол пересечения (или сопряжения) между жилами, тем благоприятнее этот узел для отложения высокой концентрации металла. Особенно надежными для встречи рудных столбов являются участки параллельного залегания жил с непосредственным контактом между ними.

Глава XIII

ВТОРИЧНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. Главные факторы вторичной зональности рудных месторождений

Гипергенные изменения рудных месторождений и обусловленная ими вторичная зональность определяются совокупностью многих одновременно действующих природных факторов регионального и локального значения, перечисленных в известных трудах В. Эммонса [13] и С. С. Смирнова [12].

Признавая решающее значение локальных факторов в процессе возникновения вторичной зональности, нельзя рассматривать ход процесса гипергенного изменения месторождения в отрыве от истории развития окружающей его геологической среды. Поэтому при оценке вторичной зональности любого месторождения важное значение приобретает группа региональных факторов, теснейшим образом связанная с геологической историей крупных регионов.

Естественно, что для каждой области эти региональные факторы имеют свои индивидуальные особенности. Правильно учесть их можно только при глубоком изучении геологической истории и геоморфологии данного региона. В молодых складчатых горах, где скорость эрозии существенно преобладает над скоростью окисления, зона гипергенных изменений может отсутствовать и первичные руды непосредственно выходят на современную дневную поверхность. В полярных областях с арктическим

климатом процессы окисления крайне замедлены, и выходы первичных руд покрыты тонкой коркой окисленных руд, иногда толщиной в несколько сантиметров.

Едва ли можно назвать какой-либо другой регион в СССР, кроме восточного склона Урала и прилегающей части Казахстана, геологическая история которого была бы так исключительно благоприятна для образования мощной древней коры выветривания и для формирования в этой коре глубоко развитой зоны вторичного обогащения рудных месторождений. Ниже приведена классификация главнейших факторов вторичной зональности для золоторудных кварц-сульфидных жильных месторождений Урала.

*Главнейшие факторы вторичной зональности
золоторудных месторождений
Урала*

ЛОКАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ

I. Вещественный состав жил

1. Минеральный состав жил.
2. Минеральный состав сульфидов в первичных рудах.
3. Общее содержание сульфидов в первичных рудах.
4. Структура сульфидов в первичных рудах.
5. Текстура руд в жилах.

II. Морфология и тектоника рудных жил

6. Мощность жил.
7. Изменение мощности жил по вертикали.
8. Морфологии жил.
9. Падение жил.
10. Склонение жил.
11. Складчатость жил.
12. Соединение жил.
13. Послерудные смещения жил с пологим падением сместителя.
14. Послерудные смещения жил с крутым падением сместителя.
15. Взаимное пересечение жил кварцевого и кварц-сульфидного состава.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ

III. Древняя кора выветривания и новейшая тектоника рудных полей

16. Мощность древней коры выветривания.
17. Степень трещиноватости и окисления боковых пород и руд.
18. Глубина залегания современного уровня грунтовых вод.
19. Химический состав нисходящих рудничных вод.
20. Новейшие вертикальные движения блоков с древней корой выветривания.

Минеральный и химический состав руд в большой степени влияет на интенсивность миграции элементов. Жильный кварц практически является инертным минералом. Релеающим фактором миграции служит наличие в рудах сульфидов, носителей первичного тонкодисперсного золота. При быстром окислении сульфидов рассеянное в них золото освобождается и становится доступным для миграции. Разнообразие минералогического состава сульфидов даже при невысоком их общем содержании весьма благоприятно и для первичного золотого оруденения и для процессов

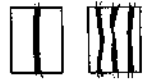















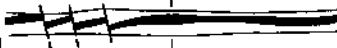
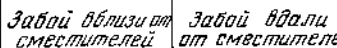
№	+	-	№	+	-
1	 <i>Малая мощность жил или 2-3 параллельных прожилка</i>	 <i>Большая мощность жилы</i>	5	 <i>Забой по дну складки</i>	 <i>Забой по своду складки</i>
<i>Мощность жилы</i> / <i>Складчатость жилы</i>					
2	 <i>Резкое уменьшение мощности по падению</i>	 <i>Резкое увеличение мощности по падению</i>	6	 <i>Соединение жил вниз по падению (вилка вверх)</i>	 <i>Разветвление жил вниз по падению (вилка вниз)</i>
<i>Изменение мощности</i> / <i>Соединение жил</i>					
3	 <i>Ветвящаяся с алофизами</i>	 <i>Плитообразная</i>	7	 <i>Забой по открытому вверх двугранному углу</i>	 <i>Забой под открытым вверх двугранным углом</i>
<i>Морфология жилы</i> / <i>Пересечение жил</i>					
4	 <i>Пологое или со средними углами падения</i>	 <i>Крутое, близкое к вертикальному</i>	8	 <i>Забой над самым сместителем</i>	 <i>Забой под сместителем</i>
<i>Падение жилы</i> / <i>Пологопадающие смещения</i>					
9					
				 <i>Забой облизит сместителей (1-5 м)</i>	 <i>Забой вдали от сместителей (10 м и более)</i>
<i>Крутопадающие смещения</i>					

Рис. 17. Структурные признаки гипергенных рудных столбов в жильных месторождениях

вторичного обогащения. Это разнообразие состава сульфидов отвечает продуктивной минеральной ассоциации, выделенной Н. В. Петровской [10]. При совместном присутствии различных сульфидов в зоне гипергенеза возникают благоприятные условия для ускорения процессов окисления и растворения вследствие возникающих электрохимических явлений.

Необходимо также учитывать, что присутствие некоторых бактерий в несколько раз ускоряет процесс окисления сульфидов [8].

Чем больше содержание сульфидов в руде, тем резче проявляется вторичное золотое обогащение. В нижних горизонтах железной шляпы массивных сульфидных залежей содержание золота в 30—50 раз превышает содержание металла в первичных сульфидных рудах. При содержании сульфидов от 5 до 15% показатель интенсивности вторичного золотого обогащения составляет от 1,05 до 1,20. Содержание сульфидов в жиле от 30 до 50% повышает этот показатель до 2,0.

Среди лимонитов, образующихся при окислении сульфидов, следует отличать остаточные (на месте сульфидов) и перенесенные. Вторичное золотое обогащение в жильных месторождениях связано именно с перенесенными лимонитами.

Влияние морфологии и тектоники рудных жил на локализацию участков вторичного золотого обогащения показано на рис. 17.

2. Железные шляпы колчеданных месторождений

Окисленные зоны сульфидных залежей Урала, Башкирии, Казахстана и Алтая являются особым генетическим типом золоторудных месторождений, имеющим важное промышленное значение. Неглубокое залегание окисленных руд позволяет вести их эксплуатацию открытыми горными работами, служащими в ряде случаев вскрышными для разработки сульфидных руд.

Резко выраженная вторичная зональность сульфидных залежей допускает промышленное использование отдельных зон одного и того же месторождения различными предприятиями. Окисленные зоны (железные шляпы), не содержащие цветных металлов, но имеющие высокое содержание золота и серебра, часто разрабатываются предприятиями золотой промышленности. Зоны первичных и вторичных сульфидных руд, содержащих цветные металлы, разрабатываются предприятиями меднорудной и полиметаллической промышленности с попутным извлечением золота и серебра.

Размеры и очертания железных шляп в плане в основном определяются контурами горизонтального сечения сульфидной залежи, отвечаю-

щего уровню его эрозии. Характерным показателем для классификации сульфидных залежей Урала по морфологическим признакам является отношение длины залежи к ее наибольшей горизонтальной мощности (табл. 28).

Длина рудных тел изменяется в весьма широких пределах — от 50 до 5000 м, причем преобладающая часть известных залежей имеет длину от 100 до 500 м и максимальную горизонтальную мощность от 10 до 100 м.

Характер выклинивания железных шляп по простиранию и падению также заслуживает внимания. Наиболее обычна линзообразная форма сульфидных залежей. Тупое выклинивание рудных тел или резкое их ограничение смещениями встречается реже. Тонкий «хвост» рудной линзы по простиранию иногда переходит в новую рудную залежь. При пологом погружении рудной залежи и значительной глубине зоны окисления может оказаться, что железная шляпа уходит под толщу боковых пород за контуры выклинивания ее на дневной поверхности.

Эрозия сульфидных залежей наблюдается на любом горизонтальном сечении рудного тела. В зависимости от глубины эрозии возможны следующие морфологические типы железных шляп (рис. 18):

- 1) верхняя часть рудной линзы захвачена процессами окисления, но еще не вскрыта эрозией (скрытая железная шляпа);
- 2) эрозия едва затронула верхнюю часть рудной залежи, под относительно небольшой железной шляпой лежит крупное сульфидное тело;
- 3) эрозия уничтожила верхнюю часть рудного тела, размеры и контуры железной шляпы в плане почти точно соответствуют контурам лежащего под ней сульфидного тела;
- 4) основная часть рудного тела уничтожена эрозией, под железной шляпой находятся небольшие выклинивающиеся по падению участки сульфидных руд;
- 5) в вытянутых по простиранию «карманах» коры выветривания сохранились только выклинивающиеся на коротких расстояниях по падению участки полностью окисленных руд.

На Урале встречаются колчеданные залежи, находящиеся на любой из указанных стадий эрозии.

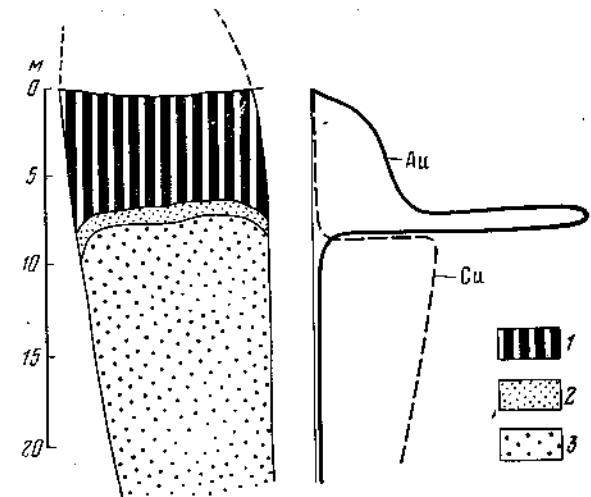


Рис. 18. Морфологические типы железных шляп в зависимости от глубины эрозии сульфидных залежей.

1 — зона окисления (бурые железняки); 2 — зона обогащения (баритовые пески, кремнистые руды); 3 — зона первичных сульфидных руд (плотный колчедан)

Таблица 29

Морфологические типы сульфидных залежей Урала

Морфологические типы	Отношение длины залежи к ее наибольшей горизонтальной мощности	Примеры месторождений
Жилообразные тела	100 : 1—30 : 1	Дегтярское, Кузнечихинское, Первомайское
Плоские ливаы	30 : 1—10 : 1	Даяркинское, Ворошиловское
Ливаы	10 : 1—5 : 1	Новолевинское
Ливаообразные залежи	5 : 1—2 : 1	Красногвардейское, Учалинское, Новосибирское

Вертикальная глубина железной шляпы на месторождениях Урала колеблется от 10 до 80 м. При таком глубоком залегании окисленных руд и падении около 45° нижняя часть железной шляпы оказывается прикрытой со стороны висячего бока на десятки метров горными породами. Иногда это приводит к оседанию пород висячего бока, раздавливанию ими окисленных руд и уменьшению мощности руд, особенно баритовых песков, лежащих под железной шляпой.

В центральных частях хорошо развитых железных шляп вследствие оседания от выщелачивания иногда возникает воронка оседания. На месторождении Куль-Юрт-Тау (Башкирская АССР) такая воронка имеет глубину 28 м. По границам сульфидных залежей окисленные руды распространены вдоль контактовых поверхностей на 5—15 м глубже, чем в средней части рудных тел.

Уровень грунтовых вод только на немногих месторождениях более или менее совпадает с нижней границей окисленных руд. На большинстве же месторождений Урала глубина залегания окисленных руд в 1,5—2 раза превышает глубину уровня грунтовых вод от дневной поверхности. Развитие наиболее ценных в промышленном отношении руд нижней части зоны окисления глубже уровня грунтовых вод является типичной особенностью железных шляп, имеющей суцственное значение для выбора методики их разведки [2].

По вещественному составу в железных шляпах колчеданных месторождений Урала отчетливо выделяются три зоны:

- 1) зона полного окисления, сложенная бурыми железзяками (собственно железная шляпа);
 - 2) зона выщелачивания, представленная рыхлыми баритовыми, барит-кварцевыми или ярозитовыми рудами (песками, сыпучками) и реже плотными кремнистыми рудами;
 - 3) зона рыхлых сульфидов, представленная всюду пиритовой сыпучкой с рассыпающимися обломками пирита и глубже переходящая в плотные массивные сульфидные руды.
- Бурые железзяки занимают до 90% всего объема железной шляпы, баритовые или ярозитовые пески или кремнистые руды в среднем около 7% и пиритовая сыпучка — около 3%.

По физическим свойствам среди бурых железзяков выделяются плотные и рыхлые разновидности, представляющие собой сорта руды, различные с технологической точки зрения. Рыхлые или сыпучие бурые железзяки после просеивания (класс — 20 мм) поступают непосредственно в перколяционные чапы для цианирования. Плотные бурые железзяки перед цианированием требуют предварительного механического измельчения.

Текстуры руд железных шляп довольно разнообразны. Широко представлены ичистые, брекчиевидные, колломорфные и порошокватые текстуры. Кремнистые руды обладают отчетливой полосчатой или слоистой текстурой.

По минеральному составу руды зоны полного окисления представлены почти исключительно гидрооксидами железа, гидрогематитом и гётитом, связанными взаимными переходами. Прочие весьма разнообразные минералы занимают резко подчиненное значение. При детальном минера-

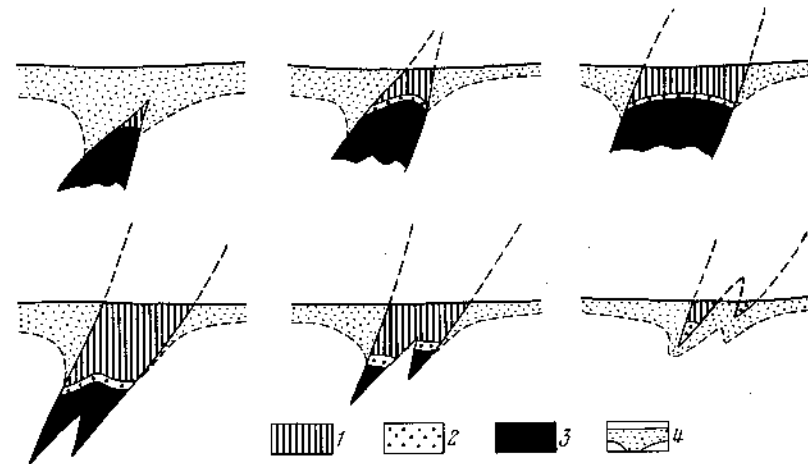


Рис. 19. Поведение золота, серебра и меди в зоне окисления колчеданной залежи.

1 — зона окисления; 2 — зона выщелачивания; 3 — зона первичных сульфидных руд; 4 — зона выветривания боковых пород

логическом исследовании руд зоны окисления Блявического медноколчеданного месторождения на Южном Урале было установлено более 60 минералов [7].

Отличить руды железных шляп от бурых железзяков других генетических типов по внешнему виду довольно трудно. Горно-геологическим институтом Уральского филиала АН СССР (А. А. Иванов) разработаны методы анализа, позволяющие в комплексе с полевыми геолого-минералогическими наблюдениями уверенно решать этот важный для поисков вопрос. Существенные указания в этом наблюдении может дать химический анализ бурых железзяков на селен и теллур. Исследования Н. Д. Синдеевой [11] показали, что в бурых железзяках над колчеданными телами обычно присутствуют селен и теллур; в бурых железзяках иных генетических типов этих элементов не обнаруживается.

Детальное исследование металлоносности железных шляп, проведенное автором, позволило установить следующие особенности их состава.

1. Естественные выходы бурых железзяков имеют низкое содержание золота и серебра. Анализы проб, взятых на выходах, показывают «следы» и даже отсутствие благородных металлов. Отсюда следует, что отрицательные результаты анализов на золото и серебро в пробах из естественных выходов бурых железзяков или из пройденных на них разведочных канав не могут служить основанием для оценки золотоносности их глубинных частей. Разведку с детальным опробованием следует продолжать на глубину.

2. В пределах толщи бурых железзяков наблюдается постепенное увеличение содержания благородных металлов с глубиной и резкое увеличение их концентраций в зоне выщелачивания. Особенно богаты благородными металлами кремнистые руды. В пиритовой сыпучке наблюдается

Примеры определения рабочего горизонта с наибольшим развитием вторичного золотого обогащения

Глубина рабочих горизонтов от дневной поверхности, м	Общее количество учтенных проб	Среднее содержание Au, г/т	Количество богатых проб		Показатель интенсивности I
			шт.	%	
Ж и л а 1					
46	72	21,7	4	5,5	1,21
72	119	34,8	17	14,2	1,94
109	88	10,4	2	2,2	0,58
144	113	7,5	1	0,8	0,42
174	29	3,8	—	—	0,21
Всего	421	17,9	24	5,9	1,0
Ж и л а 2					
60	165	14,6	12	7,2	1,06
80	312	13,8	11	3,5	1,00
110	358	15,2	15	4,2	1,11
140	362	15,5	18	5,0	1,13
175	350	12,9	9	2,5	0,94
215	215	9,5	—	—	0,70
255	73	10,7	4	5,4	0,77
Всего	1835	13,7	69	3,8	1,00

резкое падение содержания золота и серебра, хотя концентрация их все же остается заметно более высокой, чем в массивных сульфидных рудах (рис. 19).

3. В рудах железных шпал некоторых месторождений Южного Урала кроме благородных металлов установлено присутствие ртути с резко выраженной концентрацией ее в кремнистых рудах или в баритовых песках. Представлена она крайне дисперсными и поэтому редко наблюдаемыми зернами киновари [5]. Это еще более подчеркивает полиметаллический характер железных шпал колчеданных месторождений.

3. Примеры эксплуатационной разведки при открытой и подземной разработке месторождений

Вскрытие рудных жил на золотых рудниках производится штреками из шахт или штольнями по рабочим горизонтам. Жила разрезается на горизонтальные слои и этажи высотой от 20 до 50 м, в пределах которых применяется та или иная система очистных горных работ. Техника горного дела дает хорошую возможность учета качества подготовляемой руды по штрекам и качества добываемой руды по блокам, входящим в данный этаж.

Отдельно взятые химические пробы из горных выработок по рудным жилам во многих случаях не являются представительными. Практические выводы геологов основаны на закономерностях изменения в рудной жиле средних содержаний металла, определяемых по групповым пробам. Незбежные в отдельных пробах ошибки, зависящие от квалификации пробыщика, веса пробы, способа ее взятия, методики измельчения и сокращения, наконец, от методики пробирного анализа, уже при 30—40 пробах сводятся до минимума, не влияющего на точность практических выводов.

Среднее расстояние между смежными пробами по штреку на золотых рудниках обычно равно 2 м. При определении среднего содержания металла по рабочему горизонту (по штреку) используется от 2—3 до 10 и более групповых линейных проб. Это охватывает все протяжение жилы длиной до 500 м и более по штреку. Такое протяжение значительно превышает горизонтальную длину первичных рудных столбов (10—30 м), наблюдаемых иногда при опробовании жил. Поэтому влияние отдельных рудных столбов, вскрытых штреками на разных горизонтах, на повышение содержания металла по какому-либо одному штреку можно признать несущественным.

При выводе средних содержаний по штрекам не должно быть формального статистического отношения к анализам проб, необходим учет их геологического положения. На геологических планах штреков следует внимательно изучать морфологию жилы, особенности ее состава и строения, однородность боковых пород. Необходимо убедиться, что выбранные для сравнения содержания металла участки штреков расположены в одних и тех же блоках жилы по ее простиранию, по всей длине имеют рабочую мощность жилы и одинаковую детальность опробования. Нельзя делать геологических выводов из сравнения содержания металла по двум штрекам, из которых верхний штрек, например, имеет рабочую мощность

жилы на всем участке, а нижний штрек вскрывает значительные пережимы рабочей мощности жилы. Если очертания контура очистных работ показывают наличие ясно выраженного склонения рудной жилы, то сравнение среднего содержания по горизонтам следует производить с учетом установленного склонения.

В целях быстрого определения рабочего горизонта с наибольшим развитием явлений вторичного золотого обогащения можно использовать зависимость процентного выхода богатых проб от среднего содержания металла. Для этого нет необходимости точного определения нижнего предела богатых проб. Достаточно принять любое постоянное содержание, которое по своей величине было бы в 3—5 раз больше среднего содержания. Беглый просмотр пробных планов жил позволяет быстро определить количество богатых проб и найти процентный их выход от общего количества проб по данному штреку. Максимум процентного выхода богатых проб отвечает рабочему горизонту с наибольшим золотым обогащением и наибольшим средним содержанием металла (табл. 29). Этот вывод следует подтвердить визуальным наблюдением минералогических признаков вторичного обогащения (перенесенные лимониты и пр.).

4. Закономерности распределения золотых самородков в рудных жилах и в элювиальных россыпях

Золотые самородки и кустовое самородное золото при разработке элювиальных россыпей и окисленных зон рудных жил не представляют большой редкости. Во многих золотоносных районах Урала, Сибири и Северо-Востока СССР найдены тысячи золотых самородков.

Анализ размещения обнаруженных золотых самородков в геологических структурах многих жильных месторождений Южного Урала позволил определить следующие четыре особенности.

1. Взаимное пересечение или близкое расположение жильного молочно-белого слабо золотоносного кварца с золотоносным кварцем, содержащим обильное количество сульфидов. Отсюда следует, что золотые самородки свойственны месторождениям со сложным и длительным процессом жилеобразования, в которых отчетливо выявляются различные генерации жильного выполнения.

2. Морфология рудных жил, их структура и тектоника участка жильных месторождений с кустовым золотом благоприятны для вторичного золотого обогащения. Об этом свидетельствует сочленение или взаимное пересечение жил с пологим и крутым падением, приуроченность рудных жил к синклинальным складкам, соединение жил впади по падению, пологопадающие послерудные смещения. Следовательно, золотые самородки свойственны таким структурно-тектоническим участкам жильных месторождений, которые характерны для локализации рудных столбов гипергенного происхождения.

3. Наложение древней коры выветривания или ее линейного кармана на указанные структурно-тектонические участки жильных месторождений. Все известные на Урале самородки найдены в зоне полного или активного окисления кварц-сульфидных жил, где кроме остатков сульфидов всегда имеются гидроокислы железа. Нет ни одного уральского рудника, где бы золотые самородки были найдены на глубине более 100 м от дневной поверхности. Следовательно, наличие древней коры выветривания является благоприятным условием возникновения самородков, генетически связанных с этой корой и возникающих в ней под влиянием гипергенных процессов.

4. Более высокая проба самородков и вообще кустового золота по сравнению со средней пробой металла по месторождению. Нередко проба самородков из рудных жил бывает даже выше средней пробы из окисленных руд данного месторождения. Отсюда следует, что золотые самородки характерны для зоны окисления золоторудных жил [3].

Не подлежит сомнению, что при разработке кварцевых золотоносных жил в зоне первичных руд иногда встречаются необычайно богатые скопления самородного золота. Однако такие находки относительно редки. Возможно, это связано со значительно меньшим развитием горных выработок на глубоких горизонтах по сравнению с зоной окисления.

В зоне окисления кварц-сульфидных жильных месторождений золотые самородки встречаются группами (иногда по несколько десятков штук) в одинаковых структурно-геологических условиях. Такими же группами

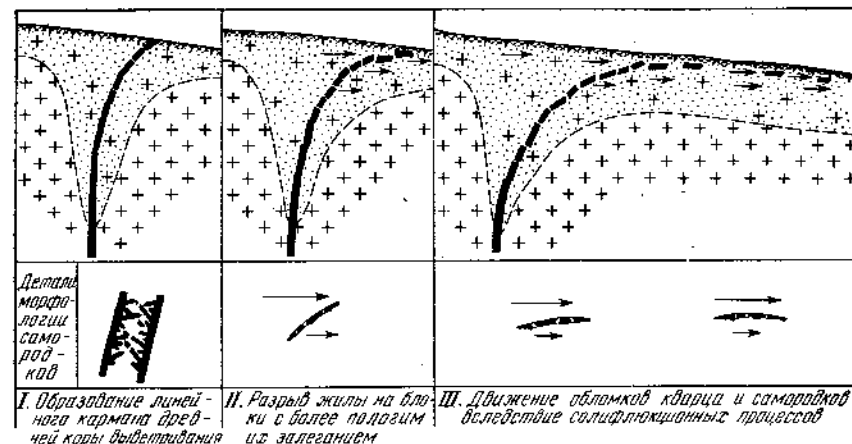


Рис. 20. Стадии движения золотых самородков из зоны окисления жилы в элювиальную россыпь

самородки переходят с выхода жил в элювиальные россыпи. Следовательно, при находке одного самородка появляется большая вероятность обнаружения группы подобных самородков (рис. 20). Точки находки самородков в элювии при почти горизонтальном микрорельефе укладываются в эллипсе их рассеяния. Большая ось эллипса с относительно малым смещением показывает простирание жилы, давшей эти самородки. И только при пологом уклоне местности большая ось эллипса ориентируется вдоль тальвега микрорельефа участка.

Среди морфологических типов золоторудных месторождений кварцевые жилы с включением золотых самородков и возникающие на выходах этих жил элювиальные россыпи занимают особое положение. Существенным их признаком служит дискретность золотого оруденения. Преобладающая часть запасов золота такого месторождения (жилы или россыпи) представлена несколькими десятками или первыми сотнями золотых самородков.

Подсчет запасов ценного металла в таких жилах или в элювии с самородками возможен только статистическим методом. Сущность этого метода заключается в экстраполяции данных эксплуатационных не выработанных еще участков. Незначительные запасы ценного металла, разведанность которых оценивается категорией C_2 , не позволяют положить их в основу общепринятого проектирования горных и обогатительных работ. Это обстоятельство, однако, не может служить препятствием для эксплуатации многочисленных жил с кустовым золотым оруденением и элювиальных россыпей с золотыми самородками. Успешный опыт разработки месторождений других полезных ископаемых с дискретным оруденением (алмазы, пьезокварц, драгоценные камни) подтверждает возможность и целесообразность эксплуатации многих жил и россыпей с золотыми самородками способом пробной эксплуатации.

Непроницаемые барьеры как локальные факторы, благоприятные для появления рудных столбов в жильных месторождениях

Первичные рудные столбы		Вторичные рудные столбы	
Благоприятные признаки	Положение рудных столбов	Благоприятные признаки	Положение рудных столбов
Резкое изменение простирания жилы	На участке изменения простирания	Резкое изменение простирания жилы	На участке изменения простирания
Резкое изменение падения жилы	На участке изменения падения	Пологое падение жилы	На участке пологого падения жилы
Склонение жилы	Вытянуты параллельно оси склонения жилы	Пологое склонение жилы	Над нижней линией выклинивания жилы
Разветвление жилы или пересечение жил	Вдоль линии соединения (пересечения), в двугранном углу, открытом вниз («вилка вниз»)	Разветвление жилы или пересечение жил	Вдоль линии соединения (пересечения), в двугранном углу, открытом вверх («вилка вверх»)
Антиклинальные складки жилы	В замке антиклинали под непроницаемой кровлей	Синклинальные складки жилы	На дне синклинальной складки
Дорудные сместители	Под дорудным сместителем	Пологопадающие послерудные сместители	Над пологопадающим сместителем
Пересечение жилой толщи слоистых пород	Вдоль жилы под малопроницаемым пластом с распространением руды вдоль пористого пласта	Пересечение жилой толщи слоистых пород	Вдоль жилы под малопроницаемым пластом

встречаются под малопроницаемыми пластами с метасоматическим развитием оруденения вдоль лежащего ниже пористого пласта. В гипергенных условиях участки вторичного обогащения расположены над малопроницаемым пластом. На Урале много примеров резкого вторичного обогащения золотом кварц-сульфидных жил над пологопадающими послерудными смещениями.

Ограничиваться использованием только одного структурного фактора (непроницаемые барьеры) при изучении локализации рудных столбов было бы неправильным. Следует учитывать также морфологию жил, их минеральный состав и влияние боковых горных пород (табл. 31).

Простая плитообразная форма жил неблагоприятна для появления рудных столбов. Как правило, и первичные и вторичные рудные столбы располагаются на участках со сложной морфологией жил, с их разветвлением и апофизмами. Минеральный состав руд очень характерен. Первичные рудные столбы встречаются на участках с развитой продуктивной

Задачи пробной эксплуатации элювиальных россыпей с самородками удобно совмещать с траншейным способом разведки [6]. Вкрест длинной оси рассеяния золотых самородков в элювии следует задавать разводочные траншеи сечением 15—20 м². Промывка всей рыхлой массы элювия из этих траншей дает надежную промышленную оценку элювиальной россыпи. В почве траншей могут быть вскрыты выходы рудных жил [4].

5. Видимые признаки рудных столбов в забоях горных выработок

Выявление рудных столбов при разработке жильных месторождений является важнейшей задачей рудничного геолога. Поэтому следует подробнее рассмотреть видимые в горных выработках признаки первичных и вторичных рудных столбов.

Среди локальных факторов, благоприятных для формирования рудных столбов любого генезиса, решающим является структурный (или структурно-морфологический), сущность которого удобно выразить общим понятием о барьерах, непроницаемых для движения восходящих гидротермальных или нисходящих поверхностных вод (табл. 30).

Резкое изменение простирания или падения жил часто влечет за собой появление пустых камер увеличенной мощности, в которых могут образоваться первичные рудные столбы морфологического типа. Четко выявляется закономерность размещения вторичных рудных столбов на участках пологого падения жил.

Важное значение для размещения рудных столбов любого генезиса имеет склонение жил. Как правило, большие оси рудных столбов параллельны линии склонения. Для вторичных рудных столбов благоприятным признаком служит пологое склонение жилы. В этом случае экзогенный рудный столб располагается над линией выклинивания жилы.

Рудные столбы на разветвлениях жил и на их пересечениях весьма многочисленны. Сюда относятся рудные столбы в местах присоединения к основной жиле оперяющих трещин. Не менее многочисленны экзогенные рудные столбы, возникающие вдоль линии соединения или пересечения жил.

Складчатость боковых пород очень четко определяет положение рудных столбов в согласно залегающих жилах. Первичные рудные столбы обычно располагаются в сводах антиклинальных складок, а также во флексурных изгибах жил. Общеизвестен пример золоторудных жил Бендига в Австралии, где седловидные жилы в сводах антиклинальных складок, прикрытых непроницаемыми пластами глинистых сланцев, имеют высокое содержание золота. Синклинальные структуры жильных месторождений весьма благоприятны для нахождения в них вторичных рудных столбов. Наиболее типичным примером вторичного золотого обогащения данного структурного типа является Смоленская жила Непряхипского месторождения в Миасском районе на Урале. В 1872 г. из шахты со «дна» такой синклинальной складки была извлечена необычайно богатая руда, давшая около 300 кг золота [3].

Важное значение для расположения рудных столбов имеют смещения. В жилах, секущих толщу слоистых пород, первичные рудные столбы

Морфология жил, их состав и боковые породы как локальные факторы, благоприятные для появления рудных столбов в жильных месторождениях

Факторы	Первичные рудные столбы		Вторичные рудные столбы	
	Благоприятные признаки	Положение рудных столбов	Благоприятные признаки	Положение рудных столбов
Морфология жил	Сложная морфология жил с разветвлениями и апофизами	На участке разветвления жил, боковых прожилков и апофиз	Сложная морфология жил с разветвлениями и апофизами	На участке разветвления жил, боковых прожилков и апофиз
Минеральная ассоциация	Продуктивная минеральная ассоциация	На участке жилы с развитой продуктивной минеральной ассоциацией	Перенесенные лимониты («протеки»), окисленные руды с остатками сульфидов	На участке жилы с богатыми окисными и окисно-сульфидными рудами
Текстура руды	Брекчиевидная	На участке жилы, где брекчия кварца спеменирована продуктивной минеральной ассоциацией	Полосчатая, брекчиевидная	Вдоль полос окисленных сульфидов. На участке полукислых рудных брекчий
Влияние боковых пород	Пересечение жилой благоприятных пород («индикаторов»). Жила вдоль контакта различных пород	Вдоль жилы в интервале пересечения ею индикаторов, в боковых породах разного состава	Наложение линейного кармана древней коры выветривания на боковые породы	На первых непроницаемых барьерах под выветрелыми породами

минерализацией [9, 10]. Для вторичных рудных столбов типичны окисленные руды с остатками сульфидов, а также перенесенные лимониты («протеки»).

Для рудных столбов любого генезиса благоприятна также полосчатая и брекчиевидная текстуры руд. Первичные рудные столбы расположены на участке, где обломки слабо золотоносного кварца цементируются продуктивной минеральной ассоциацией. При окислении жил с полосчатой текстурой руд участки вторичного обогащения следуют полосам окисленных сульфидов.

Благоприятное влияние некоторых боковых пород на образование первичных рудных столбов давно известно. Сюда относятся углистые сланцы («индикаторы») и битуминозные породы. В Невьянском районе Урала жила Середовина срезает неправильную поверхность контакта диоритов и порфиритов. Кварцевая жила при переходе из диоритов в выше расположенные порфириты заметно обогащается золотом. На Урале много примеров высокого содержания золота в кварцевых жилах, залегающих в контакте диоритов и змеевиков.

Геологическое обслуживание горных предприятий

Глава XIV

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ РУДНИЧНОЙ ГЕОЛОГИИ НА СТРОЯЩЕМСЯ РУДНИКЕ

1. Изучение и критический анализ геологического отчета и вытекающих из него проектных решений

Рудничному геологу предстоит продолжить всестороннее геологическое изучение месторождения, начатое геологоразведочной партией, и вести соответствующие работы на протяжении всего периода эксплуатации этого месторождения. Поэтому уже в самом начале своей работы на руднике он должен подвергнуть тщательному изучению и критическому анализу все материалы геологического отчета с подсчетом запасов руд, положенные в основу проектирования рудника, а также рассмотреть вопрос о правильности и целесообразности основных проектных решений, вытекающих из геологического отчета.

При рассмотрении и утверждении запасов месторождения в ГКЗ геологические отчеты и все связанные с ними материалы подвергаются тщательной экспертизе и проверке высококвалифицированными геологами и вычислителями, в необходимых случаях также гидрогеологами, технологами-обогащателями и др. В своих экспертных заключениях эти специалисты отмечают все недостатки в изученности месторождения, являющиеся следствием ошибок, допущенных в ходе полевых геологоразведочных или камеральных работ. В протоколе ГКЗ отмечаются основные из этих недостатков и предлагаются мероприятия для их устранения в ходе дальнейших работ.

Таким образом, протокол ГКЗ по рассмотрению геологического отчета и утверждению запасов по месторождению с приложенными к нему экспертными заключениями ориентирует рудничного геолога в необходимом направлении дальнейших разведочных работ и геологических исследований. Поэтому рудничный геолог обязан прежде всего тщательно ознакомиться с протоколом и другими материалами ГКЗ и в ходе изучения материалов геологического отчета и в последующей работе иметь их в виду.

По мере вскрытия месторождения и начала его разработки рудничный геолог получает возможность непосредственно наблюдать те геологические явления, о которых геологи-разведчики либо не имели представления, либо только строили предположения, не имея надежных фактов для обоснования. Все геологические выводы и заключения геологов-разведчиков, изложенные в отчете, по мере накопления новых материалов работники рудничной геологической службы должны тщательно пересмотреть и уточнить.

При рассмотрении проектов разработки месторождения рудничный геолог особое внимание должен уделять геологической и горной частям этих проектов. Правильность всех проектных решений зависит главным образом от достоверности и достаточной полноты геологических материалов и правильного их толкования и использования.

При проектировании часто производятся дополнительные подсчеты запасов и определение качественного состава руд по отдельным эксплуатационным горизонтам, отдельным выемочным блокам, размеры и отметки которых выясняются в процессе проектирования. Рудничный геолог обязан установить, насколько правильно сделаны эти подсчеты и как они увязываются с утвержденными ГКЗ СССР запасами и составом руд, а также соответствие этих запасов фактическим данным в процессе эксплуатации месторождения.

При рассмотрении горной части проекта рудничный геолог особое внимание должен уделять вопросу о том, насколько правильно решены принципиальные горные вопросы с точки зрения рационального использования недр, максимального извлечения балансовых запасов, комплексного использования руд и возможного использования вмещающих пород, насколько правильно определены границы открытой и подземной отработки месторождения и границы зон обрушения, вопросы размещения отвалов и т. п.

Рудничный геолог должен помнить, что при дальнейшей работе в поле его зрения будет постоянно находиться ряд геологических факторов, на основании которых приняты те или иные проектные решения по разработке месторождения. Достаточно указать, что по мере уточнения мощности рудного тела, элементов его залегания и формы на отдельных горизонтах может не только значительно измениться в ту или другую сторону коэффициент погашения вскрыши при открытой разработке месторождения, но и возникнуть необходимость пересмотра предельной глубины открытых горных работ и сроков перехода на подземные работы. При подземной разработке некоторое изменение факторов, установленное в процессе эксплуатации, может повлечь за собой, например, попадание запроектированного и пройденного ствола шахты в зону обрушения, что обусловит необходимость проходки нового ствола шахты.

Тщательное ознакомление и критический анализ горного проекта правильно ориентируют рудничного геолога во всей его дальнейшей работе.

2. Уточнение классификации и физических свойств руд, а также вмещающих и сопутствующих пород

На вновь организуемом горнорудном предприятии большое значение в первый период работы рудничного геолога имеет уточнение классификации руд и их физических свойств, а также уточнение физических свойств вмещающих и сопутствующих пород.

В м с щ а ю щ и м и называют такие породы, которые заключают в себе месторождение в его широких, обобщающих границах. Эти породы слагают как лежащий, так и всякий бок месторождения в целом, а также отдельные его залежи. Нередко характер и состав вмещающих пород в всячем и лежащем боках отдельных участков месторождения может быть совершенно различным.

С о п у т е с т в у ю щ и м и называют такие породы, которые включены в толщу рудных тел и в процессе разработки месторождения могут быть выделены из этой толщи только при тщательной селекции. При массовой выемке эти сопутствующие породы извлекаются обычно совместно с полезным ископаемым, разубоживая его, и могут быть отделены от полезного ископаемого только в ходе механической обработки руд и их обогащения различными методами.

При подсчете запасов эти сопутствующие полезному ископаемому породы иногда учитываются совместно с полезным ископаемым, входят в его запасы, а также в состав полезного ископаемого, снижая его качество. Контуры включений сопутствующих пород в общих контурах полезного ископаемого в ходе разведок чаще всего не могут быть установлены и доля их участия в общем составе подлежащего выемке полезного ископаемого учитывается статистически, исходя из соотношения между длиной рудных и нерудных интервалов, пересеченных разведочными выработками (скважинами, шурфами, штольнями и пр.) в пределах толщи полезного ископаемого.

Уточнение классификации полезного ископаемого и его свойств приобретает особое значение в тех случаях, когда месторождение в процессе его разведки было вскрыто не серией горных выработок, в которых имелась бы возможность наблюдать полезное ископаемое в его естественном, неизменном состоянии, а лишь скважинами, и изучалось по кернам, полученным при бурении.

В процессе проходки колонковых вращательных скважин пересеканное ими полезное ископаемое, прежде чем попасть в колонковую трубу, испытывает значительные напряжения и раскалывается даже по мельчайшим трещинам, в значительной мере истирается и теряет свой естественный вид.

Нередко при проходке колонковых разведочных скважин выход керна составляет 70—60%, а иногда и значительно меньше, следовательно, 30—40% и более полезного ископаемого перетирается, поэтому по кернам имеется возможность лишь весьма приблизительно судить о физическом состоянии полезного ископаемого.

Нередко полуразрушенные железные руды, которые в процессе добычи дают помимо мелкой фракции значительную часть кусковой руды,

в скважинах полностью истираются, что приводит к ошибочному представлению о физических свойствах руд, залегающих в недрах в естественном состоянии.

В месторождениях бурых железняков, где приходится иметь дело с многочисленными физическими разностями руд (сливными, натечными, кавернозно-натечными, глинистыми жеодами, порошковатыми и т. п.), установление этих разностей по кернам скважин и доли участия каждой из них в общем составе руд крайне ненадежно, и только при вскрытии месторождения и его эксплуатации возможно решение вопросов, связанных с классификацией рудных образований.

Рудничный геолог должен с первых дней разработки месторождения изучать руды и уточнять их классификацию, учитывая, что выводы о кусковатости руд базируются на весьма ненадежных наблюдениях по керну колонок скважин, а способность руд к образованию мелочи при проведении буровзрывных работ вообще не может быть изучена до вскрытия месторождения горными выработками. В то же время, от кусковатости руд в естественном залегании и от способности их к образованию мелочи при добыче зависит загрузка отдельных дробильных установок, а часто и загрузка агломерационных фабрик.

Физические свойства вмещающих пород также устанавливаются в ходе разведки не вполне точно. Из физических свойств, вмещающих месторождение горных пород, особенно важное значение имеет степень их трещиноватости и связанная с ней устойчивость этих пород в обнажениях и в горных выработках. В зависимости от этих свойств вмещающих пород в проектах горнодобывающих предприятий предусматриваются углы откосов в карьерах и определяется выбор системы подземных работ, а также размеры эксплуатационных блоков, камер, междуканальных целиков и ряд других важных параметров.

Неправильный выбор углов откоса в карьере может либо привести к излишним объемам вскрыши, когда угол принят меньше допустимого, либо к оползанию бортов карьера при повышенном угле откоса, что вызывает аварийное состояние карьера и может на длительный срок вывести его из строя.

При подземных работах неправильная характеристика вмещающих пород может повести к значительному разубоживанию руд породами всякого бока, преждевременному обрушению потолочины в эксплуатационных камерах, что может повлечь за собой значительные потери руды и нарушить общий ход эксплуатационных работ. Кроме того, с этим могут быть связаны и несчастные случаи.

3. Установление степени достоверности подсчета запасов и качественного состава руд

При вскрытии и подготовке месторождения к эксплуатации постепенно уточняются контуры рудных тел и состав руд в отдельных частях месторождения.

Рудничный геолог с первых дней разработки месторождения должен систематически заниматься сопоставлением контуров рудных тел,

установленных при разведке месторождения и предусмотренных к отработке в проекте рудника, с фактическими контурами, устанавливаемыми при проведении горных выработок. Такое же систематическое сопоставление проектных и фактических данных должно проводиться и в отношении качественного состава руд в недрах и состава добываемых руд.

Своевременное уточнение запасов, в особенности в первый период эксплуатации месторождения, имеет большое практическое значение, так как может привести к изменению некоторых проектных решений. Так, при изменении мощности рудного тела, по сравнению с предусмотренной в проекте, может возникнуть прежде всего необходимость пересмотра границ вскрыши и предельной глубины открытой разработки месторождения.

При значительном уменьшении извлекаемых запасов руд, по сравнению с предусмотренными в проекте, изменяется срок эксплуатации месторождения, следовательно, должны быть изменены амортизационные начисления на добываемую руду, связанные с капитальными затратами при строительстве рудника, изменяется коэффициент погашения вскрыши на добываемую руду, коэффициент погашения капитальных подземных горных выработок при подземной разработке месторождения и т. п.

Если своевременно не будут внесены изменения в соответствующие коэффициенты, предусмотренные в проекте, то при окончании разработки месторождения или какого-либо его участка могут остаться непогашенными и должны быть списаны на убытки значительные суммы.

При снижении фактического качества руд по сравнению с проектным не будет выполняться план по качеству продукции или снизится выход концентрата при обогащении руд, что приведет к невыполнению плана производства. В том и другом случае нарушится финансовое состояние предприятия, оно будет терпеть убытки.

Из приведенного видно, как важно постоянное наблюдение со стороны работников рудничной геологической службы за достоверностью запасов в отдельных частях и блоках месторождения и качественным составом руд. При своевременном установлении тех или иных изменений как в количестве, так и в качестве руд, затруднения, которые возникают в связи с этим на руднике, могут быть сравнительно легко устранены путем соответствующей корректировки технологии производства горноэксплуатационных работ.

4. Техническое оформление легенды и подбор эталонной коллекции пород и руд

Рудничный геолог должен строить свою работу по геологическому изучению месторождения на базе фактических геологических материалов, собранных и обработанных геологами-разведчиками. При этом он должен использовать условные геологические обозначения руд и пород, т. е. легенду, применявшуюся в период разведки месторождения.

Назначение легенды заключается в том, чтобы с ее помощью можно было показать в графическом изображении геологическое строение района или участка месторождения, строение рудных тел, структуру и

текстуру руд, минеральный состав и т. п. Поэтому техническое оформление легенды должно быть строго продумано, ее не рекомендуется загромождать излишними деталями, условные знаки должны быть несложными для технического исполнения.

Рудничному геологу приходится иметь дело с графическими геологическими документами, составленными в различных масштабах, начиная от 1 : 50 000 и кончая 1 : 25 000, а иногда и крупнее. Разумеется, для составления графических геологических материалов в указанных масштабах требуется подробная легенда, с указанием всех встречающихся на месторождении горных пород. Для удобства использования легенды ее подразделяют на три самостоятельные части.

1. *Общегеологическая легенда* применяется для составления геологических карт, погоризонтных планов и геологических профилей месторождения. Масштаб этих геологических документов от 1 : 50 000 до 1 : 100 000. Для этих масштабов наиболее рациональной следует считать легенду, разработанную В. А. Мироновым (рис. 21).

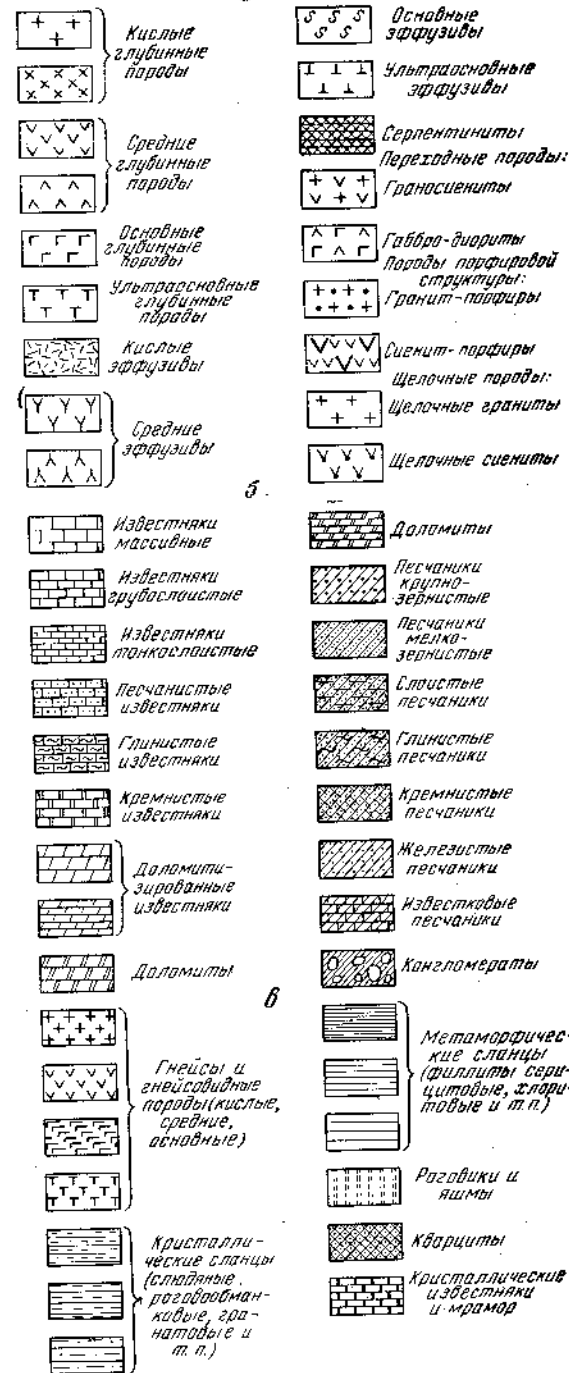


Рис. 21. Наиболее распространенные условные обозначения горных пород (по В. А. Миронову): а — для интрузивных пород; б — для осадочных пород; в — для метаморфических пород

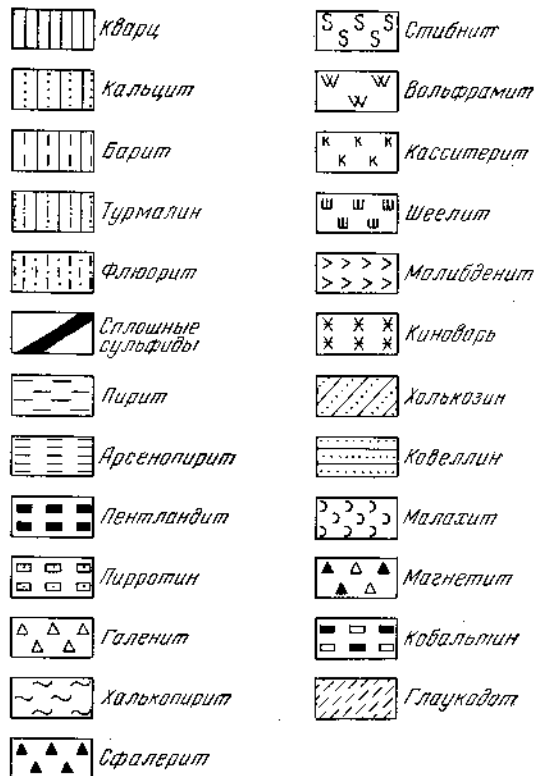


Рис. 22. Условные обозначения для рудных и жильных минералов

2. *Рудная легенда* (рис. 22) применяется при детальном изучении рудных тел в горных выработках, для составления геологических графических материалов различных масштабов, начиная с 1 : 1000 (при документации очистных работ в карьерах) и кончая зарисовкой рудных образцов в их натуральную величину.

3. *Промышленная легенда* (рис. 23) применяется при составлении графиков, отражающих отдельные сорта руд, их минеральный состав и пространственное размещение промышленных руд.

Поскольку наши знания о месторождении постоянно расширяются, то, естественно, и легенда должна претерпевать соответствующие изменения и дополнения. Однако коренную переработку легенды производить не следует, так как это может вызвать затруднения при пользовании графическими материалами прошлых лет.

Пользование легендой обязательно для всего геологического

персонала горнорудного предприятия и никаких произвольных отступлений от принятой легенды делать не рекомендуется.

Важное значение для всестороннего изучения месторождения по материалам геологической документации имеет правильное определение документируемых вмещающих пород и руд. В этом отношении большую помощь должна оказать эталонная коллекция образцов пород и руд, отражающая весь комплекс вмещающих пород и отдельных типов руд месторождения.

Эталонную коллекцию образцов пород и руд составляет обычно опытный геолог; определение руд и пород уточняется с помощью специальных методов исследования. Образцы эталонной коллекции должны характеризовать все многочисленные разновидности вмещающих пород, вещественный состав руд, структурные особенности вмещающих пород, структурные и текстурные особенности руд, парагенезис минералов и т. п.

Рудничный геолог, будучи хорошо знаком с образцами эталонной коллекции, без особых затруднений может дать правильное определение отобраным образцам при геологической документации горных вырабо-



Рис. 23. Условные обозначения для промышленных сортов руд цветных металлов

ток; в затруднительных случаях он обязан сравнивать отобранные образцы с образцами эталонной коллекции, которая должна храниться в здании геологоразведочного бюро рудника.

5. Установление системы геологической документации и опробования

К началу эксплуатации месторождения система геологической документации и опробования разведочных выработок бывает уже разработана и апробирована Государственной комиссией по запасам при Совете Министров СССР.

Иначе обстоит дело с геологической документацией и методикой опробования эксплуатационных выработок. В большинстве случаев к началу эксплуатации месторождения рудничный геолог не имеет материалов по этим весьма важным вопросам прикладной геологии. Ему приходится заново устанавливать систему геологической документации и методику опробования эксплуатационных выработок, которые находятся в тесной взаимосвязи с применяемыми системами разработки месторождения.

Установить соответствующую систему геологической документации и методику опробования эксплуатационных выработок можно путем проведения специальных экспериментальных работ или использования системы геологической документации и методики опробования эксплуатационных выработок, применяемых при аналогичных системах разработки месторождений подобного типа.

Проведение специальных экспериментальных работ довольно сложно и длительно, и к нему следует прибегать только в том случае, когда установленная другими способами система геологической документации и методики опробования будет не пригодна.

Применение второго способа не требует проведения специальных работ. Необходимо только, чтобы рудничный геолог тщательно изучил

систему геологической документации и опробования эксплуатационных выработок в аналогичных условиях и умело применил ее в условиях объекта, которым ему предстоит заниматься.

Объем геологической документации и опробования эксплуатационных выработок зависит от методики и объема добычных работ и от принятой системы геологической документации и опробования эксплуатационных выработок.

В процессе эксплуатации месторождения ранее установленная система геологической документации и методика опробования будут совершенствоваться и объемы этих работ могут быть сокращены до необходимого минимума.

6. Составление инструкций по геологическому обслуживанию предприятия и инструкций прав и обязанностей отдельных сотрудников

Оперативное и квалифицированное решение геологических вопросов, связанных с производством добычных работ на рудниках, требует от всех работников геологической службы предприятия согласованных действий. Последнее возможно только при наличии специальной инструкции по геологической службе, являющейся основным руководящим документом для всего геологического персонала предприятия.

Инструкция по геологическому обслуживанию предприятия составляется руководителем геологической службы (главным геологом) и утверждается директором предприятия. Она должна охватывать примерно следующий круг вопросов.

1. Геологическая служба и ее задачи.
2. Оборудование и снаряжение геологической службы.
3. Нумерация выработок, условные обозначения при геологической документации.
4. Методика геологической документации:
 - а) зарисовки;
 - б) геологическая документация горных выработок;
 - в) геологические наблюдения в горных выработках;
 - г) геологическая документация буровых скважин.
5. Методика опробования рудного тела, вскрытого горными выработками и буровыми скважинами:
 - а) методика опробования рудного тела, вскрытого горными выработками;
 - б) методика опробования керна и шлама буровых скважин;
 - в) документация проб;
 - г) методика приготовления геологических проб.
6. Обработка материалов геологической документации и опробования:
 - а) обработка первичной геологической документации;
 - б) обработка и документация каменного материала;
 - в) обработка материалов по опробованию.
7. Учет потерь и разубоживания руды при добыче:

- а) общие сведения о потерях руды и ее разубоживании;
- б) исходные данные, необходимые для учета потерь руды и ее разубоживания;

в) методика учета потерь и разубоживания руды.

8. Подсчет средневзвешенного содержания отдельных компонентов в добытой руде по данным отдела технического контроля, товарного и бороздового опробования.

9. Подсчет запасов полезных компонентов по месторождению.

Разумеется, инструкция по геологическому обслуживанию предприятия может предусматривать и другие вопросы, вытекающие из специфических особенностей каждого горнорудного предприятия.

Кроме того, руководитель геологической службы обязан составить инструкцию прав и обязанностей отдельных сотрудников геологической службы предприятия. Распределение обязанностей сотрудников геологической службы в соответствии с инструкциями повышает ответственность каждого из них и позволяет им рациональнее использовать свое рабочее время.

Ниже приведен примерный перечень обязанностей работников геологической службы предприятия.

Главный геолог предприятия возглавляет геологическую службу и несет всю ответственность за работу по геологическому обслуживанию предприятия. В его обязанности входит:

- 1) составление планов и проектов детальной и эксплуатационной разведки месторождения, участие в планировании перспективных и предварительных разведок по району в целом;
- 2) участие в составлении плана добычи, в планировании и направлении горноподготовительных и горноэксплуатационных работ;
- 3) контроль за принятым направлением горных работ в соответствии с геологическими особенностями месторождения;
- 4) руководство подсчетом и учетом запасов, контроль за учетом потерь и разубоживания;
- 5) руководство, инструктаж и координация работы технического персонала геологической службы по геологической документации, опробованию и камеральной обработке материалов;
- 6) составление инструкций по отдельным вопросам рудничной геологии;
- 7) составление геологического и технического отчетов по вопросам геологической службы предприятия;
- 8) подготовка заключений по отсутствию руды на площадках под строительство жилых и промышленных сооружений и под отвалы;
- 9) участие в составлении плана научно-исследовательских работ в целом по предприятию.

Старший рудничный геолог несет ответственность за работу по геологическому обслуживанию отдельного рудника, проводя свою работу в строгом соответствии с инструкцией по геологическому обслуживанию предприятия. В методическом отношении он подчинен главному геологу, в административном — главному геологу или администрации рудника. В подчинении старшего рудничного геолога находятся участковые геологи,

техники-геологи, пробщики и другой младший персонал. В его обязанности входит:

1) составление планов и проектов промышленной и эксплуатационной разведки по руднику;

2) участие в составлении плана добычи по руднику (составление графика добычи) с учетом наиболее полной отработки всех запасов полезных ископаемых;

3) участие в планировании и направлении горнокапитальных, подготовительных и эксплуатационных работ;

4) контроль за направлением и правильностью ведения горных работ (совместно с маркшейдером);

5) проведение оперативных подсчетов запасов;

6) учет потерь и разубоживания руды по руднику; борьба за их снижение;

7) руководство и активное участие в работах по геологической документации и опробованию всех горных выработок и буровых скважин;

8) составление геолого-технической отчетности по руднику;

9) обобщение первичной геологической документации, составление свободных погоризонтных планов и геологических разрезов и их пополнение;

10) руководство и контроль за работой подчиненного персонала.

Участковый геолог выполняет работу под непосредственным руководством старшего рудничного геолога в соответствии с инструкцией по геологическому обслуживанию предприятия. Он несет ответственность за порученный ему участок рудника по всем вопросам геологического обслуживания и контроля горных работ. В обязанности участкового геолога входит:

1) участие в составлении планов и проектов разведки и эксплуатации по участку месторождения;

2) вся оперативная работа по геологическому обслуживанию — своевременная геологическая документация и опробование горных выработок и буровых скважин, контроль за полнотой выемки руды, борьба с потерями и разубоживанием, своевременная обработка первичного материала по геологической документации и опробованию и др.;

3) геологическое изучение участка по материалам геологической документации и опробования;

4) контроль за проходкой горных выработок в соответствии с геологическими особенностями участка месторождения;

5) составление геологической отчетности по участку;

6) вычисление средневзвешенных содержаний отдельных компонентов по данным опробования;

7) участие в составлении актов маркшейдерских замеров на выполненные работы за отчетный период;

8) ежедневная информация главного и старшего геологов о ходе работ на участке.

Техник-геолог несет ответственность за работу, входящую в круг его обязанностей и поручаемую ему руководством геологической службы предприятия или рудника. Техник-геолог выполняет работу под руководством старшего или главного геолога. В его обязанности входит:

1) техническое руководство буровыми работами, контроль за работой буровых бригад, своевременное (в соответствии с проектом работ) указание бригадиру буровых работ мест заложения буровых скважин, контроль за правильностью укладки и этикетировки керна, оформление актов на заложение и окончание проходки скважин;

2) своевременное составление документации и проведение опробования керна скважин, обработка данных буровой разведки и нанесение этих данных на погоризонтные планы и геологические профили;

3) вычисление средних содержаний отдельных компонентов и объемных весов по вновь пройденным скважинам;

4) обеспечение хранения керна в кернохранилище;

5) оформление геологических проб в соответствующих журналах.

Обязанности коллекторов и прочего персонала геологической службы определяются должностными инструкциями.

Глава XV

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАЗВЕДКА

1. Цели и задачи эксплуатационной разведки

Проектирование и начало разработки месторождений осуществляются после того, как завершён первый этап детальных разведок и достигнуто необходимое соотношение запасов категорий А, В и C_1 ; при этом запасы категории C_1 могут составлять в ряде случаев 60—70% от общих запасов месторождения. Для обоснования общего производственного планирования горноэксплуатационных работ запасы по степени их разведанности должны соответствовать категории А.

Следовательно, по мере развития эксплуатационных работ и исчерпания запасов, разведанных ранее до категории А, необходимо повышать степень разведанности тех частей месторождения, запасы которых к началу промышленного освоения месторождения относились к категории В, C_1 и C_2 .

Работы, связанные с переводом запасов отдельных частей месторождения из категорий В и C_1 в категории А и В, составляют второй этап детальных разведок. К нему относятся также работы, направленные на дальнейшее увеличение суммарных запасов, числящихся по месторождению за счет возможного обнаружения новых, не выявленных предшествующей разведкой залежей, т. е. за счет «прироста из педр».

Первый этап детальных разведок месторождений, как и предшествующие стадии геологоразведочных работ (поиски и предварительная разведка), проводится чаще всего геологоразведочными партиями системы Министерства геологии СССР.

При степени разведанности, необходимой и достаточной для передачи месторождения в промышленное освоение, геологоразведочные организации системы Министерства геологии СССР производят подсчет

запасов, утверждают его в ГКЗ СССР и передают отчет с подсчетом запасов и все необходимые, в том числе и каменные, материалы по разведкам горнорудному предприятию того или иного отраслевого министерства. На этом деятельность вышеупомянутой организации на месторождении чаще всего заканчивается.

Последующая разведка месторождения осуществляется геологоразведочной организацией, подчиненной геологическому управлению соответствующего отраслевого министерства, которое эксплуатирует месторождение. На крупных месторождениях и в отдельных горнопромышленных районах геологическим управлением соответствующего министерства создаются с этой целью стационарные геологоразведочные партии, проводящие детальную разведку эксплуатируемых и подготовляемых к эксплуатации месторождений и поисково-разведочные работы в прилегающих районах.

Как показала многолетняя практика работы таких партий, они не могут отвечать на все текущие запросы горных цехов, возникающие при эксплуатации месторождений, иначе неизбежно превратятся в их придаток и не будут решать основной задачи — последовательного повышения степени разведанности месторождений и общей его изученности.

Поэтому в большинстве случаев геологоразведочные партии, работающие на эксплуатируемых и подготовляемых для эксплуатации месторождениях, ограничиваются общим оконтуриванием месторождений и переводом главной части запасов в категорию В; все остальные задачи решаются в ходе эксплуатационной разведки, осуществляемой самим горнорудным предприятием.

Эксплуатационной разведкой называют заключительную стадию геологоразведочных работ на действующем руднике, в результате которых достигается перевод запасов полезного ископаемого из категорий В и $C_1 + C_2$ в категорию А + В в тех частях, блоках и горизонтах месторождения, которые предназначаются к разработке в ближайшее время. Материалы, получаемые в ходе эксплуатационной разведки, дают основание для годового, квартального и месячного производственного планирования работы горного предприятия, а также для составления недельных и суточных графиков добычи руды. Получение надежных геологических материалов для обоснованного планирования и регулирования горных работ и является целью эксплуатационной разведки.

Эксплуатационная разведка опережает добычные работы на два-три года, поэтому она последовательно проводится на протяжении почти всего периода разработки месторождения; больший срок опережения нерационален, так как приводит к преждевременным затратам.

Как указано выше, геологоразведочные партии геологических управлений промышленных министерств организуются на крупных месторождениях. На более мелких и менее перспективных по общему приросту запасов месторождениях специальные партии не организуются и детальная их разведка по мере необходимости осуществляется в процессе эксплуатационной разведки.

Таким образом, задачи эксплуатационной разведки нередко совпадают с задачами детальной разведки второго этапа. В частности, в задачи

эксплуатационной разведки входит и расширение сырьевой базы предприятия путем развития фронта разведочных работ как на флагах, так и в глубинных частях месторождений.

Нередко в ходе эксплуатационной разведки достигается значительный прирост суммарных запасов, числящихся по месторождению.

2. Системы эксплуатационной разведки и плотность разведочной сети

Выбор системы эксплуатационной разведки и плотности разведочной сети зависит не только от геологических и горнотехнических факторов, как это имеет место при детальной разведке, но и в значительной мере от системы разработки месторождения, вида добычи (массовая или селективная) руды, необходимости производить обогащение руд и в связи с этим от допустимых размеров их разубоживания при добыче и т. п. В этом заключается одна из отличительных особенностей эксплуатационной разведки.

Второй отличительной чертой эксплуатационной разведки является то, что разведочные выработки приурочивают к имеющимся горноэксплуатационным выработкам. При подземной разработке месторождений большая часть выработок эксплуатационной разведки проходит из подготовительных и нарезных горных выработок основных рабочих горизонтов; при открытой же разработке месторождения разведочные выработки проходят с рабочих горизонтов карьеров и частично вблизи от их бортов.

При открытой разработке месторождений эксплуатационная разведка осуществляется преимущественно системами буровых скважин, реже системой буровых скважин с контрольными шурфами, еще реже другими системами. При этом производится сгущение достигнутой ранее сети разведочных выработок в 2, 4 и т. д. раза; при сгущении сети в 2 раза количество разведочных выработок в блоке или участке увеличивается в 1,7—1,8 раза, а при сгущении в 4 раза увеличивается в 3,3—3,5 раза. В связи с этим общий объем работ при эксплуатационной разведке нередко может превышать объем всех предшествующих стадий разведочных работ.

При подземной разработке применяются почти исключительно горнобуровые системы эксплуатационной разведки: разведочные горные выработки (шахты, штольни, квершлагги, штреки, орты, гезенки) в сочетании со скважинами колонкового бурения, реже с бурением шпуров.

Эксплуатационная разведка ведется при подземной разработке преимущественно по горизонтальным и вертикальным сечениям. По мере вскрытия новых горизонтов месторождения и проходки по ним подготовительных выработок из последних проходятся горизонтальные разведочные горные выработки и скважины, которые дают детальный геологический разрез этого горизонта; в сочетании с эксплуатационными и разведочными выработками вышележащих горизонтов выработки нижнего горизонта дают детальные геологические разрезы вкрест простирания месторождения; при этом количество разрезов, по сравнению с имевшимися, в результате детальной разведки увеличивается, т. е. сеть сгущается.

При необходимости помимо горизонтальных разведочных выработок на основных рабочих горизонтах проходятся наклонные и вертикальные

выработки (тезенки, скважины), которые целесообразно приурочивать к полученным в результате детальной разведки геологическим разрезам месторождения или к промежуточным разрезам, получаемым в ходе эксплуатационной разведки. При неправильных гнездообразных формах месторождений проходят ряд веерообразных горизонтальных или наклонных скважин.

В некоторых случаях аналогичная эксплуатационная разведка проводится и на подэтажах.

Кроме того, при открытой разработке месторождений всегда имеется возможность в ходе эксплуатации вести геологические наблюдения в забоях по мере продвижения экскаватора. Поэтому предварительное установление всех деталей формы рудных тел и отдельных сортов руд здесь менее обязательно, чем при подземных работах, и вследствие этого плотность разведочной сети может быть меньшей.

При подземных работах эксплуатационная разведка должна быть проведена тем тщательнее и в больших объемах, чем более производительные системы добычи применяются на руднике и чем большие параметры принимаются для этажа, блока, камеры. Менее тщательной и с меньшей плотностью разведочной сети допускается разведка при системах слоевой выемки или слоевого обрушения; при системе этажного обрушения и аналогичных ей системах требуется проходка большого объема разведочных выработок.

Повышенные требования в отношении разубоживания и потерь руды при их добычи, соблюдения селекции руд, равномерности добычи во времени определенного количества соответствующих сортов руд предусматривают выяснение в процессе эксплуатационной разведки всех деталей внутреннего строения рудных тел и характер распределения в их пределах отдельных типов и сортов руд.

При разработке месторождений магнетитовых руд чаще всего они подвергаются обогащению. В этом случае может быть допущено разубоживание руд вмещающими и сопутствующими (межрудными) породами даже до 20—25%; это увеличит загрузку обогатительных фабрик, но не снизит качество концентрата. В отходах при этом будет получено дополнительное количество щебенки пустых пород, которая очень часто является хорошим строительным материалом.

Значительный допустимый размер разубоживания руд позволяет вести массовую их добычу, при которой не требуется тщательного оконтуривания рудных тел, межрудных прослоев и включений пустой породы в руде. Это в свою очередь снижает требования к эксплуатационной разведке и в ряде случаев ее можно не проводить.

При разработке месторождений бурых железняков, обогащение которых вследствие сложности производится редко, возникает необходимость вести тщательную селективную добычу, не допуская разубоживания кондиционных руд некондиционными рудами или вмещающими породами, так как разубоживание даже в пределах 5—10% может привести к снижению качества кондиционных руд и получению брака.

В этом случае при эксплуатационной разведке должны быть тщательно выявлены все детали контуров рудных тел, все межрудные прослои

пустой породы и детально изучен состав руд в отдельных блоках, поэтому эксплуатационная разведка должна проводиться здесь по плотной сети.

Перед эксплуатационной разведкой ставится задача разведать отдельные блоки и горизонты месторождения по сетке такой плотности, которая позволит подсчитать запасы и определить состав руд в них с определенной, заранее заданной высокой точностью, необходимой для обеспечения обоснованного планирования горных работ и составления недельных и суточных графиков добычи. Несоблюдение этих требований влечет за собой невыполнение производственного плана отдельными эксплуатационными участками.

Исходя из этого, плотность сети выработок эксплуатационной разведки должна устанавливаться для каждого месторождения и даже для каждого отличающегося по геологической характеристике участка месторождения экспериментально. Так как сверка подсчетов по той или иной сети с данными эксплуатации может производиться систематически и весьма часто, экспериментальное установление необходимой плотности сети особых затруднений не вызывает.

При эксплуатационной разведке часто приходится разведывать крайние части залежей, маломощные и слепые, параллельные основным, залежи, сброшенные части месторождения и т. п. При этом проходят разведочные выработки по более плотной сети, чем в основных частях месторождения. На рис. 24 дан фрагмент геологического строения одного из хромитовых месторождений по горизонту, вскрытому через ствол шахты.

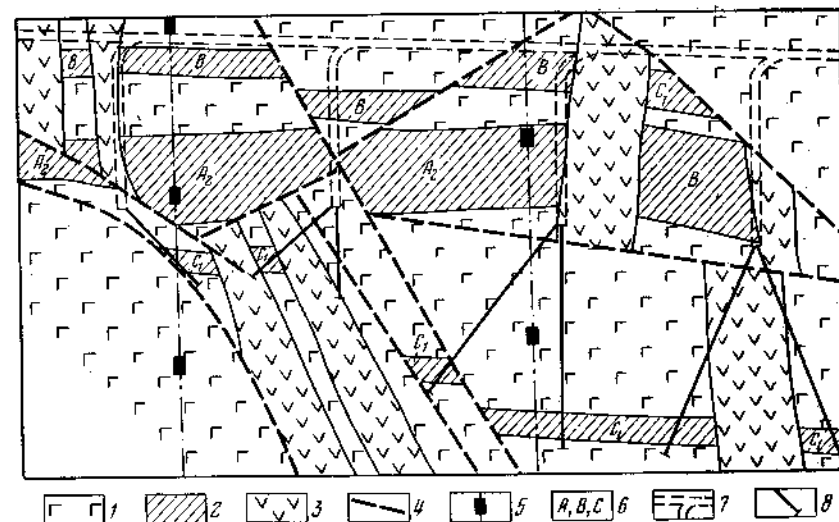


Рис. 24. Фрагмент геологического строения хромитового месторождения по одному из подземных рабочих горизонтов.

1 — вмещающие породы; 2 — руда; 3 — шлаковые породы; 4 — сбросы; 5 — разведочные линии и пересечения горизонта скважинами, пройденными с поверхности; 6 — категории запасов; 7 — запроектированные горные выработки; 8 — запроектированные скважины

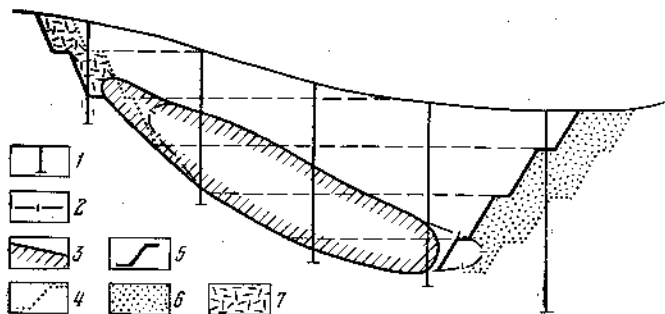


Рис. 25. Изменение границ отработки карьера при уточнении контуров залежи в краевых ее частях.

1 — разведочные скважины; 2 — установленные путем ограниченной экстраполяции контуры залежи в краевых частях; 3 — действительные контуры залежи; 4 — проектные границы карьера; 5 — действительно необходимые границы отработки карьера; 6 — излишне произведенная вскрыша; 7 — несвоевременно произведенная вскрыша.

Наличие многочисленных даек жильных пород и сместителей, разбивающих рудные тела, не позволило в стадии детальной буровой разведки, проводившейся с дневной поверхности, разведать все разорванные части рудных тел не только до категории А, но и до категории В. До этих категорий оказались разведанными лишь наиболее мощные и наиболее разобщенные рудные тела, взаимная увязка контуров которых, по данным разведки, как в разрезах, так и в погоризонтных планах решалась однозначно.

При вскрытии изображенного на рис. 24 горизонта через ствол шахты, трассировка подготовительных и нарезных горных выработок для разработки тех блоков, запасы которых были отнесены к категории А и В, не представила особых затруднений. При проходке запроектированных штреков и ортов, необходимых для разработки этих блоков, окончательно уточняется их местоположение, контуры и состав руд. По завершении горноподготовительных работ запасы ооконтуренных горными выработками блоков по степени разведанности могут быть отнесены к категории А.

В отличие от наиболее мощных и наименее разобщенных рудных тел взаимная увязка мелких разрозненных блоков, запасы которых отнесены к категории С₁, мало надежна; некоторые из блоков могут оказаться значительно сдвинутыми, другие при наличии дополнительных смещений могут быть расположены выше или ниже рассматриваемого горизонта. Поэтому проектная трассировка горных выработок и их проходка для подготовки к разработке мелких разрозненных блоков невозможна без предварительной эксплуатационной буровой разведки. Минимально необходимый объем ее показан на рис. 24.

При несвоевременном проведении эксплуатационной разведки сопутствующих побочных залежей в условиях подземных работ довольно часто возникают затруднения. После вскрытия на новом эксплуатационном горизонте основных и ближайших к ним залежей и полной их подготовки добыча не может быть начата вследствие возможной потери сопутствующих побочных залежей, находящихся висячем боку основных рудных тел. В таких случаях необходимо увязать эксплуатационную разведку с проходкой запроектированных горных и разведочных выработок.

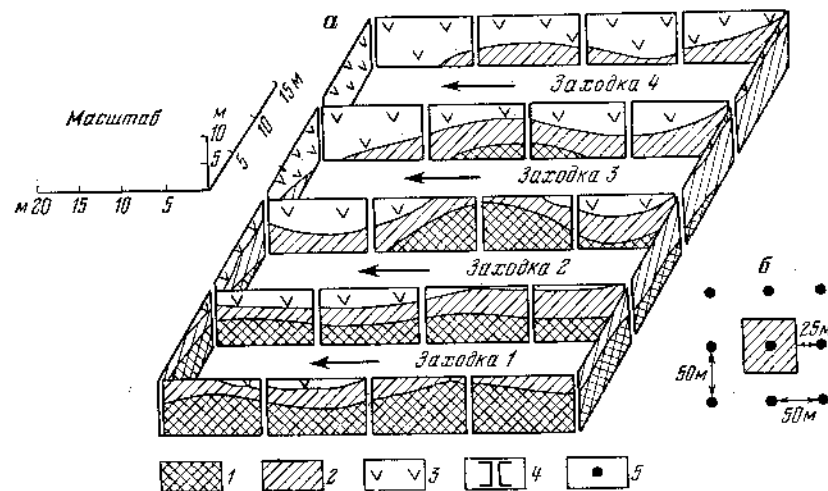


Рис. 26. Аксонометрическое изображение геологических разрезов эксплуатационного блока в карьере (размеры $50 \times 50 \times 10 = 25\ 000\ \text{м}^3$), дополнительно разведанного по сети $12,5 \times 12,5\ \text{м}$ (а), и схема ооконтуривания блока (б).

1 и 2 — руды соответственно первого и второго сорта; 3 — породы вскрыши; 4 — скважины эксплуатационной разведки; 5 — скважины детальной разведки.

Сгущение сети в краевых частях месторождений выше принятой средней нормы оправдывается, как это видно, например, на рис. 25, при уточнении границ отработки карьера. При своевременном уточнении контуров рудной залежи в краевых ее частях представится возможным не производить излишнюю вскрышу в одних частях карьера и избежать нерациональной переброски оборудования с одного горизонта на другой из-за недоработки отдельных уступов до их крайнего положения.

На рис. 26 приведено аксонометрическое изображение эксплуатационного блока, контуры которого установлены по данным скв. 1. Пластообразное месторождение разведано здесь по правильной квадратной сети со стороной квадрата 50 м, достаточной при простом геологическом строении для отнесения запасов к категории А; объем блока при высоте уступа 10 м составляет 25 тыс. м³. Скважина 1 в пределах блока прошла 2 м по руде второго сорта и 8 м по руде первого сорта. Здесь числилось при объемном весе руды 3 т/м³ — 75 тыс. м³ руды, из которых 20% было основание относить к рудам второго сорта и 80% — к рудам первого сорта.

Поскольку к началу эксплуатационных работ в данном блоке была обнажена передняя и правая его стенки, а соседние со скв. 1 скважины детальной разведки (рис. 26, б) пересекали в пределах эксплуатационного слоя только руды, то характер геологического строения стенок блока (откосов уступа) и результаты проходки соседних скважин давали основание полагать, что блок полностью или почти полностью состоит из руды.

Как видно в разрезах по скважинам дополнительной эксплуатационной разведки, пройденным по сети $12,5 \times 12,5\ \text{м}$, помимо руды в составе блока имеется не менее 30% покрывающих руды пород; предполагать

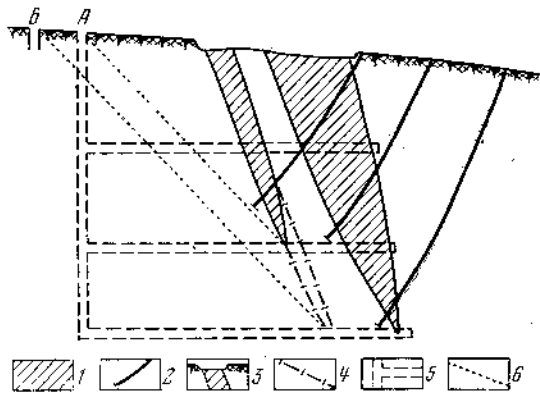


Рис. 27. Уточнение местоположения ствола шахты в зависимости от глубины выклинивания второстепенной рудной залежи.

1 — рудные залежи; 2 — разведочные скважины; 3 — разведочные навалы; 4 — возможные контуры второстепенной залежи на глубоких горизонтах; 5 — проектная шахта и квершлаги из нее; 6 — границы сдвижения пород при обработке залежи. А и Б — первый и второй из возможных пунктов заложения ствола шахты

ные работы по показаниям только одной скважины на указанные сроки для экскаваторов с емкостью ковша, отмеченной выше, можно поставить участок и работающие здесь экскаваторные бригады перед неизбежным фактом длительного невыполнения плана по добыче руды.

Для правильного планирования и выполнения месячных, декадных и ежесуточных показателей добычи кондиционной руды, а также для нормальной работы экскаваторов и других горных механизмов необходимо в большинстве случаев значительно сгущать сеть разведочных выработок, а также вести систематическую документацию в карьере.

В рассматриваемом случае при сгущении разведочной сети до $12,5 \times 12,5$ м каждая экскаваторная заходка будет основываться на данных двух разведочных линий, по которым можно вполне надежно планировать ежедневную работу экскаваторов.

Сводные материалы систематической геологической документации в карьере и в первую очередь погоризонтные планы, зарисовки откосов уступов и документы по взрывным скважинам позволяют в ряде случаев ограничиваться меньшим количеством выработок эксплуатационной разведки, а иногда, как будет показано ниже, и полностью исключать их проходку.

Можно привести любое количество примеров, показывающих необходимость сгущения сети эксплуатационной разведки, без чего при дальнейших очистных работах могут возникнуть значительные затруднения, затраты на преодоление которых во много раз превзойдут средства, необходимые на эксплуатационные разведки.

В процессе эксплуатационной разведки приходится проходить, кроме того, разнообразные разведочные выработки для выяснения горнотехни-

наличие их не было основания ни по данным разведочной скв. 1, ни по данным соседних с ней скважин. При этом породы в первой экскаваторной заходке шириной в среднем 12—13 м составляют не более 10%, а в последней (четвертой) заходке породы уже преобладают над рудами; кроме того, среди последних здесь резко преобладают руды второго сорта.

Экскаватором с ковшом емкостью 1 м^3 при нормальной производительности можно извлечь всю массу из указанного блока в течение трех месяцев, а экскаватором с ковшом емкостью $3-3,5 \text{ м}^3$ — в течение одного месяца. Без проведения дополнительной эксплуатационной разведки, планируя гор-

ческих или гидрогеологических особенностей отдельных участков: наличие пустот в ранее отработанных участках, воды в старых очистных выработках или карьерах, трещиноватых обводненных зон на пути проходки капитальных горных выработок и т. п.

Наконец, в задачу эксплуатационной разведки входит проведение разведочных выработок, не пройденных в ходе детальной разведки по каким-либо причинам, т. е. восполнение пробелов, допущенных ранее.

Если своевременно не уточнена глубина распространения параллельной рудной залежи, разведке которой не уделялось должного внимания в процессе разведки основной залежи, то в дальнейшем это может привести к потере руды из-за оставления ее в охранном целике шахты. Действительно, при проектировании вскрытия рудного тела шахтой местоположение устья последней, если принять во внимание первоначальный контур (заштрихован на рис. 27) параллельной залежи, естественно, будет избрано в пункте А, так как в этом случае квершлаги на всех горизонтах будут короче по сравнению с их размерами при проходке ствола шахты в пункте Б.

3. Примеры эксплуатационной разведки при открытой и подземной разработке месторождений

На рис. 28 дана схема разведки мощного железорудного месторождения скарнового типа с присущим этому типу сложным составом рудной толщи. Отдельные компоненты состава этой толщи распределены в ней закономерно, вследствие чего при детальной разведке по сети 50×50 м, позволяющей квалифицировать запасы по категории В, устанавливаются

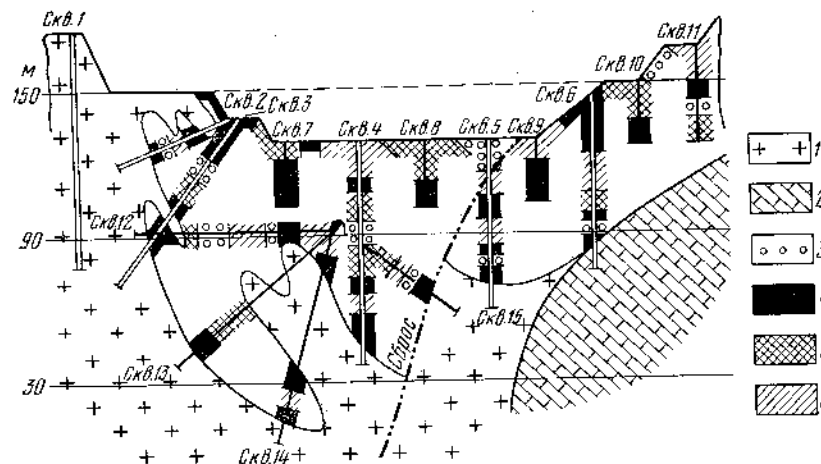


Рис. 28. Схема разведки контактного железорудного месторождения с рудной толщей сложного состава.

1 — известняки; 2 — безрудный скари; 3 — руды соответственно первого, второго и третьего сорта. Скважины: скв. 1—6 — детальной разведки; скв. 7—11 — эксплуатационной разведки в карьере; скв. 12—15 — подземной эксплуатационной разведки

лишь общие контуры этой толщи и примерное соотношение слагающих ее компонентов.

Измерив суммы длин пересечений всеми скважинами детальной разведки каждого сорта руд и прослоев сопутствующих пород, слагающих рудную толщу (что легко сделать по изображенным в разрезе колонкам скважин), можно вычислить линейные процентные соотношения этих компонентов. Зная линейные соотношения компонентов и учитывая их объемный вес, легко можно вычислить весовые соотношения компонентов в составе рудной толщи.

Месторождения указанного типа характеризуются чаще всего общими контурами рудной толщи и ее запасами в том или ином блоке, весовыми процентными соотношениями отдельных слагающих эту толщу компонентов и химическим их составом; пользуясь последним, можно вычислить средний химический состав всей рудной массы.

Определение перечисленных показателей состава и установление общих контуров рудной толщи вполне достаточно для планирования горноэксплуатационных работ и составления планов снабжения рудой обогатительных фабрик. Однако эти показатели состава рудной толщи различны в отдельных частях и горизонтах приведенного на рис. 28 геологического разреза, поэтому в отдельные периоды состав добываемой рудной массы будет неодинаков. В целях определения показателей среднего состава рудной толщи в отдельных блоках для правильного планирования работы горного цеха обогатительной фабрики в отдельные периоды в этом случае проводится дополнительная эксплуатационная разведка.

При эксплуатационной разведке сеть скважин по простиранию и вкрест простирания сгущается вдвое (25×25 м), что с получением данных систематической геологической документации в карьере (с погоризонтными геологическими и качественными планами) является достаточным для месячного планирования работы горного цеха и обогатительной фабрики.

Скважины эксплуатационной разведки не пересекают здесь всю рудную толщу, а опережают работы в карьере в среднем на два эксплуатационных горизонта (на два уступа). Поскольку в данном случае предстоит переход от открытых работ к подземным, из штрека по горизонту +90 м проводится буровая разведка для детализации контуров и показателей состава рудной толщи в пределах одного этажа подземных работ (от горизонта +90 до +30 м).

На рис. 29 дана схема последовательной эксплуатационной разведки отдельных горизонтов месторождения бакальского типа по мере развития эксплуатационных работ и перспективного развития карьера. Первоначальная сеть (50×50 м) сгущается здесь в два-три раза, что необходимо для уточнения качественного состава руд и частично контуров рудных пластов.

На месторождениях такого типа существенное значение имеют даже небольшие колебания состава руд по железу и вредным примесям (сере и фосфору), а также колебания физического состояния руд, так как порошковые, кусковые, глинистые и другие типы руд поступают в различный передел (грохочение, сушку, обжиг и т. п.). Это вызывает необходимость

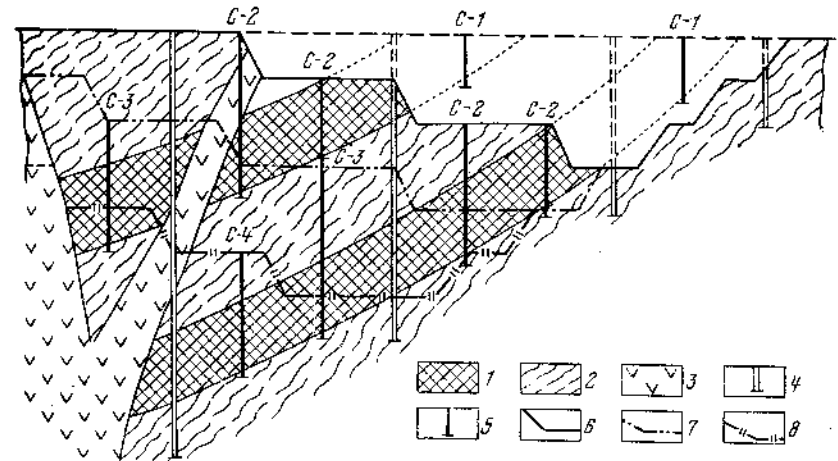


Рис. 29. Схема последовательной проходки скважин при эксплуатационной разведке для первого (С-1), второго (С-2), третьего (С-3) и четвертого (С-4) года разработки месторождения карьером.

1 — руда; 2 — сланцы; 3 — жилы диабазы; 4 — скважины детальной разведки; 5 — скважины эксплуатационной разведки; 6 — контур карьера после первого года эксплуатации месторождения; 7 — контур карьера после второго года; 8 — контур карьера после третьего года

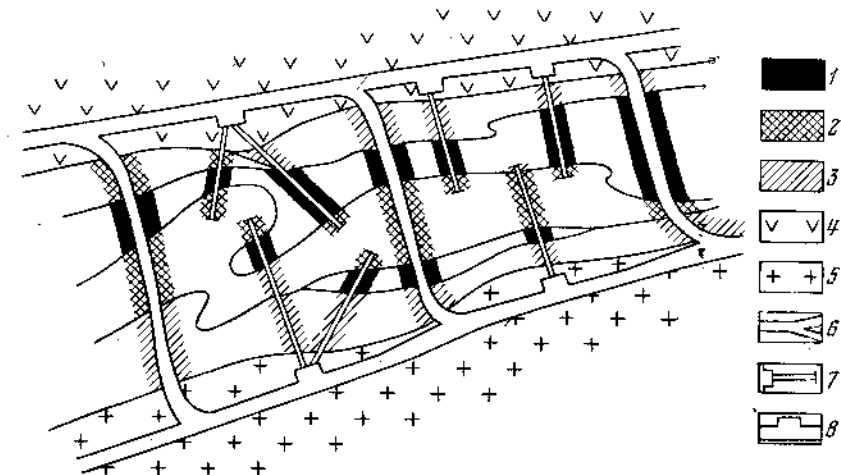


Рис. 30. Эксплуатационная разведка мощной рудной валежки ортами и горизонтальными скважинами с установлением распределения в ней отдельных сортов руд.

1, 2 и 3 — руды соответственно первого, второго и третьего сорта; 4 и 5 — вмещающие породы; 6 — горные выработки; 7 — скважины эксплуатационной разведки, 8 — пробуренные из подземных намер

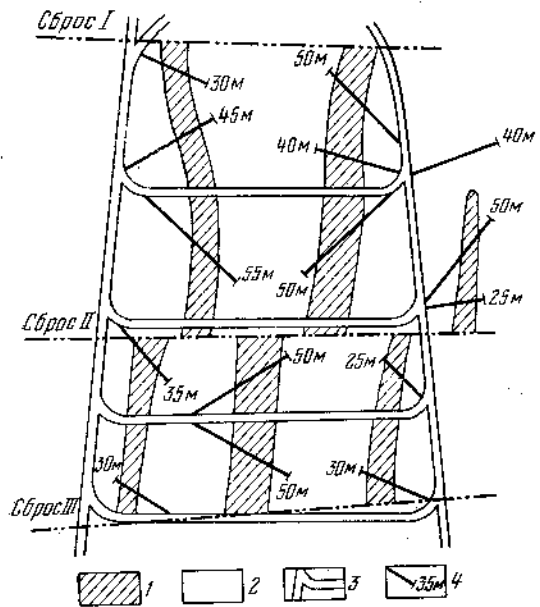


Рис. 31. Пример эксплуатационной буровой разведки ряда крупных блоков по основному рабочему горизонту при использовании для размещения буровых станков пройденных ранее подготовительных горных выработок и их сопряжений (без проходки специальных камер).

1 — руда; 2 — вмещающие породы; 3 — горные выработки и их сопряжения; 4 — горизонтальные скважины с указанием их длины

значительного сгущения разведочной сети в ходе эксплуатационной разведки. Сгущение разведочной сети производится не сразу на всю глубину месторождения, а постепенно, по мере вскрытия отдельных горизонтов, что позволяет проходить в процессе эксплуатационной разведки скважины глубиной не более 20—30 м.

На рис. 30 показана схема эксплуатационной разведки отдельных блоков месторождения скарнового типа в условиях подземных работ. Основной задачей эксплуатационной разведки здесь является установление распределения в составе залежи отдельных сортов руд, так как общий контур этой залежи достаточно четко определен буровой разведкой с поверхности, а вдоль висячего и лежащего ее боков пройдены полевые штреки. Некоторое представление о строении рудной залежи дает проходка

ортов, нарезающих отдельные эксплуатационные блоки; горизонтальные скважины эксплуатационной разведки четко выявляют границы между отдельными сортами руд в пределах рудной залежи и дают основание для

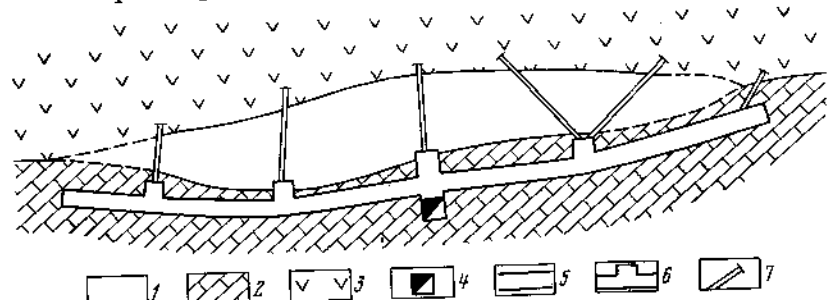
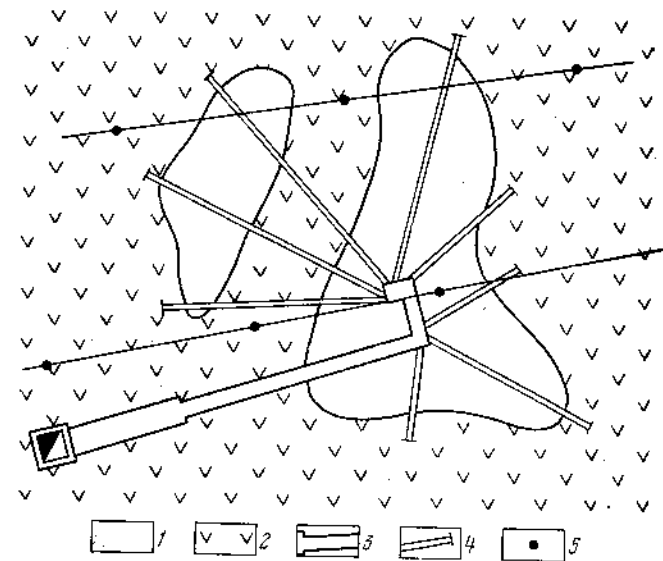


Рис. 32. Разведка рудной залежи на подэтажи горизонтальными скважинами из полевого штрека.

1 — рудная залежь; 2 — породы лежащего бока; 3 — породы висячего бока; 4 — те же; 5 — полевой штрек; 6 — камера для размещения бурового станка; 7 — горизонтальные скважины

Рис. 33. Разведка неправильных рудных залежей сериями веерообразно пройденных горизонтальных скважин



расчета состава как всей рудной массы, так и отдельных сортов руд для правильного ведения эксплуатационных работ.

Аналогичный ход эксплуатационной разведки в условиях подземной разработки ряда параллельных тектонически нарушенных залежей показан на рис. 31. Пройденные здесь орты, ограничивающие в плане отдельные эксплуатационные блоки, и серия скважин эксплуатационной разведки позволяют уточнить амплитуды смещений и произвести правильную нарезку залежей на подэтажах, а также детально изучить состав руд. В отличие от предыдущего примера буровые станки при проходке скважин размещают в подготовительных горных выработках, без проходки специальных камер.

На рис. 32 и 33 даны схемы эксплуатационной разведки линзообразной и гнездообразной залежей на отдельных вскрытых горными выработками горизонтах. Целью разведки в обоих случаях является уточнение контуров залежи и качественного состава слагающей их рудной массы. Без густой серии скважин эксплуатационной разведки при неправильных, в особенности гнездообразных формах залежей, подготовка их к эксплуатации крайне затруднительна и может быть сопряжена или с проходкой излишних подготовительных выработок, или с потерями отдельных гнезд руды.

На рис. 34 изображено направление буровой разведки для уточнения сложной конфигурации крутопадающего рудного тела в вертикальном разрезе. Скважины, пройденные с поверхности, дают лишь самое приближенное представление о форме залежи и не позволяют решать вопроса о глубине ее выклинивания, пережимах и ее мощности; это устанавливается наряду с уточнением качественного состава рудной толщи скважинами эксплуатационной разведки, пробуренными из штреков первого и второго этажей подземных горных выработок.

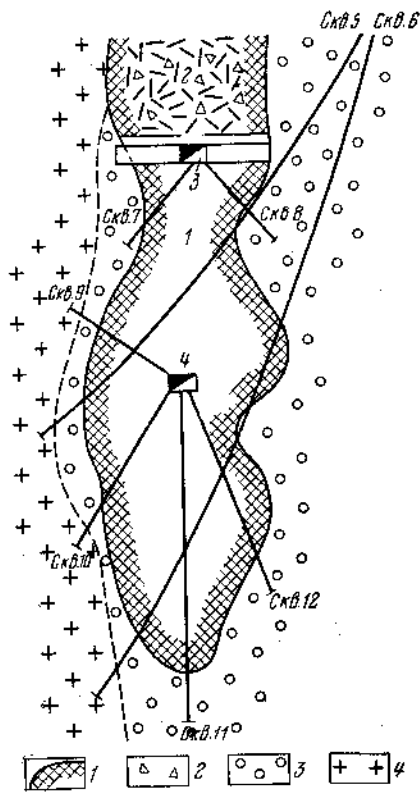


Рис. 34. Разведка рудной залежи сложной формы (вертикальное сечение)

1 — рудная залежь; 2 — выработанная часть залежи; 3 — штрек первого этажа; 4 — штрек второго этажа; скв. 5, 6 — скважины детальной разведки, пройденные с поверхности; скв. 7 и 8 — скважины эксплуатационной разведки, пройденные из штрека первого этажа; скв. 9—12 — скважины эксплуатационной разведки, пройденные из штрека второго этажа

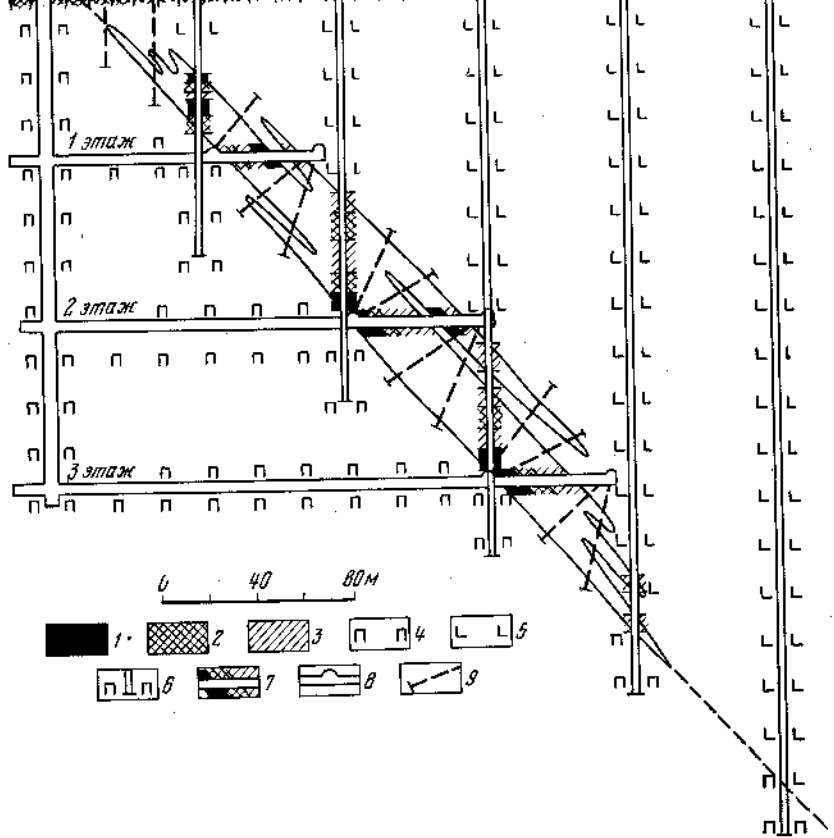


Рис. 35. Схема эксплуатационной разведки крутонадающей рудной залежи сложного состава наклонными скважинами из подземных горных выработок.

1, 2 и 3 — руда первого, второго и третьего сорта; 4 — породы лажачего бока; 5 — породы вслячего бока; 6 — скважины детальной разведки, пройденные с поверхности, с геологическими колонками по ним; 7 — подземные горные выработки и геологический разрез по ним; 8 — намеры для производства из них бурения; 9 — проектные скважины колонкового бурения

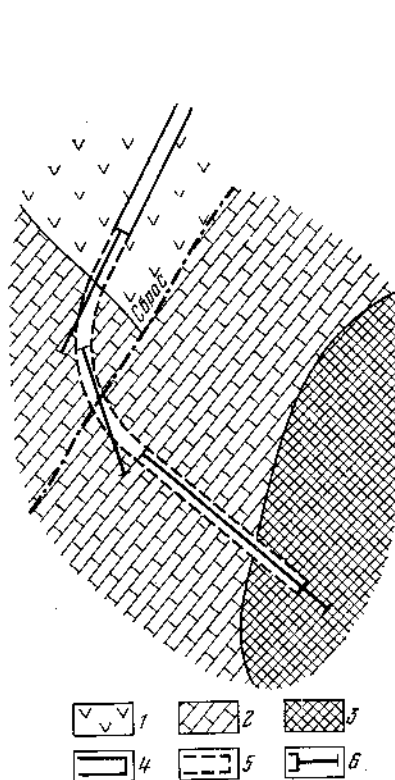


Рис. 36. Проект последовательной проходки трех опережающих скважин для выяснения гидрогеологических условий проходки горных выработок в контактных зонах и в области сбросовых трещин.

1 — сланцы; 2 — известняки; 3 — магнетитовая руда; 4 — положение вершкага к моменту проектирования работ; 5 — проектное продвижение вершкага; 6 — горизонтальные опережающие

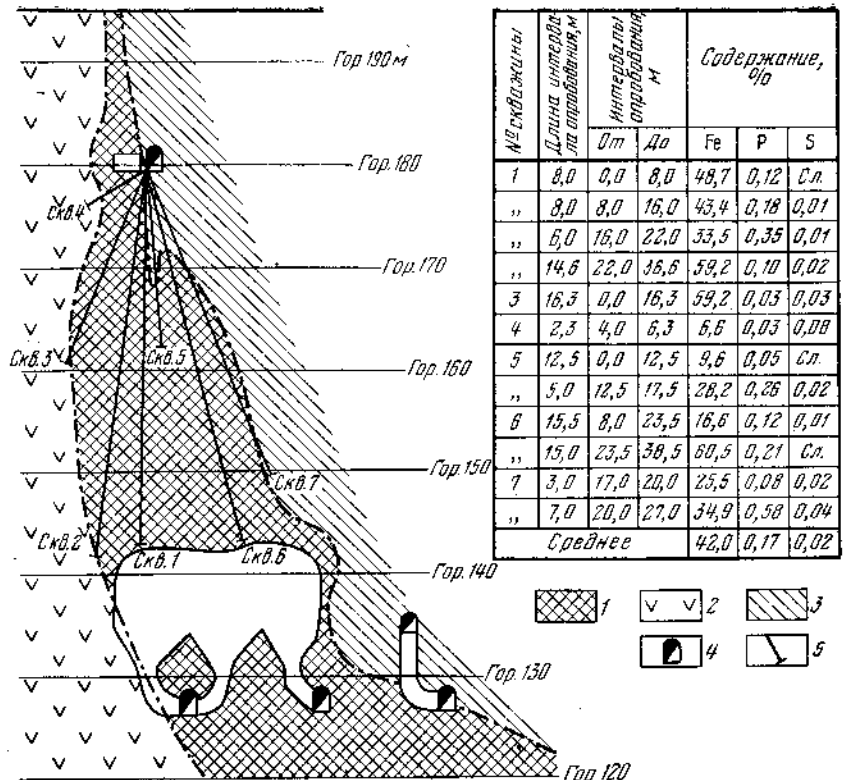


Рис. 37. Использование подземных взрывных скважин для уточнения контуров рудной залежи и ее состава в вертикальном сечении.

1 — руда; 2 — сланцы; 3 — известняки; 4 — горные выработки; 5 — скважины

На рис. 35 дана схема последовательного проведения эксплуатационной разведки рудной залежи сложного состава, падающей под углом 45° к горизонту; разведка проводится здесь по мере вскрытия шахтой и проходки квершлаггов первого, второго и третьего этажей.

Аналогичная разведка должна проводиться в этих условиях и в других вертикальных сечениях, по мере подхода к ним штреков и проходки ортов. В некоторых сечениях орты могут быть заменены горизонтальными скважинами.

Помимо разведочных выработок, проводимых с целью уточнения границ рудных тел и их состава, в процессе эксплуатационной разведки нередко приходится проходить скважины для выяснения гидрогеологических или горнотехнических условий отдельных зон (рис. 36).

Как в условиях открытой, так и подземной разработки месторождения, геологическая документация минных скважин позволяет уточнить контуры и строение рудных тел и детально определить химический состав руд, что ведет в ряде случаев к уменьшению объема необходимой эксплуатационной разведки. Пример использования взрывных скважин для этой цели в условиях Лебяжинского железного рудника приведен на рис. 37.

4. Технические средства эксплуатационной разведки

При эксплуатационной разведке используют те же средства и технические приемы, что и при детальной разведке. Одной из отличительных черт эксплуатационной разведки является последовательное ее проведение в отдельных частях, блоках и горизонтах месторождения, в связи с чем не обязательно пересечение каждой разведочной выработкой всей рудной толщи; эти выработки чаще всего имеют меньшую длину по сравнению с выработками, проходимыми в другие стадии разведки.

При эксплуатационной разведке проходят горные выработки (шахты, штольни, орты, гезенки, шурфы, канавы) и буровые скважины (колонкового и ударного механического бурения), а также глубокие шпурсы. Шахты, штольни и глубокие шурфы с рассечками из них проходят чаще всего при разведке рудных месторождений неправильной, сложной формы с относительно ценным полезным ископаемым. Разведочные выработки задают здесь с таким расчетом, чтобы в случае необходимости их легко можно было использовать как эксплуатационные.

Реже разведочные шахты с горизонтальными выработками из них проходят на месторождениях руд черных металлов, в том числе и железа. Так, на Воронцовском железорудном руднике (Северный Урал) для разведки окисленной зоны магнетитового месторождения пройдена наклонная шахта, которая в дальнейшем была превращена в эксплуатационную.

Шурфы и дудки проходят для разведки неглубоко залегающих пластобразных тел относительно небольшой мощности, перекрытых породами невысокой крепости, допускающих проходку в них выработок без взрывных работ. Здесь выработки служат как для общего сгущения сети в пределах внутреннего контура залежи, так и для сгущения по внешним ее границам.

В тех случаях, когда не требуется особенно тщательного изучения характера и состава руд, а также при крепких и особо крепких породах

и рудах при разведке таких залежей проходят скважины механического бурения. Их проходят также и при разведке мощных пологопадающих залежей.

При сложном составе рудной толщи и разнообразии сортов руд применяют скважины колонкового бурения; при относительном постоянстве состава руд можно проходить также и скважины механического ударного бурения.

В условиях подземной разработки месторождений для эксплуатационной разведки широко применяется проходка горизонтальных, наклонных и вертикальных скважин подземного бурения. Местоположение и направление горных разведочных выработок выбирается чаще всего с таким расчетом, чтобы в дальнейшем эти выработки можно было использовать в качестве подготовительных или нарезных.

В ходе эксплуатационной разведки применяют также все способы опробования и методы изучения вещественного состава руд и их технологических свойств, которые использовались в процессе детальной разведки месторождения.

Бурение скважин эксплуатационной разведки с поверхности производится теми же станками, которые используются в процессе детальной разведки месторождения. Подземное колонковое бурение производят как обычными станками, применяемыми для бурения скважин с поверхности, так и специальными портативными станками типа БСК-2М-400. Специальные станки для подземного бурения монтируются на распорных колонках. Они предназначены для бурения скважин диаметром 55, 45 и 35 мм, глубиной до 100 м. Кроме того, для бурения подземных скважин длиной 10—20 м применяют колошковые бурильные молотки (перфораторы), работающие на свертывающихся литангах.

Бурение производят как дробовыми коронками, так и коронками, армированными твердыми сплавами или алмазной крошкой. Угол наклона скважин к горизонту при бурении твердыми сплавами и алмазами может быть любым, при бурении дробью — обычно в пределах $90-70^\circ$.

Диаметр скважин не превышает 150 мм, что вполне обеспечивает цели разведки, но бывает недостаточным в тех случаях, когда скважины проходят для технических целей — взрывных работ, проветривания отдельных горных выработок и т. п.

Алмазное бурение производят коронками диаметром 46 и 36 мм. Для бурения пород I—VII, иногда и VIII, категорий применяют твердые сплавы, при проходке более твердых пород — алмазы или дробь (чугунную или стальную).

Состав бригады на большинстве типов буровых станков два-три человека.

Для установки станков при подземном бурении скважин проходят специальные камеры или используют имеющиеся подземные горные выработки и особенно их сопряжения. Размеры камер при бурении вертикальных или близких к ним скважин и при длине свечи бурильных труб, равной 3 м, составляют: для станков БСК-2М-100 — $15,5 \text{ м}^3$, ЗИФ-300М — 45 м^3 .

5. Организация, планирование и финансирование эксплуатационной разведки

Эксплуатационная разведка проводится или специально созданным подразделением (отряд, партия), подчиненным главному геологу предприятия, или рабочими и техническим персоналом отдельных рудников, карьеров и шахт, подчиненных руководителям этих производственных подразделений.

Если на горном предприятии имеется ряд рудников и шахт, то в этом случае эксплуатационная разведка может осуществляться одним подразделением, обслуживающим все рудники и шахты в порядке преобладающей срочности и необходимости. Недостатком этой организационной формы эксплуатационной разведки является то, что в подземных горных выработках, где должен осуществляться единый постоянный контроль за всем персоналом, находящимся под землей, группа разведчиков не подчинена непосредственно начальнику и сменному надзору шахты.

При организации таких разведочных групп в составе отдельных эксплуатационных подразделений этот недостаток устраняется, но возникает другой — начальник участка (рудника, шахты) стремится обеспечить прежде всего план добычи руды и не уделяет достаточного внимания на участке разведочным работам, которые должны дать дополнительную информацию, необходимую для правильного направления и планирования работ на будущие периоды. Поэтому при возникающих затруднениях с выполнением плана добычи разведочные работы часто прерываются и группы разведчиков переключаются на эксплуатационные работы; необходимые для последующих периодов разведочные выработки могут остаться в этом случае непройденными.

В отношении формы организации эксплуатационной разведки нет определенных инструктивных указаний. Однако при любой организационной форме эксплуатационная разведка должна своевременно и в необходимых объемах выполняться геологической службой горного предприятия. Геологическая документация разведочных выработок также ведется работниками рудничной геологической службы.

Каждое горное предприятие составляет и утверждает в вышестоящих организациях план горных работ на новый и последующий годы; одновременно геологическая служба предприятия составляет проект эксплуатационной разведки на этот же период. Проектом предусматривается возможность получения необходимых данных для систематического уточнения направления горных работ в течение года и обеспечивается возможность получения необходимых материалов для обоснованного планирования горноэксплуатационных работ на ближайшие годы.

Годовой проект или план эксплуатационной разведки подписывают главный инженер и главный геолог предприятия и представляют его в вышестоящие организации на утверждение одновременно с планом горных работ.

В ходе эксплуатационных работ нередко приходится сталкиваться с теми или иными отклонениями от сложившихся ранее представлений о геологических контурах рудных тел или их составе и строении. Поэтому

довольно часто приходится проводить разведку, не предусмотренную годовым планом. Необходимые в этом случае дополнительные разведочные выработки намечаются геологом рудника, согласовываются с начальником этого рудника и главным геологом предприятия и утверждаются главным инженером предприятия. Годовой план эксплуатационной разведки в необходимых случаях может быть изменен в деталях, но обязательно должны быть выполнены предусмотренные этим планом объемы работ и обеспечено выполнение общих задач, стоящих перед эксплуатационной разведкой.

Эксплуатационно-разведочные работы финансируются за счет основной деятельности горного предприятия и затраты на них отражаются определенной статьей расхода в стоимости 1 т добытой руды. В соответствии с этим в годовом проекте эксплуатационной разведки производится расчет стоимости запроектированных к выполнению разведочных работ и соответствующая сумма учитывается при расчете плановой себестоимости руды.

Подробные сметы на проходку эксплуатационных разведочных выработок, как это делается при проектировании предшествующих стадий разведочных работ, чаще всего не составляют, расчет стоимости проходки эксплуатационных разведочных выработок производят по так называемым единичным расценкам отдела капитального строительства горного предприятия. При отсутствии единичных расценок на те или иные виды работ для них составляется плановая калькуляция применительно к некоторым средним для горного предприятия условиям.

Годовой план эксплуатационной разведки подразделяется на квартальные и месячные планы, в выполнении которых горное предприятие учитывается перед вышестоящими организациями. Бухгалтерской отчетности, специально относящейся к эксплуатационной разведке, обычно не ведется.

6. Геологическая документация при эксплуатационной разведке и учет ее результатов

Геологическая документация выработок, пройденных на руднике в процессе эксплуатационной разведки, по существу не отличается от документации выработок всех предшествующих стадий разведки месторождения. Проводится тщательная зарисовка и описание как горных выработок, так и кернов и шламмов буровых скважин, необходимое их опробование, регистрация и учет результатов исследования проб и т. п.

Каждая новая выработка, пройденная в порядке эксплуатационной разведки в том или ином блоке или участке месторождения, уточняет их характеристику в отношении форм рудных залежей и качественного состава руд. Рудничный геолог должен стремиться к тому, чтобы с наименьшими затратами времени и в кратчайший срок производить необходимые коррективы и вносить уточнения в показатели характеристики дополнительно разведанных блоков и участков, по мере проходки в них новых разведочных выработок. В дальнейшем рудничный геолог должен использовать эти данные при планировании и проведении эксплуатационных работ.

Выработки эксплуатационной разведки по данным маркшейдерской съемки наносятся на сводный геологический или сводный разведочный план, геологические разрезы и погоризонтные геологические планы. Геологические разрезы и планы при этом соответствующим образом корректируются, на них уточняются контуры рудных тел.

Результаты опробования выработок эксплуатационной разведки наносят на качественные планы и учитывают совместно с данными предшествующих этапов разведки и опробования эксплуатационных выработок при определении качественного состава руд в соответствующих блоках и участках.

В тех случаях, когда эксплуатационная разведка приводит к существенному изменению запасов руд в отдельных блоках или участках и выявляет изменение качественного их состава, производят соответствующий пересчет запасов руд и металла. Этот пересчет после соответствующего оформления направляется на утверждение в вышестоящие организации. При значительном уменьшении запасов, оказывающем существенное влияние на сроки обеспеченности действующего горнообогатительного предприятия, геологическая служба предприятия производит по новым условиям пересчет запасов и представляет их на утверждение в ГКЗ СССР.

Отчетность по эксплуатационной разведке — месячная, квартальная и годовая. В месячных отчетах приводится лишь таблица выполнения отдельных видов работ в сопоставлении с плановыми показателями, в квартальных и годовом отчетах кроме указанной таблицы дается краткая характеристика и основные результаты выполненных работ.

Глава XVI

ОПРОБОВАНИЕ РАЗВЕДОЧНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

1. Способы отбора химических проб в забоях горных выработок

Способы отбора химических проб в забоях горных выработок весьма разнообразны. Выбор того или иного из них зависит от многих геологических и технико-экономических факторов. Наиболее целесообразным является тот способ отбора проб, который обеспечивает наибольшую представительность при одновременно высокой производительности и наименьшей стоимости работ по опробованию.

Штуфная проба представляет собой кусок (штуф) руды весом от 0,5 до 2 кг, отбитый от забоя или от выхода руды, а также взятый из вагонетки или отвала. Такие пробы отбирают, если без специальных работ по опробованию хотят получить приближенную характеристику руды. На штуфных пробах проводят исследования физических свойств горных пород и руд (объемного веса, магнитной проницаемости, электропроводности, радиоактивности, технических свойств стройматериалов). Значительная часть исследований по обогатимости руд также может быть выполнена на штуфных пробах.

Горстьевые пробы широко применяются на рудниках СССР. Отбитую в забое руду покрывают сплетенной из шпагата сеткой с ячейками $0,2 \times 0,2$ м. Из каждой клетки берут небольшую порцию (один или несколько мелких обломков) отбитой руды (рис. 38). При встрече крупной глыбы, занимающей две-три клетки, от нее молотком отбивают соответственно два-три обломка, по возможности вкrest видимой в глыбе полосчатости. Порции можно брать с поверхности отбитой руды по квадратам воображаемой сетки, намечаемой пробником путем откладывания постоянной длины (0,2 м), нанесенной на рукоятке молотка, в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

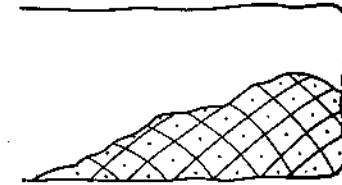


Рис. 38. Горстьевая проба с навала отбитой в забое руды

Количество порций, составляющих одну горстьевую пробу, обычно принимают от 10 до 20, а все одной порции от 50 до 100 г. Отсюда следует, что вес одной горстьевой пробы может варьировать в широких пределах — от 0,5 до 2 кг. При этом для руд с равномерным распределением компонентов в одну пробу можно брать 5—10 порций, а с неравномерным — от 15 до 25 порций. Вес одной пробы имеет подчиненное значение. Решающим фактором служит количество порций, слагающих одну пробу. Можно считать установленным, что лучше составлять горстьевую пробу из большого числа порций малого веса, чем из малого числа порций с большим весом каждой порции [11, 12]. Отбор проб горстьевым способом целесообразно применять в забоях, пройденных по сплошной руде с хорошо развитой трещиноватостью, обеспечивающей при отбойке однородную кусковатость средней и малой крупности.

Бороздовые пробы широко распространены и имеют высокую представительность, особенно для пластовых и жильных месторождений. Борозда постоянного поперечного сечения проводится по пласту (жиле) от лежачего до всячего бока на полную его мощность. Весь материал из борозды составляет пробу. В табл. 32 приведены наиболее типичные размеры борозд и вес проб для руд разного качества.

Перед взятием пробы поверхность забоя подравнивают кайлом или геологическим молотком. Слой пыли и грязи в старых забоях смывают водой с помощью ручного насоса. При отбойке проб киркой или зубилом на поверхности забоя высекают две параллельные канавки (вруба), расстояние между которыми и составляет ширину борозды. Затем косыми ударами зубила и молотка сбивают выступ, образовавшийся между канавками. Отбиваемый из борозды материал падает на брезент или на желоб из листового железа размером $0,5 \times 1,0$ м, подставляемый под борозду у стенки забоя. Отбитая проба сыпается с желоба в пробный мешок. Размеры их различны и зависят от начального веса проб. Изготавливаются мешки для проб из плотной и прочной материи. Внутри мешка вкладывают бирку из фанеры с заранее написанным номером. Бумажные этикетки применять не рекомендуется, они быстро изнашиваются. Мешок с пробой плотно завязывают и к нему прикрепляют еще одну фанерную бирку (с отверстием) с тем же номером пробы.

Типичные размеры борозд и вес проб

Типы руд	Сечение борозды, см		Вес проб с 1 м борозды при объемном весе руды 1,5—2,5, кг
	ширина	глубина	
Крепкая и равномерная по содержанию полезного компонента (железистый кварцит)	2—5	1—3	0,5—3,5
Крепкая и неравномерная по содержанию полезного компонента (золотоносный кварц)	5—10	2—5	2,5—12,5
Мягкая и равномерная по содержанию полезного компонента (марганцевая руда)	5—10	2—5	2,5—12,5
Мягкая и неравномерная по содержанию полезного компонента (никеленосная глина)	10—20	5—10	12,5—50,0

Борозды в забое ориентируют по направлению наибольшей изменчивости содержания полезного компонента в рудном теле. В разведочных канавах борозды следует высекают по одной из ее вертикальных стенок, по возможности ближе к почве канавы. К результатам опробования канав следует относиться критически, так как руды могут быть загрязнены или выщелочены. В стволах шурфов и шахт геологическую зарисовку и отбор проб необходимо производить до установки крепления. По окончании проходки из отдельных зарисовок составляют полный геологический разрез с нанесением на него результатов опробования (рис. 39).

В кварцитах, штольнях и ортах борозды высекают по одной из боковых стенок. При резкой смене типов руды каждый из них должен быть опробован отдельной бороздой соответственно их мощности. В мощных рудных телах крутого падения пробы следует отбирать горизонтальными бороздами. При пологом падении рудных тел с резко выраженным полосчатым строением борозды располагают вкrest полосчатости, ступенчато, без перекрытия и без пропусков отдельных прослоек.

лен, заданных по простиранию рудных тел, борозды следует брать по линии мощности вкrest простирания, по возможности через равные интервалы. В забоях штреков со сплошной рудой борозда проводится горизонтально через весь забой на ширину штрека. В выработках, пройденных по мощным рудным жилам и пластикам с ясно видимой полосчатой текстурой руды, борозды высекают секциями, соответствующими отдельным слоям или пачкам. Из каждой секции берут отдельную пробу.

В жилах малой и средней мощности, где часть боковой породы поступает в отбиваемую рудную массу, длина борозд должна соответствовать принятой на руднике минимальной выемочной мощности. В штреках по тонким жилам и прожилкам (менее 0,2 м) бороздовую пробу располагают вдоль прожилка по всей его мощности. Крупные включения рудного минерала в забое требуют проведения двух-трех параллельных борозд большого сечения с отбойкой материала в одну пробу.

Увеличение числа борозд и их размеров приводит уже к задиркому способу отбора проб.

Опробование пласта или жилы на участке уже пройденного штрека проводят по кровле (при крутом падении) или по боковой стенке штрека (при пологом падении). В штреках с установленным неполным креплением борозды отбивают с кровли или со стенок в промежутках между креплениями.

При полукруглом сечении штрека (арка) и резко полосчатом строении рудной жилы возникает опасность появления систематической ошибки при отбойке бороздовых проб под острым углом к линии истинной мощности. В этом случае следует предварительно подработать кровлю по жиле и затем отбирать бороздовые пробы по линии истинной мощности жилы.

При восстановлении старых шахт над откаточными штреками часто расположены очистные работы. Опробование рудной залежи в почве штрека является самым неблагоприятным случаем отбора проб. Затраты на подготовку и отбор проб здесь значительны, а результаты опробования могут оказаться ненадежными. Рудную жилу в почве штрека лучше опробовать другими методами (например, подземным колодезным бурением).

Эксперименты К. Л. Пожарицкого [17], Е. П. Зайцева [6] и многих других геологов убедительно показали, что уменьшение сечения и веса бороздовых проб не снижает их представительности. Высокая представительность шпуровых проб, которые можно рассматривать как борозды малого сечения, указывает на возможность более широкого применения бороздовых проб малого веса.

Отбитые ручным способом бороздовые пробы не являются совершенными. Объем борозды можно рассматривать как сумму объема прямоугольной призмы (полезный объем) и дополнительного объема за пределами призмы (вредный объем). Последний появляется при различии в механических свойствах минералов и их агрегатов, слагающих руду. Хрупкие и непрочные рудные минералы (сульфиды, шеелит и т. п.) выкрашиваются, что увеличивает их содержание в пробе. При выкрашивании непрочных нерудных минералов (серицит, хлорит и т. п.) содержание полезного компонента в пробе снижается. В обоих случаях возникает систематическая погрешность опробования [7].

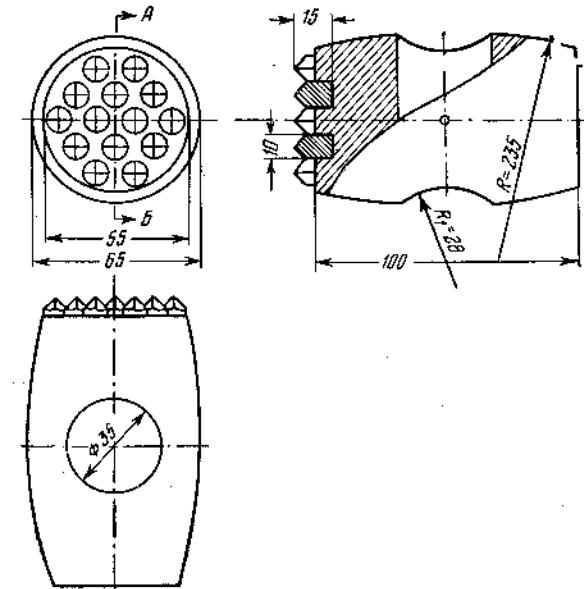


Рис. 39. Многозубный молоток для отбора плечевых проб. По В. Н. Мошкину

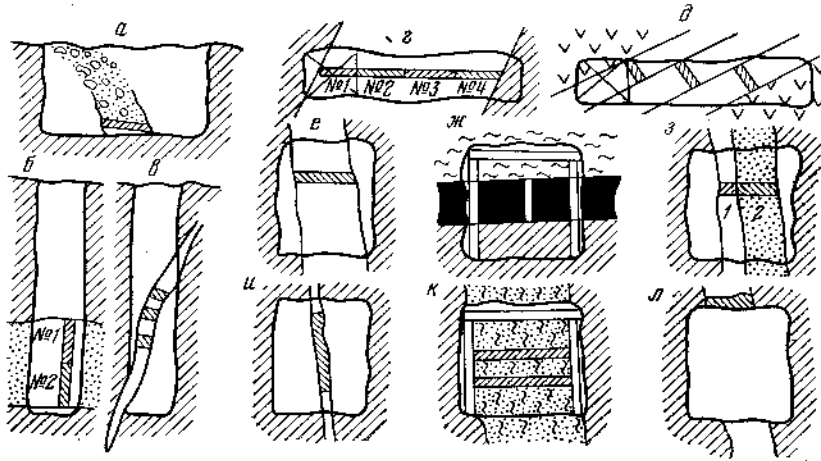


Рис. 40. Примеры расположения пробных борозд в забоях:

a — канав; *b* — дупок (шурфов) при пологом падении рудного тела; *e* — то же, при крутом падении; *z* и *zh* — квершлаг и ортов; *e* и *ж* — при крутом и пологом падении пласта (жилы); *z* — секционные пробы по двум типам руд в забое; *u* — отбор пробы по жиле малой мощности (прожилку); *k* — пробные борозды в минерализованной зоне святи; *s* — борозда по кровле штрека

Пленочные пробы отличаются от обычных бороздовых проб значительно меньшей глубиной отбойки, малым весом на единицу длины и высокой представительностью. Они отбиваются с помощью специального многозубкого молотка (рис. 40); зубки представляют собой вставки из твердых сплавов [16].

Точечная проба представляет собой сумму небольших кусков (порций), отбитых со стенки забоя в строго определенном расположении, например, по узлам квадратной, прямоугольной или ромбической сетки (рис. 41). Точечный способ отбора проб допускает большое разнообразие расположения точек набора пробы с поверхности забоя. Текстура руды является решающим фактором выбора наиболее представительной сети точек при отборе пробы. Анизотропное расположение рудных минералов допускает только одно направление — расположение порций точечной пробы по линии вкостности рудных текстур. Количество порций точечной пробы и их вес те же, что и при горстьевом способе отбора проб.

Точечная линейная проба при определенных условиях может быть непрерывной. Расстояние между порциями на поверхности забоя должно быть выбрано таким образом, чтобы площадь целика между порциями $S_{ц}$ была равна площади порции $S_{п}$, рис. 42. При этом условии верхний и нижний ряды порций по существу в совокупности идентичны бороздовой пробе.

Рис. 41. Точечная проба по стенке забоя

Определим необходимое количество порций точечной линейной пробы, соответствующей бороздовой пробе постоянного поперечного сечения. Примем (см. рис. 42):

- L — длина точечной линейной пробы, см;
- l — расстояние между центрами порций в одном ряду, см;
- b — расстояние между порциями в одном ряду, см;
- R — радиус точечной пробы, см;
- S — площадь порции, см²;
- $S_{ц}$ — площадь целика между порциями, см²;
- m — количество порций в пробе.

Площади порции и целика между порциями соответственно равны:

$$S_{п} = \pi R^2$$

$$\text{и } S_{ц} = 4R^2 - \pi R^2 + 2Rb.$$

При обязательном условии, что $S_{п} = S_{ц}$ получим:

$$\pi R^2 = 4R^2 - \pi R^2 + 2Rb,$$

откуда

$$b = \pi R - 2R,$$

а расстояние между центрами порций

$$l = 2R + \pi R - 2R \text{ или } l = \pi R.$$

Обозначив расстояние между центрами порций верхнего и нижнего рядов по горизонтали $\frac{l}{2}$, можно написать равенство

$$m - 1 = \frac{L}{\frac{l}{2}} = \frac{2L}{\pi R},$$

отсюда

$$m = \frac{2L}{\pi R} + 1.$$

Например, при $R = 2,2$ см и $L = 400$ см $m = 30$ порциям, а расстояние между ними в одном ряду равно 7 см.

Разметку пробы в забое удобно делать при помощи трафарета из жести [3].

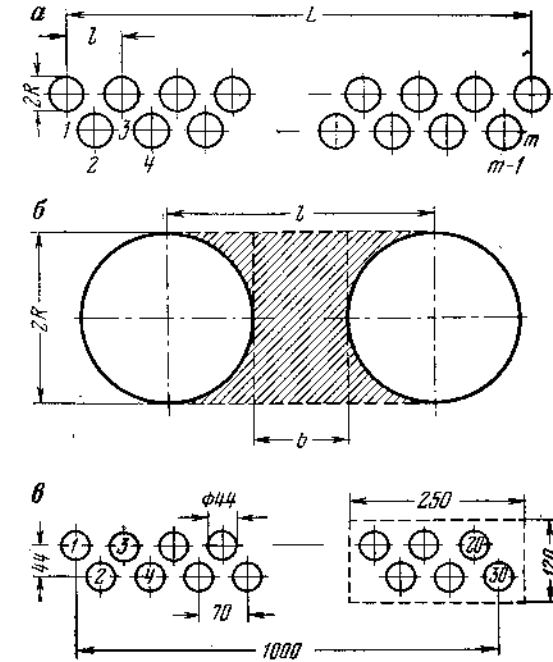


Рис. 42. Двойная линейная точечная проба

Рациональное количество порций точечной линейной пробы можно определить способом, основанным на теории сочетаний [2], или способом разряжения.

2. Механизация отбойки химических проб

В условиях высокой механизации проведения современных горных выработок производственные операции по отбору химических проб в забоях являются наиболее отсталыми. На многих рудниках отбор проб выполняется ручным способом. Поэтому проблема механизации отбойки бороздовых и точечных проб является крайне актуальной.

Всесоюзным институтом техники разведки (ВИТР) разработаны пробоотборные коронки, присоединяемые к отбойному молотку ОМСИ-5 при помощи специальных переходников. Коронка для отбора монолитных проб имеет П-образную форму. Каждая щека имеет три цилиндрических вставки из твердого сплава ВК-15. Ширина коронки 75 мм, длина 70 мм, высота 88 мм, вес около 1,5 кг. В верхней части коронки имеется внутренний корпус для переходника, соединяющего ее с буксой отбойного молотка. Специальная поддерживающая рамка обеспечивает прямолинейное движение коронки вдоль борозды [18].

Для отбора бороздовых проб в крепких породах методом резания ВИТР разработал дисковый пробоотборник ДП-1-ВИТР. На шпинделе пробоотборника закрепляется два параллельных мелкоалмазных диска с расстоянием между ними 4—6 см (ширина борозды). Монолитная бороздовая проба откалывается от забоя ударами зубила.

Все предложенные устройства по механической отбойке бороздовых проб способом скалывания и способом резания оказались сложными и громоздкими. Они не получили широкого применения и, как правило, не вышли за пределы экспериментальных работ. Основное препятствие при внедрении механизации отбойки бороздовых проб любого сечения заключается в том, что поверхность забоя не является плоскостью. Она неправильная, неровная и неодинаковая после каждой отпалки. Практика показывает, что на некоторых рудниках в забоях отбираются не сплошные бороздовые пробы постоянного сечения, а кусковые, часто прерывистые, с резко изменяющимся сечением, а в отчетности некоторых предприятий такие пробы называют бороздовыми. При ручной отбойке проб нередко наблюдается избирательное обогащение пробы рудными минералами, что влечет за собой систематические ошибки при оценке качества руд в забое.

По этим причинам геологи на многих рудниках в СССР и за рубежом заменяют бороздовый метод другими способами отбора проб. Например, на медных рудниках Урала бороздовые пробы заменены линейными точечными пробами; практика показала высокую представительность этих проб.

Задачи механизации отбора точечных линейных проб определяются следующими техническими требованиями к разрабатываемым конструкциям.

1. Высокая представительность проб, что зависит от количества порций, составляющих пробу. При увеличении количества порций, составляющих

пробу. При увеличении количества порций можно в любом забое получить вполне представительную пробу.

2. Малый вес и простота конструкции пробоотборника. Внедрение в производство пробоотборников может быть успешным только в том случае, если пробщик на любом руднике лично убедится, что пробоотборник уменьшает его физические усилия при отборе проб и одновременно повышает производительность труда.

3. Возможность механического отбора с каждой точки строго определенного объема в породах любой крепости. Конструкции перфораторов с ударно-поворотным устройством дают возможность для выполнения этого условия. При включении в конструкцию ограничителя буровой наконечник будет проникать на определенную и постоянную глубину (например, на 3 или 5 см), благодаря чему объем отбитого материала с каждой точки будет строго одинаков.

При ручном отборе точечных проб молотком и зубилом это условие не выполняется, что всегда вводит в точечные пробы неустраняемую погрешность. Только полная механизация отбора точечных проб может гарантировать строго объективное опробование любого забоя.

4. Высокая производительность и оперативность отбора. Необходимо добиться, чтобы процесс отбора одной порции с помощью пробоотборника в самых твердых породах не занимал более 1 мин. Оперативность отбора зависит от умелого, целесообразного размещения необходимого минимума порций на площади забоя. Это повышает требования к конструкции механизма.

5. Низкая себестоимость отбора проб и их обработки. Даже при одинаковой себестоимости отбора точечных проб ручным и механическим способами предпочтение следует отдать последнему как строго объективному. Обработка материала пробы при механической отбойке окажется дешевле, чем при ручной, благодаря значительно меньшей крупности частиц, составляющих пробу.

Пробоотборник СГИ-3, разработанный в Свердловском горном институте, предназначен для механического отбора точечных и шпуровых химических проб руд и горных пород в забоях горных выработок. Его рационально применять в породах и рудах высокой и средней крепости [3] (рис. 43).

Методика отбора проб точечным способом при помощи пробоотборника СГИ-3 имеет следующие преимущества перед ручной отбойкой:

а) порции точечной пробы имеют строго одинаковый объем. Места взятия порций отчетливо видны, легко контролируются, что существенно уменьшает влияние субъективного фактора на отбор проб;

б) материал пробы получается в виде буровой муки (класс 0,2 мм составляет 85%), что позволяет исключить применение дробилок и валков для измельчения проб. При отборе не происходит потери материала пробы и избирательного выкраивания хрупких рудных минералов;

в) повышается производительность труда пробщика;

г) возможен также отбор шпуровых проб;

д) рациональное количество порций точечной пробы для каждого естественного типа руд может быть определено путем математических расчетов.

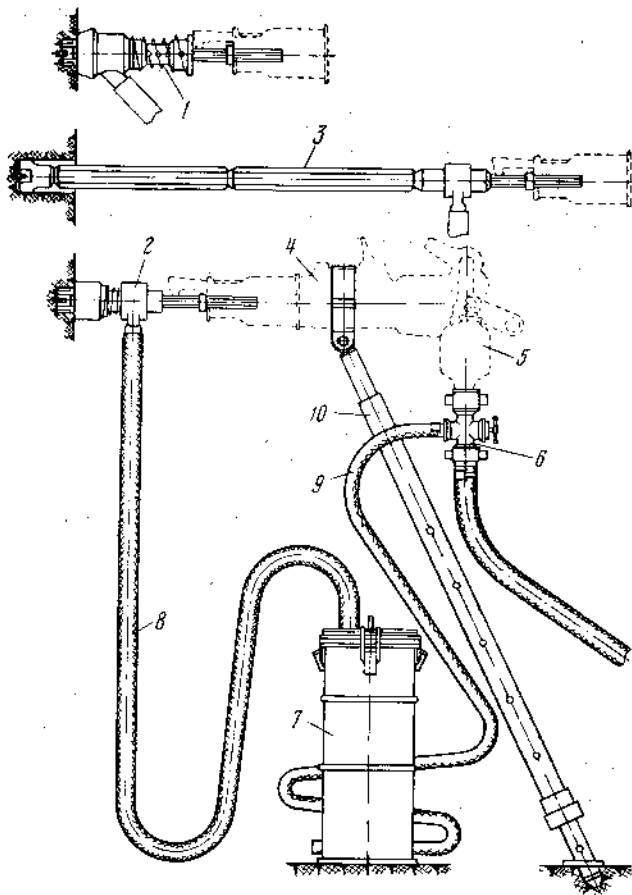


Рис. 43. Пробоотборник СГИ-3.

1 — пробоотборник с прямой продувкой; 2 — то же, с обратной продувкой; 3 — удлинительные штанги; 4 — перфоратор; 5 — автомасленка; 6 — вентиль-тройник; 7 — пробоотборник; 8 — отсасывающий шланг; 9 — нагнетательный шланг; 10 — телескопическая поддержка

Пробоотборник может быть применен в комплекте с перфоратором любой марки. Вес пробоотборника 10—12 кг. Производительность в породах IX категории составляет 34 пробы в смену, каждая проба из 10 точек глубиной по 3,5 см.

В Свердловском горном институте разработан вариант пробоотборника СГИ-3 с применением вращательного бурения мелкими алмазными коронками малого диаметра.

Шпуровой способ опробования основан на улавливании буровой муки из шпуров, специально заданных или пройденных для буровзрывных работ. Эта мука и составляет материал пробы для химического анализа. По существу шпуровые пробы являются теми же бороздовыми пробами, взятыми при помощи перфоратора. Поэтому все рекомендации по расположению бороздовых проб в полной мере относятся и к шпуровым пробам.

К достоинствам шпуровых проб следует отнести:

- 1) высокую представительность проб из шпуров, заданных вкрест простирания или полосчатости рудной залежи (в ортах);
- 2) полную механизацию процесса отбора проб;
- 3) постоянное поперечное сечение пробы по длине шпура;
- 4) тонкое измельчение материала пробы при ее взятии;
- 5) попутное обеспыливание воздуха в забое;
- 6) возможность опробования руды в целике впереди забоя.

Недостатками шпуровых проб являются:

- 1) неудовлетворительная представительность проб из шпуров, заданных под острым углом к простиранию или к полосчатости рудной залежи;
- 2) возможность появления систематической ошибки за счет избирательного выкрашивания хрупких минералов (киноварь), расположенных в стенках шпура;
- 3) потери буровой муки или шлама при бурении трещиноватых и пористых пород.

При сухом бурении шпуров полное извлечение буровой пыли получается только при пневматическом отсасывании ее в пылеуловитель. Для шпуровых проб можно применять описанный выше пробоотборник СГИ-3.

При мокром бурении из шпура с промывочными водами по стенке забоя стекает буровой шлам. Вместо пылеприемника применяют патрубко-тройник, состоящий из отрезка трубы по диаметру шпура с приваренным к ней под углом 45° отрезком более тонкой газовой трубки. Тройник в плоскости симметрии распилен на две половинки. После забурки шпура на 5—10 см обе половинки тройника вставляют в шпур, располагая их вокруг буровой стали, а на газовую трубку надевают короткий резиновый шланг, по которому шлам из шпура стекает в ведро для приема пробы. После сушки и сокращения шлам поступает на химический анализ.

В табл. 33 приведены сравнительные результаты опробования ортов бороздовым и шпуровым способами, полученные автором на одном из медных рудников Урала.

Пониженное содержание металлов в шпуровых пробах по сравнению с бороздовыми объясняется переизмельчением хрупких сульфидов при

Таблица 33

Результаты опробования руд бороздовым и шпуровым способами

№ проб	Бороздовые пробы			Шпуровые пробы				Содержание в шпуровых пробах по отношению к бороздовым	
	Длина, м	Содержание, %		№ проб	Длина, м	Содержание, %			
		Cu	Zn			Cu	Zn		
2859	2,0	2,48	21,00	1	1,5	2,43	19,37	97,9	93,2
2716	2,0	7,28	7,32	2	1,5	6,82	6,97	95,7	95,2
2624	1,8	2,14	26,28	3	1,3	2,11	25,82	98,6	98,2
2717	1,3	2,36	22,80	4	1,2	2,30	21,22	97,4	93,1
2719	2,0	3,79	20,28	5	1,5	3,65	19,15	96,3	94,4

бурении шпуров с образованием пыли, не улавливаемой ручным способом. Шпуровые пробы удобно применять для оценки качества руды в почве или кровле забоя, а также для вскрытия близко расположенных параллельных рудных тел.

3. Определение средних показателей при опробовании горных работ

Среднее содержание полезного компонента по забоям определяется на основании частных содержаний по отдельным пробам. Так, в забое с двумя типами руд и при получении данных анализа двух частных борозд-проб (рис. 44) среднее содержание полезного компонента может быть определено как среднеарифметическим, так и средневзвешенным (по длинам борозд или по произведению длин борозд на объемные веса типов руд) способами.

При подсчете среднеарифметическим способом среднее содержание определяют по формуле

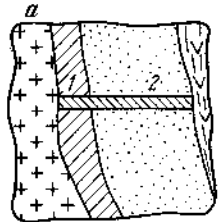
$$C = \frac{\sum c}{n},$$

где $\sum c$ — сумма частных содержаний;
 n — число учтенных частных проб.

В данном примере среднее содержание составит:

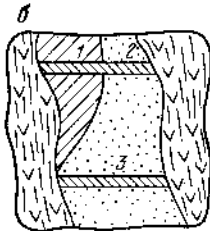
$$C = \frac{8,53 + 1,57}{2} = 5,05\% \text{ Cu.}$$

Однако содержание в рассматриваемом случае определено не точно. С каждого метра горной выработки по объему добывается значительно



№	m	d	c, %	md	mdc
1	0,2	5,0	8,53	1,00	8,53
2	1,2	3,0	1,57	3,60	5,65
—	—	—	—	4,60	14,18

$$C = \frac{\sum mdc}{\sum md} = \frac{14,18}{4,60} = 3,06\%$$



№	m	d	c, %	md	mdc
1	0,75	5,0	4,42	3,75	16,57
2	0,50	3,0	1,23	1,50	1,84
—	—	—	—	5,25	18,41
3	1,45	3,0	1,17	4,35	5,09
—	—	—	—	9,60	23,50

$$C = \frac{\sum mdc}{\sum md} = \frac{23,50}{9,60} = 2,45\%$$



Рис. 44. Определение среднего содержания металла по забоям штрека.

1 — массивный колчедан;
 2 — вкрапленник; 3 — боковые породы

№ пробы	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Мощность жилы, м	0,52	0,62	0,70	1,10	0,78	0,54	0,70	0,65	0,60	0,57	0,60	0,88
Содержание металла, %	0,43	0,69	1,12	0,52	0,37	0,74	1,92	2,17	1,23	0,89	0,63	0,52
Длина влияния пробы, м	2,3	2,3	2,3	2,7	2,9	2,3	2,6	2,7	2,5	2,8	2,8	3,9

Рис. 45. Определение среднего содержания металла по штреку

больше вкрапленной руды, чем массивного колчедана. В то же время 1 м³ массивного колчедана более чем в полтора раза тяжелее 2 м³ вкрапленной руды. Поэтому среднее содержание по забоям следует определять взвешенным способом пропорционально произведению длин борозд на объемные веса руд, т. е. по формуле

$$C = \frac{\sum mdc}{\sum md},$$

где m — частные значения длин борозд (мощностей);
 d — то же, объемных весов руды.

В нашем примере

$$C = \frac{(8,53 \times 0,2 \times 5) + (1,57 \times 1,2 \times 3)}{(0,2 \times 5) + (1,2 \times 3)} = 3,06\% \text{ Cu.}$$

Определение средней мощности и среднего содержания металла по штреку, по горизонту постоянно требуется в практике разведки и эксплуатации месторождений различных полезных ископаемых. При этом могут иметь место следующие частные случаи.

1. Расстояния между пробами равны между собой, длины борозд (мощности жилы) и содержание полезного компонента переменные. Среднюю мощность вычисляют по формуле среднего арифметического

$$M = \frac{\sum m}{n}$$

Среднее содержание полезного компонента определяют по формуле среднего взвешенного пропорционально длинам борозд (мощностям жилы)

$$C = \frac{\sum cm}{\sum m}$$

2. Расстояние между пробами, длины борозд (мощности жилы) и содержание полезного компонента переменные. Это наиболее общий случай в практике (рис. 45). Здесь необходимо ввести дополнительное понятие — длину влияния пробы. На плане штрека эту длину определяют графически. Расстояние между пробами делят пополам на участки влияния, прилегающие к отдельным пробам. Затем определяют общую длину смежных участков, прилегающих к данной пробе.

Таблица 34

Вычисление средних показателей жилы по штреку

№ проб	c	m	l	ml	cm
17	0,43	0,52	2,3	1,20	0,51
18	0,69	0,62	2,3	1,43	0,98
19	1,12	0,70	2,3	1,61	1,80
20	0,52	1,10	2,7	2,97	1,54
21	0,37	0,78	2,9	2,26	0,84
22	0,74	0,54	2,3	1,24	0,92
23	1,92	0,70	2,6	1,82	3,49
24	2,17	0,65	2,7	1,78	3,86
25	1,23	0,60	2,5	1,50	1,84
26	0,89	0,57	2,8	1,60	1,42
27	0,63	0,60	2,8	1,68	1,06
28	0,52	0,88	3,9	3,43	1,78
Итого	—	—	32,1	22,52	20,04

Среднюю мощность жилы рассчитывают по формуле среднего взвешенного пропорционально длинам влияния отдельных проб по оси штрека

$$M = \frac{\sum ml}{\sum l}$$

где l — среднее влияние частной пробы по оси штрека.

Среднее содержание полезного компонента также рассчитывают по формуле среднего взвешенного пропорционально длинам борозд (мощностям жилы) и длинам влияния проб по оси штрека

$$C = \frac{\sum cm}{\sum ml}$$

Все вычисления заносят в журнал (табл. 34).

Исходя из данных, приведенных в табл. 34,

$$M = \frac{22,52}{32,1} = 0,70 \text{ м}; \quad C = \frac{20,04}{22,52} = 0,88\%$$

При перерывах (пережимах) маломощной рудной жилы по штреку в приведенные выше формулы определения мощности необходимо вводить в качестве множителя линейный коэффициент рудоносности K , представляющий собой отношение суммы для участков непрерывного протяжения рудной жилы к общему протяжению штрека L_0 , включая пережимы:

$$K = \frac{\sum L}{L_0}$$

При этом средняя уравненная мощность жилы (по всей длине штрека) будет равна

$$M_0 = \frac{\sum ML}{\sum L} \cdot K,$$

а среднее уравненное содержание полезного компонента (также по всей длине штрека) составит:

$$C_0 = \frac{\sum ML}{\sum ML} \cdot K.$$

В формулах M и C являются средними значениями мощности и содержания полезного компонента по отдельным участкам непрерывного протяжения жилы; выведенными по ряду частных проб.

В рудной жиле большой мощности, вскрытой несколькими ортами из одного штрека, среднюю мощность определяют как средневзвешенное из частных значений мощности по отдельным ортам пропорционально площадям влияния этих ортов на плане. Для вычисления среднего содержания полезного компонента в этом случае нельзя принимать во внимание только пробы по штреку или все пробы по штреку и по всем ортам. Штрек может быть пройден по богатой или бедной металлом части жилы. Поэтому среднее содержание полезного компонента по нему может существенно отличаться от действительного.

Для решения поставленной задачи необходимо определить содержание полезного компонента по каждому орту в отдельности, включая и пробы по штреку в сечении данного орта, а затем вычислить среднее содержание по горизонту как средневзвешенное из содержаний по ортам пропорционально мощности жилы и длинам их влияния.

Все перечисленные способы определения средних показателей по штрекам и горизонтам маломощных жил при большом количестве проб дают практически тот же результат, что и более простой широко известный способ арифметической середины.

Средневзвешенный способ определения средних показателей по штрекам следует принимать при малом количестве проб со значительными колебаниями содержаний при ясно выраженной прямой или обратной корреляционной зависимости между мощностью и содержанием. В большинстве случаев на практике средние величины можно определять среднеарифметическим способом.

4. Учет проб с исключительно высоким содержанием металла

При разведке и эксплуатации рудных и россыпных месторождений золота, платины и редких металлов отдельные пробы содержат весьма высокий процент металла, превышающий в несколько раз его среднее содержание в руде или песках. Такие пробы принято называть выдающимися. Оставление или исключение выдающихся проб из подсчета среднего содержания металла существенно отражается на последнем. Поэтому такие пробы требуют особых приемов при определении среднего содержания,

Примеры обработки данных по блоку для выявления выдающихся проб.
По П. Л. Каллистову [10]

Штрек 280 м		Штрек 330 м		Восстающий *		Восстающий **	
№ проб	Ау, г/т	№ проб	Ау, г/т	№ проб	Ау, г/т	№ проб	Ау, г/т
Пример первый							
100	46,4	652	21,6	193	9,2	541	5,0
101	63,7	653	13,6	195	9,8	550	166,0
102	21,5	658	56,3	196	13,4	575	45,2
103	684,6	685	10,6	198	19,6	596	153,2
104	63,2	686	167,6	199	42,0	601	81,8
110	57,6	695	2,2	246	27,6	607	60,0
111	66,0	702	22,4	251	12,2	621	23,9
112	110,0	737	10,8	303	131,6	632	31,2
113	22,4	668	2,2	304	62,4	638	50,9
142	20,6			305	80,2		
				320	141,2		
				345	373,2		
				356	200,8		
				580	5,8		
				431	166,0		
				528	109,8		
				529	268,0		
Пример второй							
578	24,0	375	310,2	182	6,4	46	20,0
577	1,6	383	12,4	215	1,2	47	7,4
661	16,0	384	12,8	275	2,3	48	22,8
662	16,4	44	7,6	276	21,6	116	88,4
775	8,4	45	6,4			117	41,6
777	2,2	112	8,0			118	21,2
		113	45,6			119	15,2
		114	8,8			120	61,1
		115	32,0			199	8,2
		143	4,6			200	4,8

* В первом примере данные по восстающему 15, во втором примере — по восстающему 3.
** В первом примере данные по восстающему 13, во втором примере — по восстающему 1.

Таблица 35

Разделение проб на классы по содержанию металла

Границы классов	Среднее содержание металла в классе, г/т	Границы классов	Среднее содержание металла в классе, г/т	Границы классов	Среднее содержание металла в классе, г/т
1—2	1,5	16—32	24	256—512	384
2—4	3	32—64	48	512—1000	756
4—8	6	64—128	96	1000—2000	1500
8—16	12	128—256	192	2000—4000	3000

Установление наличия выдающихся проб возможно только при значительном количестве проанализированных проб в процессе детальной разведки или эксплуатации.

В специальной литературе по учету выдающихся проб предлагалось много различных рекомендаций. Наиболее основательно этот вопрос разработан П. Л. Каллистовым [10], основные предложения которого изложены ниже.

Всю совокупность проб месторождения или отдельного блока можно разбить по мере увеличения содержания на область нормальных проб и на очень небольшое (единицы) количество высоких проб. Величина верхнего предела содержания нормальной пробы находится в прямой зависимости от следующих факторов:

- 1) объема выборки (количества проб), по которому определяется среднее содержание металла;
- 2) уровня среднего содержания металла в рудах (песках) опробованного участка;
- 3) степени неравномерности (величины дисперсии) содержания металла в рудах (песках).

Пробы месторождения (участка) разбивают на классы по содержанию металла, возрастающие в геометрической прогрессии, со знаменателем прогрессии, равным 2 (табл. 35).

Основная масса проб располагается в нескольких классах, образуя непрерывный ряд с максимумом в одном из средних классов. Единичные пробы с выдающимся содержанием золота иногда располагаются в классах, отделенных пустыми классами от основной массы проб. Такие пробы следует относить к выдающимся, и ограничивать их при вычислении среднего содержания.

Рекомендации по выявлению и учету выдающихся проб:

1. К числу выдающихся следует относить пробу, содержание в которой более чем в два раза превышает содержание ближайших к ней по величине (но не по местоположению в блоке) проб.

2. При вычислении среднего содержания показание выдающейся пробы заменяется удвоенным содержанием в ближайшей меньшей пробе или удвоенным средним содержанием металла в том классе, к которому принадлежит эта ближайшая меньшая проба.

3. Две пробы могут считаться выдающимися, если они не отделены пустыми классами от остальных проб, но значительно отличаются от последних по содержанию металла.

4. Если внутри блока определяется участок, отличающийся от остальной части блока очень высоким содержанием металла, то такой участок следует выделить и вопрос о выдающихся пробах решить для него отдельно.

5. В пределах одного блока к числу выдающихся проб, подлежащих ограничению, не следует относить более двух проб.

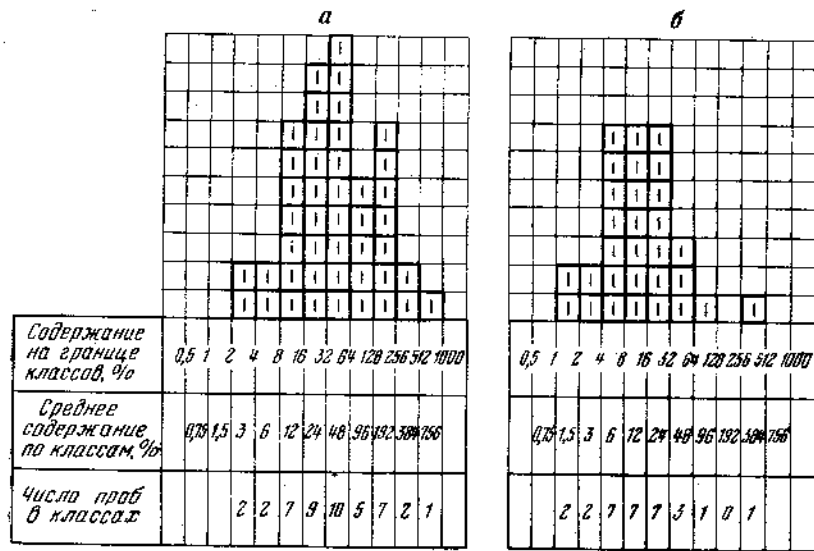


Рис. 46. Графический способ выявления и учета высоких проб. По П. Л. Каллистову [10].
 а — высоких проб нет; б — высокая проба отделена пустым классом от остальной массы проб

6. Если в блоке имеется всего две или три пробы, ни одна из них не должна относиться к числу выдающихся.

7. Если в блоке имеется только три пробы и одна из них показывает содержание металла, во много раз превышающее показания двух других проб, то для такого блока содержание следует принимать по смежным блокам и запасы этого блока относить не выше чем к категории C_1 [10].

В примере первом (табл. 36, рис. 46) выдающихся проб нет. В этом случае все пробы должны быть включены в расчет среднего содержания без ограничения.

Во втором примере содержание золота в пробе 375, составляющее 310,2 г/т, более чем в два раза превышает показание следующей меньшей пробы 116 — 88,4 г/т. Таким образом, проба 375 выдающаяся и подлежит ограничению. Проба 116 принадлежит к классу 64—128, для которого среднее содержание равно 96 г/т. Содержание 88,4 г/т меньше 96 г/т. Поэтому пробу 375 заменяют удвоенным содержанием пробы 116, т. е. $88,4 \times 2 = 176,8$ г/т.

5. Опробование по естественным типам руд

На каждом месторождении можно выделить два-три (иногда пять-шесть) естественных типов руд. Они легко определяются визуально в забое, в отвале. Каждый из естественных типов руд отличается более или менее определенным минеральным и химическим составом и устойчивыми

физическими свойствами, каждому из них свойственно более или менее устойчивое содержание полезного компонента, колеблющееся в сравнительно узких пределах.

Минералогическое опробование по естественным типам руд основано на использовании геологической документации забоев по этим типам руды и устойчивого среднего содержания полезного компонента по каждому типу. Этот метод был разработан Н. В. Ивановым и рекомендован к внедрению на горных предприятиях [8].

Применению этого прогрессивного метода должна предшествовать предварительная подготовка. По внешним признакам на месторождении выделяют естественные типы руд и по этим типам подбирают эталонные выделки. На типичных штучах устанавливают процентное соотношение главных рудных и нерудных минералов. Затем для каждого естественного типа руд подбирают 30—50 зарисовок забоев с результатом химического опробования. Определяют среднее арифметическое содержание полезных компонентов и вредных примесей отдельно для каждого типа руд. Параллельно определяют средний объемный вес руды для каждого типа, если он существенно различен. После этого составляют табличку, в которой для каждого естественного типа руд записывают средние содержания полезных компонентов и вредных примесей, а также объемные веса.

Процесс опробования сводится к детальной геологической документации забоев с выделением на зарисовках типов руд и границ между ними.

Среднее содержание полезного компонента вычисляется по зарисовке забоя как средневзвешенное:

$$C_{\text{ср}} = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2 + \dots + c_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

и

$$C_{\text{ср}} = \frac{c_1 S_1 + c_2 S_2 + \dots + c_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

где $C_{\text{ср}}$ — среднее содержание полезного компонента в пределах зарисовки забоя;

c_1, c_2, \dots, c_n — среднее содержание полезного компонента в рудах первого, второго и т. д. типов (устанавливается предварительным изучением);

m_1, m_2, \dots, m_n — мощности первого, второго и т. д. типов (устанавливаются по зарисовкам забоя);

S_1, S_2, \dots, S_n — площади распространения руд первого, второго и т. д. типов (устанавливаются по зарисовкам забоя).

Первая формула рекомендуется для рудных тел с более или менее прямолинейными границами между типами руд, вторая — с криволинейными. В обоих случаях необходимо также учитывать удельные веса руд по типам, если они существенно различны.

Метод опробования по типам руд отличается простотой и высокой производительностью. При этом методе нет необходимости отбивать в забое материал для пробы, обрабатывать его и подвергать анализу. Метод опробования по типам руд в условиях действующего рудника позволяет сократить количество химических анализов (особенно в очистных забоях),

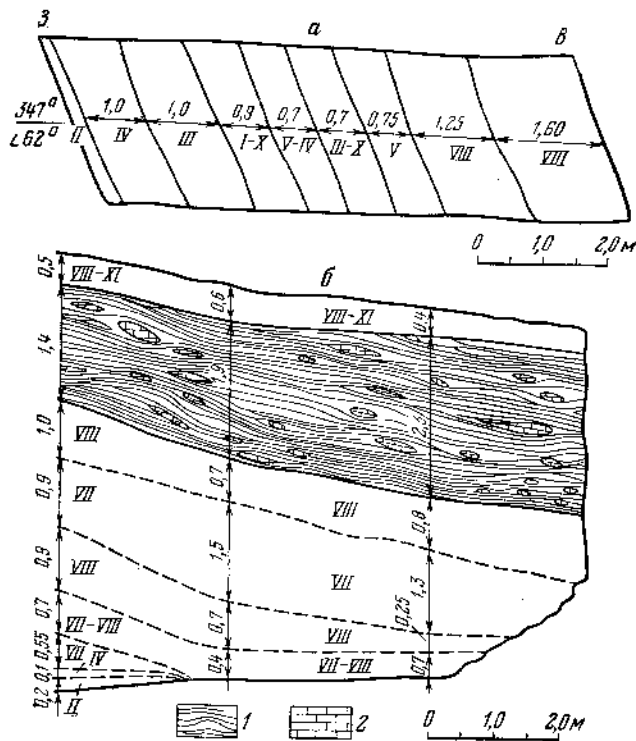


Рис. 47. Пример геологической документации по естественным типам руд на медном руднике. По С. М. Мелит.

а — при крутом залегании рудного тела; б — при пологом залегании рудного тела.
1 — сланцы; 2 — известняки;
I—X — типы руд

непосредственно в забое выделить промышленную руду и уточнить направление подготовительных и очистных работ (рис. 47).

На одном из редкометальных месторождений магматического генезиса Н. В. Ивановым [8] был применен метод минералогического опробования по типам разрезов. Рудные залежи здесь образовались в результате дифференциации магматического расплава, имеют форму правильного пласта залегают согласно с вмещающими породами. Слои всех пород и рудные пласты имеют пологое падение к центру плутона. Размеры пластов большие, а мощность их не превышает 1 м.

Для рудных пластов характерны очень плавные изменения содержания полезных компонентов по простиранию и падению. По мощности пластов наблюдается хорошо выдержанное переслаивание богатых и бедных руд с рудами средними по качеству (переходные руды). Это позволило установить на месторождении типы разрезов и разновидности этих типов. В каждом из типов разрезов или разновидностей типов химическим или минералогическим анализом устанавливалось содержание ценных компонентов.

Опробование сводится к детальной геологической документации отдельных пересечений рудных пластов и определению типа разрезов, в также к установлению характерных для них содержаний ценных компонентов. Для контроля с каждого пятого или десятого пересечения рудного

пласта берутся пробы для химического или минералогического анализа. Метод опробования по типам разрезов можно применять на пластовых месторождениях осадочного и гидротермально-метасоматического генезиса, для которых характерно плавное изменение содержания полезного компонента по простиранию и падению рудных пластов. При небольшом числе сечений этот метод позволяет произвести перспективную оценку рудного пласта.

6. Использование экскаваторов для опробования бортов карьеров

Широкое развитие механизации в карьерах определяет новые специальные методы опробования. Основным механизмом для опробования может служить экскаватор. При достаточно мягкой или рыхлой руде, не требующей применения буровзрывных работ, машинист экскаватора по указанию геолога отбирает из забоя от одной до пяти проб, производя ковшем узкую вертикальную задирку по всей высоте уступа. Для уменьшения начального веса породы задирковую пробу можно отделить от забоя одним из крайних угловых зубьев ковша экскаватора. Можно также на зубья ковша надевать специальный козырек, позволяющий отбирать вертикальную борозду шириной 0,2—0,3 м. После отбора пробы машинист поворачивает стрелу на 180° и выгружает пробу на свободную площадку, несколько разравнивая ковшем. От такой пробы пробщик точечным способом отбирает химическую пробу.

Если в забое карьера руда переслаивается с пустой породой или представлена двумя или более естественными типами руд, необходимо по возможности отбирать от каждого типа руд отдельные пробы.

В карьерах с применением буровзрывных работ для предварительного разрыхления крепких руд перед экскавацией опробованию подлежит отбитая взрывом рудная масса. В карьерах Дзержинских медных

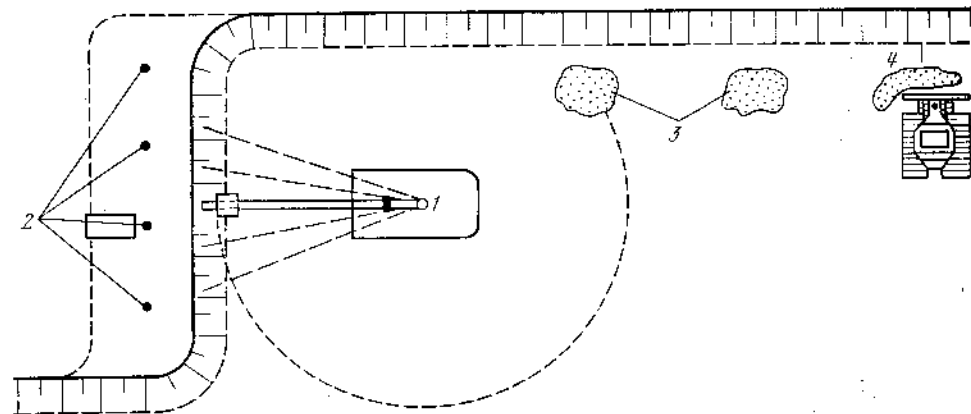


Рис. 48. Использование экскаваторов для опробования отбитой рудной массы в забое карьера (план).

1 — экскаватор; 2 — буровзрывные снаряды; 3 — пробы, взятые экскаватором; 4 — уборка пробы бульдозером

Объем пробы (в ендовках)

Характеристика россыпей	Предварительная и детальная разведка. При содержании шлихового золота на одну ендовку			Поисковая разведка
	менее 10 мг	10—40 мг	более 40 мг	
С мелким золотом	3	5	5	5
Со средним »	3	5	8	8
С крупным »	5	8	10	10

Наиболее ответственной операцией всей разведки является промывка проб из разведочных шурфов. Предварительную промывку следует проводить из всех выкидов породы. С каждого выкида пробу берут бороздой в объеме 2—5 ендовок. Ендовка (мерный ящик) изготавливается из кровельного железа или сухих досок и имеет точно определенные внутренние размеры и объем; например, дно 40 × 20 см, верхнее основание 50 × 30 см, высота 22 см (рис. 50). С учетом разрыхления в такую ендовку входит 0,02 м³ (1/50 м³) неразрыхленной породы. Породу насыпают с верхом, затем двумя-тремя ударами о землю ее уплотняют, а верх выравнивают доской под плоскость верхнего основания ендовки. Пробу из ендовки промывают в лотке или в ковше, по возможности на месте разведки. При наличии «весового» золота (или касситерита и др.) проходку промывают всю, чтобы получить более надежные данные о содержании.

Достаточная представительность опробования зависит от крупности частиц самородного золота и от равномерности их распределения в россыпи. Мелкий металл в россыпи распределен весьма равномерно, металл средней крупности — равномерно, крупный металл — неравномерно. В табл. 37 показан объем пробы в ендовках [9].

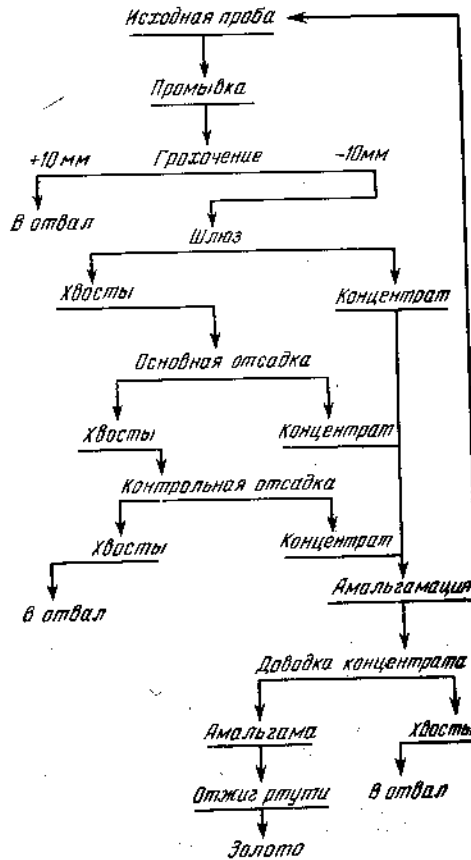


Рис. 51. Схема обогащения проб. По А. И. Трушкову и И. П. Иванову [19].

рудников пробу отбирают ковшем экскаватора из трех или пяти вертикальных задинок по отбитой рудной массе и выгружает на площадку (рис. 48). Пробы от негабаритных глыб отбирают точечным методом вкрест видимой в глыбе полосчатости руды. Отбитые порции присоединяют к точечной пробе от рудной массы.

Сравнение забойных проб с соответствующими пробами из буровзрывных скважин, взятых с одного и того же забоя Дзержинских рудников, показало их хорошую сходимость (отклонение в содержании меди составило не более 5% в сторону увеличения).

На свинцовых рудниках в ковш экскаватора можно установить датчик гамма-гамма-метода, при помощи которого оперативно определяется содержание свинца в ковше, наполненном рудой. Это позволит существенно понизить разубоживание руды при добыче.

7. Опробование горных выработок при разведке и эксплуатации россыпей

Разведка россыпей шурфами производится в безводных наносах или в мерзлых грунтах. В водоносных отложениях шурфы проходят только при небольшом притоке воды, которую можно удалить передвижными насосами.

Сечение шурфа при разведке россыпей составляет 1,0—1,4 × 1,8 м, иногда меньше; длинная сторона располагается поперек россыпи. Шурфы в талых и рыхлых породах проходят со сплошным креплением. При проходке шурфов выдавать породу следует отдельно с каждой проходки (0,2—0,5 м в зависимости от мощности золотоносного пласта), располагая выкиды отдельными кучами вокруг устья шурфа по ходу часовой стрелки. На деревянных кольях (бирках) наносятся порядковые номера проб с указанием глубины выемки. Заведомо пустые породы («торфа»), покрывающие металлоносные пески, при дальнейшей разведке можно выдавать в общий отвал (рис. 49).

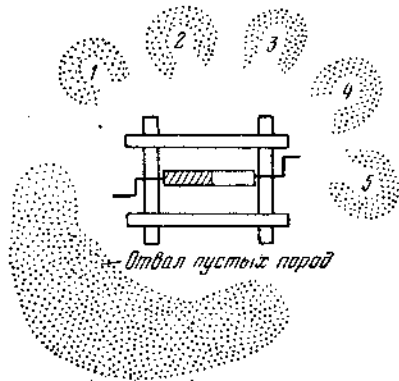


Рис. 49. Пометровая раскладка золотоносных песков из разведочного шурфа

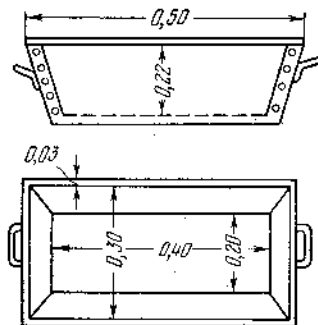


Рис. 50. Ендовка для замера объема песков

Практика разведочных работ показала, что в ряде случаев участки россыпи с крупным золотом не были выявлены из-за недостаточных объемов опробования.

Валовые пробы металлоносных песков промывают на вашгерде или на специальной обогатительной установке. В настоящее время широко применяется обогатительная установка для промывки золотоносных песков из разведочных шурфов. На рис. 51 показана схема обогащения проб, а на рис. 52 — схема размещения оборудования. Золотоносные пески из шурфов с каждой углубки доставляют на установку трактором или другим видом транспорта. Во избежание потерь песков при перевозке желательно предусмотреть определенные емкости (тару), в которые следует насыщать пески из шурфа, и в них доставлять пески на промывку. Концентрат со шлюза и из осадочных машин поступает вместе с ртутью в амальгаматор и доводится на лотке. Подача воды в бункер, на грохот и осадочные машины обеспечивается центробежным насосом производительностью 15—30 м³/ч [19].

Для опробования рыхлых горных пород древней коры выветривания и легко промывистых россыпей с малым содержанием глинистого материала на разведочных работах можно применять винтовые сепараторы. Разработаны два типа винтовых сепараторов: поисковый (ПВС) и разведочный (РВС), отличающиеся размерами и конструктивным исполнением отдельных деталей.

Поисковый винтовой сепаратор (ПВС) состоит из алюминиевого желоба, закрепляемого на алюминиевой пустотелой трубе, которая одновременно

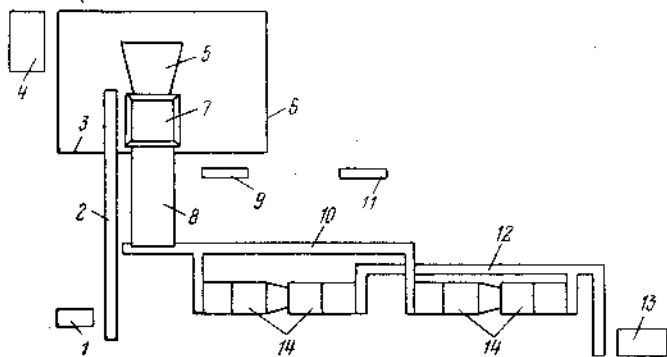


Рис. 52. Схема размещения оборудования обогатительной установки. По А. И. Трушкову и И. П. Иванову [19].

1 — насос; 2 — желоб для гальки; 3 — площадка грохотовщика; 4 — электростанция; 5 — бункер; 6 — эстакада; 7 — грохот; 8 — шлюз; 9 — водораспределитель; 10 — распределительный желоб; 11 — электроцит; 12 — хвостовой желоб; 13 — доводка амальгамы; 14 — осадочные машины

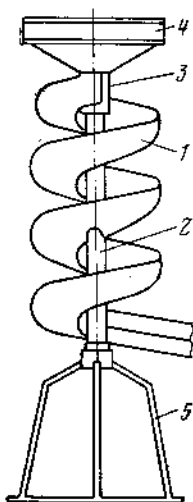


Рис. 53. Поисковый винтовой сепаратор ПВС. По М. И. Маланьину [15].

1 — винтовой желоб; 2 — пустотелая труба; 3 — скользящая муфта для изменения угла наклона винтового желоба; 4 — приемный бункер; 5 — станция сепаратора

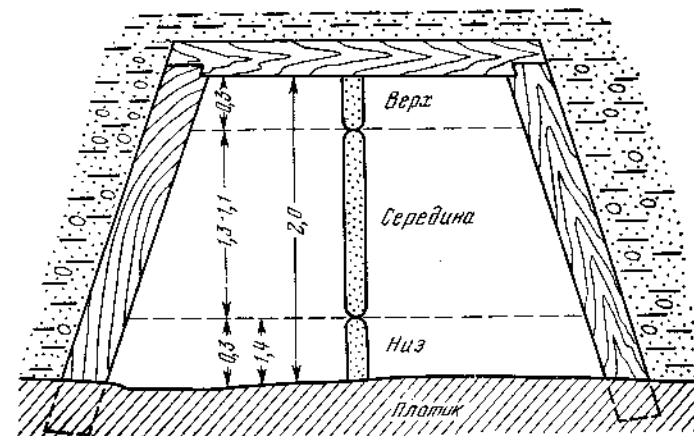


Рис. 54. Опробование золотоносного пласта, вскрытого горной выработкой

являются станиной и пульпопроводом для концентрата (рис. 53). В верхней части трубы желоб прикреплен к скользящей муфте, позволяющей изменять угол наклона желоба от 14 до 18°. Над желобом находится приемный бункер, на который равномерно подается пульпа. К нижней части трубы прикреплена трехногая стойка, служащая опорной частью станины. В средней части и в конце желоба установлены отсекатели для отделения концентрата. Для удобства перевозок сепаратор помещен в цилиндрический бак; во время работы бак с водой устанавливается над сепаратором [15]. Производительность ПВС составляет 20—100 кг исходного материала в час, расход воды от 0,35 до 0,9 м³/ч, вес 8 кг [5].

Для опробования россыпей с мелким золотом применим винтовой шлюз [13].

При разработке россыпей подземным способом опробование забоев имеет решающее значение для установления направления горных работ, определения промышленной мощности пласта, высоты очистного забоя и пр. Пробы по металлоносному пласту следует брать широкой вертикальной бороздой от почвы до кровли забоя, подразделяя эту борозду по высоте на три или четыре секционные пробы (рис. 54). Для отбойки бороздовых проб в мягких породах можно пользоваться обычным кайлом. В мерзлых песках применяют пневматический отбойный молоток.

Первую пробу берут с плотика (почвы) россыпи на глубину его заделки при эксплуатации. Материал пробы поступает в ендовку для замера точного объема. Борозду по пескам делят на три неравные части: нижнюю, среднюю и верхнюю. Отбивать материал из борозды следует только снизу вверх. Нижнюю пробу берут от плотика россыпи на высоту 0,4—0,5 м; средняя захватывает всю среднюю часть забоя длиной 1,1—1,4 м. Верхняя длиной 0,3—0,4 м освещает прилегающую к кровле выработки часть забоя. Каждую пробу снабжают биркой с номером, который записывают в полевую книжку.

Деление забоя по высоте на отдельные части дает возможность изучить металлоносность россыпи в отдельных ее горизонтах. Если имеются

Пример вычисления содержания окиси вольфрама в россыпи

Объем пробы, м ³	Вес шлиха, г	Взвешивание шлиха, г/м ³	Магнитная фракция, %	Минералы	Данные ситового анализа										
					+10 мм		+2 мм		+1 мм		-1 мм		Всего, г	кг/м ³	WO ₃ , кг/м ³
					г	%	г	%	г	%	г	%			
0,66	345	522	40,0 11,5	Шлих в целом	72,0	85,7	104,0	100,0	78,3	100,03	40,0	0,522	—		
				Вольфрамит	35,4	46,3	25,8	24,8	10,0	12,71	17,5	0,178	0,209		
				Шеелит	7,2	15,8	22,0	21,1	17,6	22,4	62,5	0,094	—		
				Флюорит	—	5,6	29,0	27,8	34,0	43,4	68,6	0,104	—		

валуны, определяют их количество, каменистость (в процентах) по площади забоя (или по объему) путем глазомерной оценки. При отборе проб одновременно составляется геологическая зарисовка забоя в масштабе 1 : 50. Пробы на промывку доставляются в ендовках в специальное отапливаемое помещение (иногда в палатку с железной печкой) около шахты. Мерзлые пески оттаивают горячей водой. Иногда на шахтах промывку проб организуют под землей, в специальной камере возле штрека. Камера должна иметь яркое освещение.

Пробы промывает на специальной механической установке ПОУ или обычным деревянным лотком опытный рабочий в присутствии техника по опробованию. Собранный шлик сушат, после чего от него отделяют золото, или касситерит, кивоварь и некоторые другие минералы, взвешивают, ссыпают в бумажный капсюль и данные записывают в журнал. Для вычисления содержания металла в пробе в граммах на 1 м³ вес шлихового золота умножают на 50 (объем ендовки равен 1/50 м³). Среднее содержание золота по забою вычисляют как средневзвешенное пропорционально длинам борозд отдельных проб. При полной отработке россыпи в пробах задиры плотика остаются лишь «знаки» золота или оно отсутствует совсем. Наличие крупных золотинок — обычное явление при разработке многих россыпей. Поэтому вес крупных золотинок нередко вводят в подсчет среднего содержания по россыпи в целом и по забою.

Содержание других ценных минералов в россыпи определяют следующим путем. Шлик после сушки взвешивают и определяют его выход в граммах или килограммах на 1 м³ промытого песка. Из шлика выделяют магнитную фракцию (магнетит). Остальной шлик делают на классы по крупности с помощью сит. Класс +2 мм легко разбирается на отдельные минералы. Шлик — 1 + 2 мм рассыпают на стекле с подклеенной под ним белой бумагой, разделенной на квадратные сантиметры. От шлиха отделяют пробную полоску длиной 10—12 см и шириной по возможности в одно зерно и под бинокулярной лупой иглой выделяют из полоски зерна ценного минерала. Отношение длины полоски, сложенной только ценным

минералом, к общей длине начальной полоски дает примерное содержание ценного минерала в объемных процентах. При существенной разнице в удельных весах объемные проценты лучше переводить в весовые проценты. Суммарный вес ценного минерала во всех классах, деленный на объем пробы, дает содержание его в песках. В табл. 38 приведен пример вычисления окиси вольфрама в элювиальной россыпи*.

8. Опробование дражных забоев и техногенных россыпей

Правильное опробование дражных забоев имеет важное практическое значение. По данным опробования определяют среднее содержание металла в 1 м³ добываемой горной массы, устанавливают контур дражного полигона и контролируют чистоту задиры плотика россыпи.

Контур дражного полигона совпадает с линией бортового содержания металла. На местности этот контур отмечают вешками, в пределах которых и ведут драгирование россыпи. Известны, однако, случаи, когда фактический контур драгирования не полностью совпадает с разведанным контуром. В разведанном контуре, по данным эксплуатационного опробования, может оказаться участок с некондиционным содержанием металла. Запасы такого участка должны быть списаны по акту как забалансовые, некондиционные. С другой стороны, здесь может оказаться участок с промышленным содержанием, но не отработанный по горнотехническим причинам. Учитывая эти случаи, необходимо систематически проводить опробование бортов забоя в процессе работы драги.

Строго наблюдая за распределением металла в плане, иногда мало обращают внимания на изменение содержания в вертикальном разрезе россыпи. Опробование по вертикали может выявить наличие глинистых пропластков с повышенным над ними содержанием металла («ложный плотик») и качества задиры плотика при драгировании.

Опробование на драгах имеет следующие особенности: забой и плотик россыпи находятся под водой и поэтому недоступны для осмотра; пробы берутся из движущихся черпаков во время работы драги; места отбора проб должны быстро регистрироваться как в плане, так и по вертикали ввиду непрерывного движения драги вдоль забоя.

При эксплуатации россыпей золота дражным способом на предприятиях Северо-Востока СССР принята следующая методика и техника опробования. Опробование забоев и бортов дражных разрезов заключается в отборе «бороздовых» проб из толщи рыхлых отложений. Опробование плотика россыпи состоит в отборе проб из элювия пород, его слагающих. «Бороздовая» проба отбирается не в виде сплошной задиры, а из движущихся ковшей. Она больше напоминает пунктирную или точечную борозду. При быстрой работе пробника можно отбирать материал в ендовку

* При разведке золотосных, оловянных и вольфрамовых россыпей обычно в качестве первичного определения в промытой породе содержания золота, касситерита или вольфрамитов в практике широко применяется метод «отдувки» шлиха на специальном плоском металлическом или картонном ковшике-совке. Оставшийся золотой, касситеритовый или вольфрамитовый материал взвешивают на аптекарских весах и подсчитывают среднее содержание.

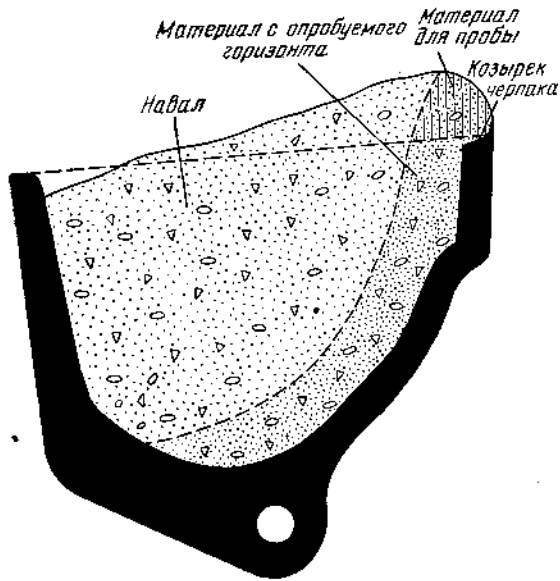


Рис. 55. Разрез дражного ковша. По А. С. Власову

из каждого третьего проходящего ковша. Полная емкость набирается из пяти ковшей.

За время отбора пробы черпаковая рама перемещается в плане на 5–6 м. Поэтому отбор пробы начинается за 2–3 м до подхода рамы к точке опробования и заканчивается после того, как рама переместится за точку опробования на 2–3 м. В пробу отбирается только порода, находящаяся на козырьке дражного ковша (рис. 55). Каждая борозда по высоте забоя делится на секции. Длина секции отвечает величине опускания черпаковой рамы по вертикали (по торфам 1 м, по золотоносному пласту и по задирке плотика 0,2–0,5 м).

Точки отбора проб располагают по шахматной сетке через 30 м по длине и через 20 м по ширине выдержанных россыпей (рис. 56). На невыдержанных россыпях следует применять сетку 30 × 15 м. Точки отбора проб выносятся маркшейдером на площадь полигона и закрепляются номерами. Нумерация проб ведется по каждому ряду, начиная с цифры 1. Каждой пробе присваивается номер, первая цифра которого отвечает номеру ряда, а вторая — номеру пикета. Так, проба 23 находится во втором ряду и на третьем пикете (см. рис. 56). Бортовыми пробам присваивается номер, первые две цифры которого отвечают номерам ближайших рядов, а третья — номеру ближайшего пикета. Сеть опробования наносится на маркшейдерский план в масштабе 1 : 500 и 1 : 2000 и привязывается к опорным пунктам топографической съемки.

Опробование плотика россыпи начинается с момента появления в ковшах элювия коренных пород и прекращается после получения отрицательных результатов, указывающих на отсутствие металла в почве забоя. Положение точек отбора по вертикали определяется глубиной черпания и вычисляется по формуле

$$H = H_1 + H_2,$$

где H — глубина черпания относительно дневной поверхности забоя, м;

H_1 — высота надводного борта, м;

H_2 — высота подводного борта, м.

Высота надводного борта H_1 измеряется с помощью специальной деревянной рейки длиной 4,5 м (рис. 57). На одном конце рейки укреплен

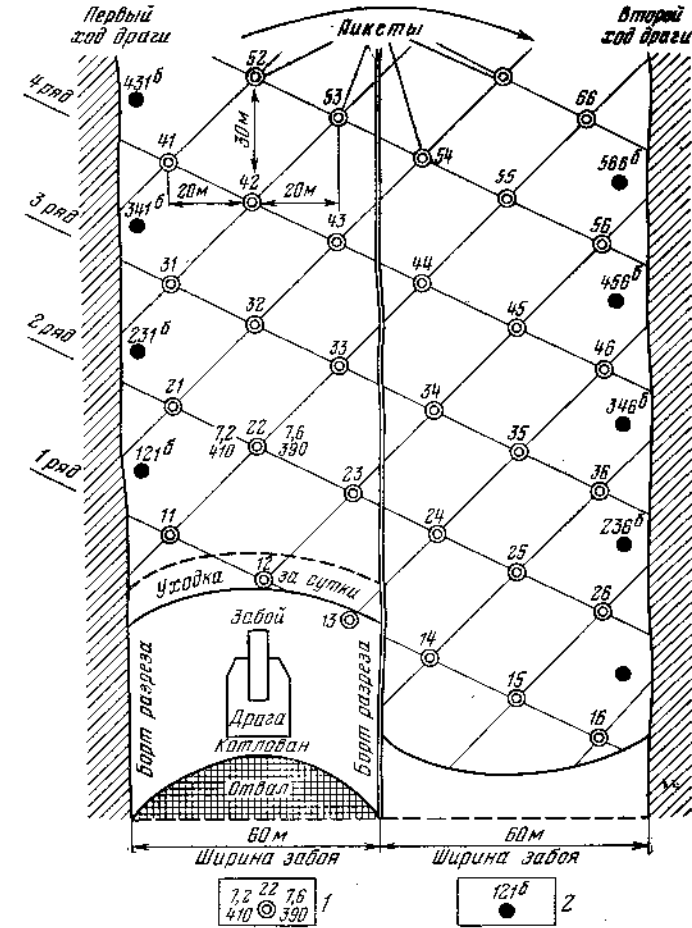


Рис. 56. Схема расположения точек отбора проб при разработке драгой продольными ходами выдержанной россыпи. По А. С. Власову.
1 — забойная проба; 22 — номер пробы; 7, 2 — глубина выемки (торфа + песок), м; 410 — содержание металла на глубину выемки, мг/м³; 7, 6 — глубина отработки (торфа + песок + задира плотика), м; 390 — содержание металла на глубину отработки, мг/м³. 2 — бортовая проба, 121б — номер бортовой пробы

свободно вращающийся ролик, а на другом — катушка с ручкой. Рейка между катушкой и роликом разделена на интервалы по 5 см, отмеченные черной и белой краской. Нулевое деление совпадает с осью катушки, которую намотан шнур. На свободном конце шнура крепится поплавок. Шнур имеет метки: красную в 4 м от поплавка, синюю в 5 м и зеленую в 6 м. Перед замером рейка укладывается на дневной поверхности так, чтобы ее конец с роликом был выдвинут от бровки разреза на 0,5 м. Красную метку шнура устанавливают против нуля на рейке. После этого раскручивают катушку до момента прикосновения поплавка к горизонту воды в разрезе и делают отсчет по рейке.

Высоту подводного борта определяют по формуле

$$H_2 = L \cdot \cos \alpha - (h_1 + h_2) + r,$$

где L — длина черпаковой рамы, м;

α — угол наклона рамы (от вертикали);

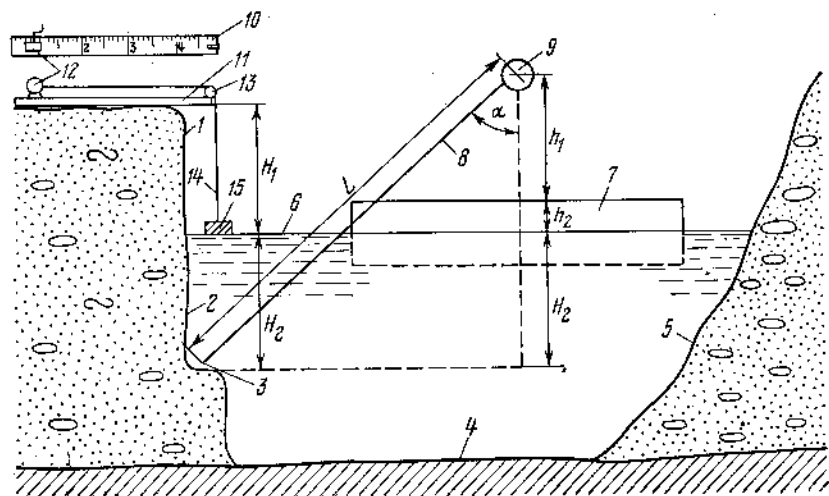


Рис. 57. Схема определения точек отбора проб в дражном забое. По А. С. Власову.
 1 — надводный борт разреза; 2 — подводный борт разреза; 3 — точка отбора пробы; 4 — плотик россыпи; 5 — отвал; 6 — уровень воды в котловане; 7 — понтон драги; 8 — черпаковая рама; 9 — барабан черпаковой рамы; 10 — вид рейки в плане; 11 — вид рейки сбоку; 12 — катушка; 13 — ролик; 14 — штур; 15 — поплавок

- h_1 — высота оси верхнего барабана черпаковой рамы над палубой понтона драги, м;
 h_2 — высота надводной части понтона драги, м;
 r — радиус, описываемый козырьками черпаков нижнего черпакового барабана.

На каждую драгу составляется расчетная таблица величины подводного борта для различных углов наклона рамы.

Промывка проб производится на палубе драги, в носовой ее части. Пробы промывают на приборе для опробования песков. Хвосты от промывки за каждую смену подвергаются доводке с применением ртути. Полученный из хвостов металл распределяется пропорционально содержаниям по опробованным интервалам. Шлихи и металл после сушки ссыпают в капсулы с указанием на них адреса проб и визуального результата опробования («золото», «знаки», «пусто»). Капсулы со шлихом и с золотом вкладывают в специальную металлическую банку. Банка с пробами, отобранными за сутки, передается геологу драги для обработки и вычисления содержания металла.

Металл от шлиха отделяется путем отдувки, которую можно заменить обработкой шлиха на доводочном центробежном сепараторе (ДЦС) конструкции ЦНИГРИ. Взвешивание чистого металла производится с точностью до 1 мг. Среднее содержание золота по борозде определяется среднезвешенным способом пропорционально длинам секций. Оно рассчитывается по двум вариантам: на дражную массу без учета проб плотика и на массу до полной глубины отработки с учетом задиры почвы россыпи.

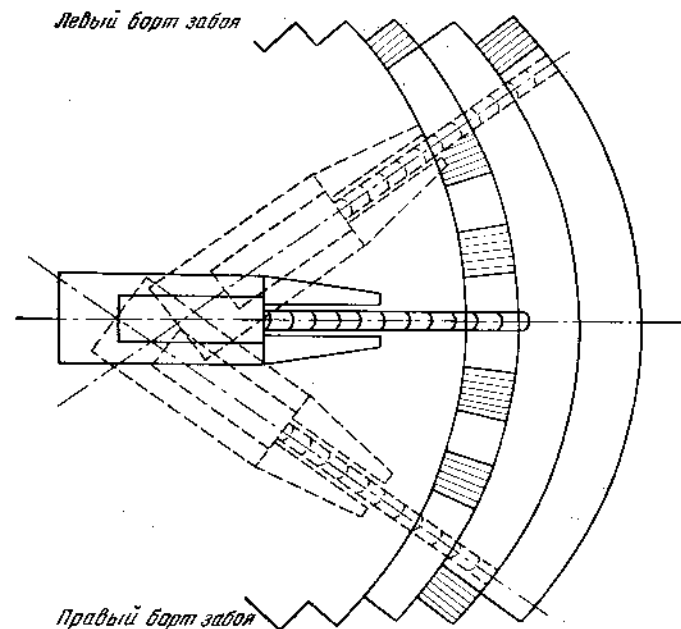


Рис. 58. Схема отбора проб в дражных забоях

На драгах новейшей конструкции отбор пробы из забоя производят в завалочном люке с помощью специального пневматического опрокидного устройства, позволяющего отсечь необходимое количество песков от общего потока, направляемого в промывную бочку. Отсеченную пробу подвергают грохочению, при этом гальку сбрасывают в отвал. Нижний продукт подают на вибрационный грохот и на стол-концентратор. Концентрат затем подвергают доводке на борту драги.

В общем виде процесс отбора проб из забоя показан на рис. 58. При первом зашагивании пробы отбирают по всей ширине забоя в трех-четырех местах, причем пробы торфов, речников и песков обрабатываются отдельно. При втором зашагивании пробы берут с правого борта в отдельности по торфам, речникам и пескам. При третьем зашагивании так же берут пробы с левого борта. Затем весь цикл повторяется. За тройное зашагивание получается полная картина распределения золота в частях полигона. Результаты опробования заносятся в журнал и заверяются подписями геолога драги и промывальщика проб. По каждой опробованной точке ведется зарисовка (профиль). Образцы породы из плотика россыпи передаются в геологический отдел прииска. По этим образцам уточняется геологический план плотика и устанавливаются возможные рудопроявления, послужившие источником россыпного золота.

При гидравлической разработке россыпей опробованию подлежат борта и плотик разведанной площади. Борты карьера опробуют вертикальными бороздами через 10 м. Отбойку бороздовой пробы ведут снизу вверх по метровым интервалам. Почву не зачищенного плотика опробуют шурфами по квадратной сети 10 × 10 м. На зачищенном плотике пробы берут

Методы анализа горных пород и руд на содержание свободной двуокиси кремния в зависимости от крупности зерен кварца (халцедона, опала)

Крупность зерен кварца, мм	Горные породы, руды	Методы анализа
Более 0,1	Песчаники, метаморфические сланцы, гнейсы, граниты, гранодиориты, кварцевые порфиры, скарны, сульфидные руды	Подсчет числа зерен в измельченной породе под бинокулярной лупой (шлиховой метод)
0,1—0,01	Алевриты, метаморфические сланцы, окремненные известняки, мраморы	Подсчет числа зерен в шлифе под микроскопом (петрографический метод) Подсчет числа зерен в измельченной породе под микроскопом (иммерсионный метод)
Менее 0,01	Глинистые сланцы, аргиллиты, известняки, бокситы	Полный химический анализ с пересчетом на минеральный состав и вычислением избытка SiO ₂ . Специальный метод для выделения свободной SiO ₂ (термический метод)

отбирают шесть проб; из них две по рудной жиле и по две по вскрываемым породам всячего и лежащего боков. Отбор проб сопровождается зарисовкой забоя в масштабе 1 : 100 с указанием места взятия пробы.

Обязательному опробованию на взвешенную пыль должен быть подвергнут рудничный воздух при бурении шпуров, при производстве закладочных и погрузочных работ, в помещении по измельчению проб. Проба может быть получена за счет естественного оседания пыли на горизонтально поставленном экране площадью в 1 м² (лист фанеры, покрытый листом плотной бумаги). Вес пробы при этом должен составлять 0,2—0,3 кг. Содержание взвешенной в воздухе минеральной пыли в граммах на 1 м³ можно определить при помощи портативного электрического пылемера. При отборе проб пыли записывают характеристику технических условий пылеобразования. Взятые пробы смешивают и сокращают в соответствии с принятой на руднике инструкцией.

Методика определения содержания свободной двуокиси кремния зависит от преобладающего размера зерен кварца в изучаемой породе (в табл. 39).

Петрографический метод анализа с подсчетом числа зерен в шлифе под микроскопом применим только для горных пород и руд весьма равномерного и однородного минерального состава с крупностью зерен не менее 0,01 мм. Более надежен подсчет числа зерен кварца в измельченной пробе под бинокулярной лупой (шлиховой метод) или под микроскопом (иммерсионный метод).

Наибольшую трудность вызывает анализ тонкодисперсных горных пород и руд с зернами кварца менее 0,01 мм. В этом случае после тонкого измельчения горную породу или руду разделяют по возможности на мономинеральные фракции методом центрифугирования или с применением

из закопшек по сети 5 × 5 м. Особое внимание следует уделять геологической документации коренных горных пород, слагающих плотик. В плотике могут быть обнаружены коренные месторождения золота или горные породы с явными признаками околорудных изменений.

В золотоносных районах широко применяется повторная переработка галечных и торфяных отвалов ранее отработанных россыпей, а также бортовых и предохранительных целиков. Такие россыпи получили название техногенных. Опыт показал, что в техногенных россыпях содержатся значительные запасы ценного металла. В торфяных и галечных отвалах рыхлые отложения уже подвергались ручной и механической переработке. Поэтому площади ранее отработанных россыпей требуют нового подхода к их промышленной оценке. Наиболее рациональным методом опробования отвалов является валовое опробование. Оптимальный объем валовых проб при разведке отвалов на приисках Северо-Востока СССР составляет: для торфяных отвалов — 15—20 м³, галечных — 30—40 м³ и эфельных — 2—3 м³ [4].

9. Определение содержания свободной двуокиси кремния в горных выработках

Широкое применение буровзрывных работ в подземных выработках на многих рудниках вызывает у горняков профессиональное заболевание — силикоз. По действующему законодательству горные породы и руды с содержанием свободной двуокиси кремния более 10% относятся к силикозоопасности. Решение вопроса об отнесении рудника к категории силикозоопасных производится путем соответствующего опробования забоев с анализом взятых проб на содержание свободной двуокиси кремния.

Породообразующим минералом свободной двуокиси кремния является кварц всех разновидностей и в меньшей степени халцедон и опал. Излишне определять содержание кварца в породах, которые по своему минеральному составу содержат его заведомо больше 10%. К таким породам относятся кварциты, кварцевые песчаники, роговики, яшмовые породы, халцедоны, кварцевые кератофиры, аллитовые граниты, грейзены, липариты, граниты, пегматиты, кварцевые трахиты, пантеллериты, кварцевые порфиры, кварцевые диориты, кварцевые сyenиты, гранодиориты.

В рудных месторождениях большой и средней мощности опробованию должна быть подвергнута вся толща пород, вскрываемых горными выработками. При этом каждая литологическая пачка должна быть охарактеризована достаточным количеством проб. Опробованию подлежат все горные выработки, проходимые по силикозоопасным породам.

Отбор проб производится точечным методом с отбойкой в каждой точке кусков породы диаметром 2—3 см. Расстояние между точками принимают 20—50 см в зависимости от степени однородности породы. Общий вес одной пробы должен составить 1—2 кг. Опробование можно производить по керну разведочных скважин.

Расстояние между линиями опробования по простиранию обычно 50—100 м; в случае если породы хорошо выдержаны по простиранию, его можно увеличить до 200—300 м. В рудных жилах точечным способом

тяжелых жидкостей, с последующим спектральным, химическим, термическим, рентгеноструктурным анализами выделенных минералов. При более или менее известном минеральном составе пород или руд можно применить полный количественный химический анализ с пересчетом на минеральный состав и вычислением избытка SiO_2 , принимаемого за свободную двуокись кремния.

Для карбонатных пород и руд изучается минеральный состав нерастворимого остатка после обработки их соляной кислотой. Разработаны специальные методы химического анализа, позволяющие определять содержание свободной двуокиси кремния. Можно применять метод количественного термического анализа, описанный А. И. Цветковым [20].

В каждом конкретном случае рудничный геолог должен выбрать метод анализа, наиболее отвечающий исследуемым горным породам и рудам.

Содержание кварца определяют в объемных процентах. Для перехода к весовым процентам необходимо знать плотность породы и произвести пересчет по формуле

$$\text{Вес. \%} = \frac{\text{Объемн. \%} \times \text{плотность кварца (2,7)}}{\text{Плотность породы}}$$

Плотность большинства породообразующих минералов колеблется в определенных пределах, поэтому содержание кварца в весовых процентах практически равно его содержанию в объемных процентах.

Глава XVII

ОПРОБОВАНИЕ РАЗВЕДОЧНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ БУРОВЫХ СКВАЖИН

1. Механизация отбора проб от кернов разведочных скважин

Опробование при бурении скважин по сравнению с опробованием горных выработок имеет следующие недостатки: недоступность забоя для непосредственного осмотра, ограниченность и невозможность повторного получения материала пробы (керн и шлама). Это накладывает особую ответственность на геолога при опробовании буровых скважин. При разведке месторождений широко применяются станки колонкового бурения ЗИВ-150, ЗИФ-300, ЗИФ-650А, ЗИФ-1200-А и другие новые станки.

Выход керна по руде обычно колеблется от 50 до 80%. В плотных и однородных рудах и породах он повышается до 100%. В мягких и сильно трещиноватых рудах выход керна иногда снижается до нуля. При отсутствии или малом выходе керна в пробу поступает шлам, вследствие чего качество опробования значительно снижается. Учитывая это, следует добиваться максимального выхода бурового керна.

После отвинчивания коронки куски керна извлекают из колонковой трубы, обмывают водой и укладывают в керновый ящик в порядке их извлечения. Правила хранения и геологической документации керна

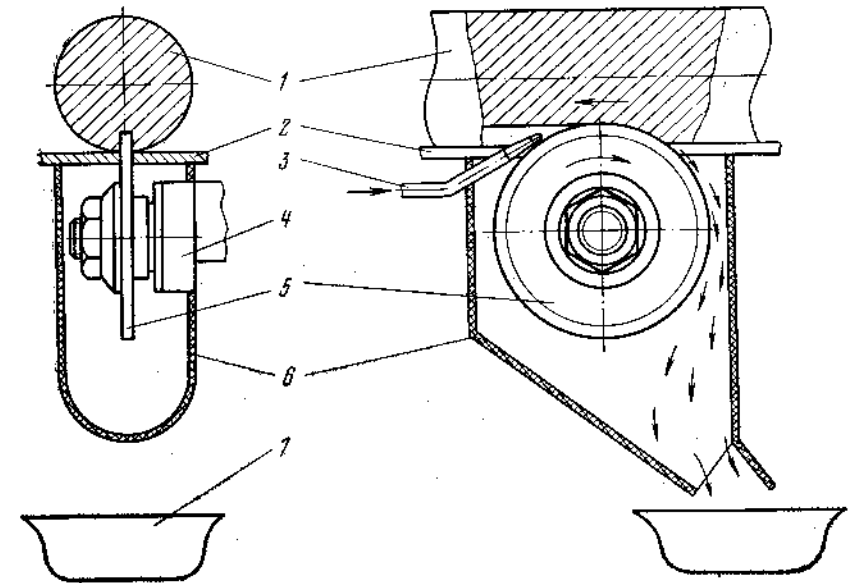


Рис. 59. Схема отбора бороздочной пробы от керна методом фрезерования.

1 — керн; 2 — каретка; 3 — трубка для подачи воды; 4 — вал фрезы; 5 — фреза; 6 — бачок для направления пробы в приемный сосуд; 7 — приемный сосуд

изложены в специальных инструкциях. Интервалы опробования керна могут быть равными, например, метровыми, или неравными (секционными). При отчетливой перемежаемости разных естественных типов руд пробы лучше брать по секциям. Длина каждой пробы определяется мощностью рудного прослоя. В жилах малой и средней мощности весь рудный керн составляет одну (не более двух) проб. При опробовании массивных и вкрапленных руд большой мощности следует применять секционный отбор проб с длиной керна отдельной пробы 1, 2 или 3 м, а иногда 5 м в соответствии с методами предстоящей эксплуатации.

Буровые скважины задают обычно вкрест простирания рудной залежи или пласта. Извлеченный из скважины керн в целом можно рассматривать как вполне представительную бороздочную пробу, вырезанную из рудной залежи с помощью бурового станка. Отсюда следует, что проба от керна также должна быть отделена вдоль по его оси без всяких пропусков. Оставшаяся часть керна сохраняется в качестве геологического документа и для всевозможных исследований.

Отделение пробы от керна может производиться способами раскалывания и резания. В практике работы горных предприятий и геологических экспедиций применяются керноколы с ручным или механическим приводом. Способ раскалывания керна с помощью керноколов или молотка и зубила уже не отвечает современным требованиям. В своей практике геологам необходимо отказаться от примитивного способа деления керна раскалыванием и переходить на его распиливание.

Рекомендуемые размеры малогабаритных керновых ящиков.
По В. Л. Челышеву [18]

Диаметр скважин, мм	Размеры керновых ящиков, см		
	длина	ширина	высота
24—59	51,5	30,0	3,5
66—91	51,5	30,0	5,5
110—150	51,5	30,0	8,5

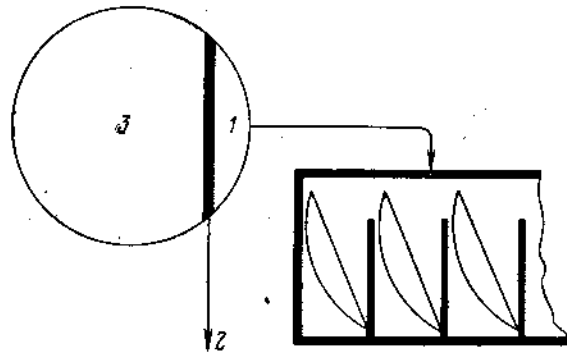


Рис. 60. Схема отбора пробы от керна методом распиливания.

1 — сегмент, отрезанный от керна, поступает на хранение в специальных ящиках; 2 — муку от распиливания направляют в лабораторию на химический анализ (проба высокой представительности); 3 — большую часть керна используют для изготовления полировок и шлифов или для технологических проб малого веса

Проба, вырезанная с боковой поверхности керна бороздой малого сечения, практически часто имеет ту же представительность, что и весь керн в целом. Такова идея, положенная в основу прогрессивного метода механического бороздого опробования керна, разработанного в Свердловском горном институте [1, 2, 3]. Пробную борозду вдоль керна вырезают на специальном станке стальной, карбундовой или мелкоалмазной дисковой фрезой. На рис. 59 изображен процесс отбора бороздовой пробы. Эксцентричный подшипник вала

фрезы позволяет перемещать ее ось по вертикали. Это дает возможность изменять глубину борозды от нуля до 12 мм. Ширина борозды зависит от толщины фрезы и может изменяться от 3,5 до 8 мм.

В Свердловском горном институте разработан более совершенный способ механического опробования кернов резанием на универсальном камерном станке УКС-2 конструкции СГИ. Керн разрезают на этом станке вдоль его оси на две неравные части (рис. 60). Малый сегмент толщиной около 15 мм укладывают в ящики для хранения геологической документации. Материал распила (мука) поступает в химическую пробу. Большая часть керна используется для изготовления шлифов и всевозможных образцов специального назначения или для технологического опробования руд.

На основании экспериментальных работ установлены следующие преимущества методов опробования кернов фрезерованием и распиливанием (резанием) по сравнению со способом раскалывания их керноколом.

1. Механизация процесса отбора пробы, совмещение в одной операции отбора, измельчения и сокращения пробы. Ситовой анализ типичных проб, взятых методами СГИ, показал, что класс — 0,1 мм составляет в них около 85% веса проб, а класс — 1,0 + 0,2 мм не превышает 5%. Отпадает необходимость применения керноколов, дробилок и валиков.

2. Резко уменьшается начальный вес проб — с 10—15 кг до 150—200 г.

3. Пробы, взятые методами СГИ, имеют более высокую представительность по сравнению с пробами, отбитыми керноколом. В проведенных экспериментах коэффициенты корреляции колебались от +0,725 до +0,990. Практически это доказывает возможность замены обычных проб, отобранных с помощью кернокола от половинок керна, пробами муки, полученной от фрезерования или распиливания керна.

4. Механизация опробования кернов способами фрезерования и распиливания (резания) открывает возможность перехода на бурение скважин малыми диаметрами, что дает значительный технический и экономический эффект без снижения качества геологической информации [6].

5. Повышается производительность труда и снижается стоимость опробования.

6. Исключается пылеобразование при измельчении проб, что отвечает требованиям техники безопасности.

7. Резко снижается расход электроэнергии при обработке проб.

При механизации опробования кернов способом распиливания (резания) возможно рациональное хранение сегментов керна в специальных малогабаритных ящиках (табл. 40).

На рис. 60 показан принцип укладки сегментов керна в малогабаритные ящики, у которых дно, крышка и внутренние перегородки сделаны из фанеры. Вес такого ящика с сегментами керна составляет от 8 до 14 кг.

Применение малогабаритных ящиков позволяет размещать большее их количество в кернохранилище. Обычные керновые ящики, вмещающие 1 тыс. пог. м керна диаметром 75 мм, занимают объем 12 м³. Малогабаритные ящики с сегментами керна, вмещающие 1 тыс. пог. м керна, займут всего 2 м³. Объем помещения для хранения керна сокращается в 6 раз.

Приведенные рекомендации по рациональному опробованию и хранению керна дают большую экономическую выгоду при строительстве кернохранилищ, облегчают труд рабочих, занятых на опробовании, повышают производительность труда и качество опробования и геологической документации, а также облегчают работы по вторичному просмотру керна ранее пробуренных скважин [18].

2. Опробование бурового шлама из скважин колонкового бурения

При низком выходе керна (менее 40—50%) обязателен сбор бурового шлама по тем же интервалам опробования, какие установлены для керна. При бурении трещиноватых пород с мягким и хрупким рудным минералом опробование бурового шлама необходимо вести даже при выходе керна 80—90%.

Буровой шлам может быть собран в шламовой трубе или у устья скважины. Шламовая труба представляет собой открытую сверху косо

Цвет буровой мути в зависимости от проходимых скважиной горных пород и руд

Горные породы и руды	Цвет буровой мути
Зона окисления, древняя кора выветривания метаморфических и других пород	Желтый
Бурые железняки Змеевики, порфириды, габбро, пироксениты, дуниты, хлоритовые сланцы	Кирпично-красный Светло-зеленый, грязно-зеленый
Колчеданные руды Углистые сланцы, бурый и каменный уголь, магнитный железняк, марганцевые руды	Черно-зеленый Черный
Известняки, мраморы	Белый

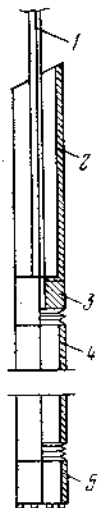


Рис. 61. Шламовая труба.

1 — штанга; 2 — шламовая труба; 3 — переходная муфта; 4 — колонковая труба; 5 — коронка

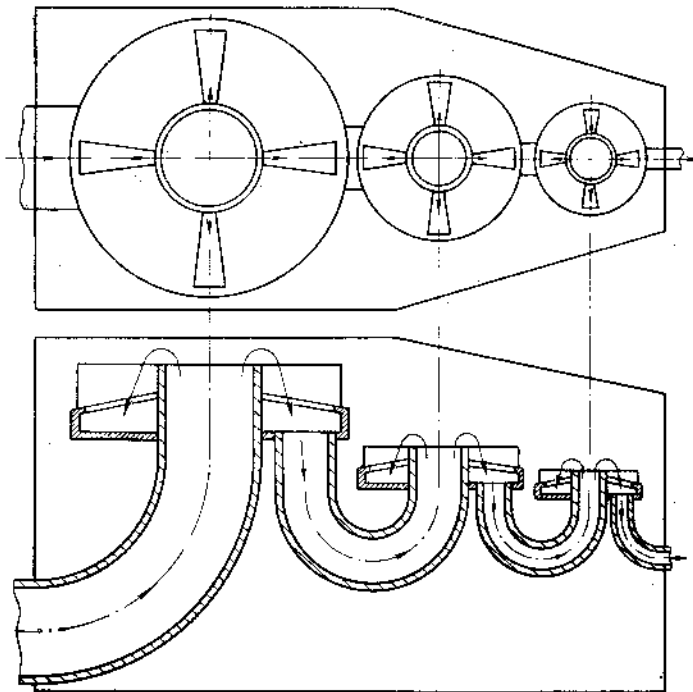


Рис. 62. Делитель бурового шлама, применяемый на Сорском молибденовом руднике. По В. Г. Ломаеву

срезанную трубу того же диаметра, что и колонковая труба. Нижним концом она навинчивается на переходную муфту (рис. 61). Буровой шлам, образующийся у забоя скважины, поднимается по узкому кольцеобразному пространству до верхнего конца шламовой трубы. Здесь скорость восходящей струи резко падает вследствие увеличения поперечного сечения восходящего потока. Наиболее крупные и тяжелые минеральные частицы оседают в шламовой трубе. Поэтому шлам из трубы обычно бывает обогащенным, тогда как собранный одновременно у устья скважины шлам показывает меньшее содержание металла. Поэтому при отборе для химического анализа обе фракции шлама с заданного интервала должны быть смешаны.

Сбор шлама у устья скважины производится следующим образом. На верхний конец обсадной трубы надевают желоб, по которому шлам поступает за пределы буровой вышки. Вместо применявшихся ранее отстойных деревянных ящиков с поперечными вынимающимися перегородками следует применить делитель бурового шлама, впервые примененный на Сорском молибденовом руднике. Конструкция делителя показана на рис. 62. Под нижнюю трубку ниже делителя подставляют сосуд для приема пробы. Буровой шлам представляет собой весьма однородные взвешенные в воде тонкие минеральные частицы, от которых методом продольной отсечки можно взять вполне представительную пробу небольшого объема.

После проходки интервала опробования усиливают промывку скважины в целях возможно более полного выноса буровой мути. При этом прекращают поступательное движение бурового инструмента. Показателем выноса мути служит заметное осветление буровых вод. Большое внимание в процессе бурения следует уделять цвету буровой мути. Изменение цвета указывает на переход забоя скважины в другие породы. В табл. 41 приведены некоторые характерные цвета буровой мути и соответствующие им горные породы.

Делители или отстойные ящики не улавливают полностью буровую мусть. Взвешенные в воде минеральные частицы свободно проходят через два-три последовательно соединенных отстойных ящика. Исследования, проведенные на Коунрадском руднике, показали, что в первом из четырех последовательно соединенных ящиков осаждалось 68% всей буровой мути, во втором 16%, в третьем 10% и в четвертом 6% [19].

Сбор бурового шлама по методу полной отсадки с многократным сокращением ее объема желобковыми делителями или по методу фильтрации через мешок не получил применения. В обычных случаях всегда можно ограничиться сбором буровой мути из отстойных ящиков.

Шлам из шламовой трубы вымывают при помощи ручного насоса и подвергают сушке на железном листе. В случае применения при бурении глинистой промывки данные опробования шлама нельзя признать достоверными. Из высушенного шлама магнитом извлекают частицы металлического железа, попадающие в шлам в результате истирания дроби и бурового инструмента. Эту очистку можно делать только при немагнитных рудах. При бурении без обсадных труб может несколько увеличиваться вес шлама за счет истирания стенок скважины от вращения штанг.

Шлам из шламовой трубы вымывают при помощи ручного насоса и подвергают сушке на железном листе. В случае применения при бурении глинистой промывки данные опробования шлама нельзя признать достоверными. Из высушенного шлама магнитом извлекают частицы металлического железа, попадающие в шлам в результате истирания дроби и бурового инструмента. Эту очистку можно делать только при немагнитных рудах. При бурении без обсадных труб может несколько увеличиваться вес шлама за счет истирания стенок скважины от вращения штанг.

Шлам из шламовой трубы вымывают при помощи ручного насоса и подвергают сушке на железном листе. В случае применения при бурении глинистой промывки данные опробования шлама нельзя признать достоверными. Из высушенного шлама магнитом извлекают частицы металлического железа, попадающие в шлам в результате истирания дроби и бурового инструмента. Эту очистку можно делать только при немагнитных рудах. При бурении без обсадных труб может несколько увеличиваться вес шлама за счет истирания стенок скважины от вращения штанг.

Шлам из шламовой трубы вымывают при помощи ручного насоса и подвергают сушке на железном листе. В случае применения при бурении глинистой промывки данные опробования шлама нельзя признать достоверными. Из высушенного шлама магнитом извлекают частицы металлического железа, попадающие в шлам в результате истирания дроби и бурового инструмента. Эту очистку можно делать только при немагнитных рудах. При бурении без обсадных труб может несколько увеличиваться вес шлама за счет истирания стенок скважины от вращения штанг.

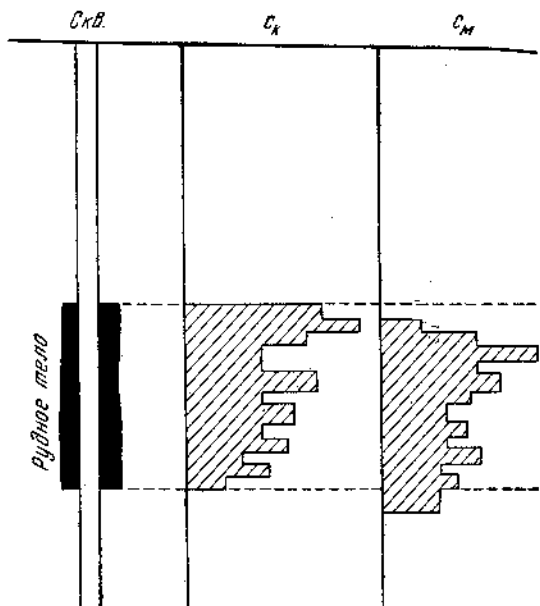


Рис. 63. Схема графического учета запаздывания выноса бурового шлама из скважины. C_k и C_m — интервалы с содержанием металла по анализам керна и буровой мути (шлама)

оси скважины, чем интервал по керну. Так, при глубине скважины 105 м и угле наклона 70° величина запаздывания была определена автором на одном из рудников в 3 м. В трещиноватых рудах промывные воды не всегда выходят из устья скважины. В условиях Никитовского ртутного месторождения запаздывание бурового шлама не учитывается. Скважины бурятся с полным поглощением промывочной жидкости, и ее уровень поднимается выше шламовой трубы только в процессе бурения. Поэтому шламовые пробы привязывают к рейсам бурения [9].

Во избежание флотации рудных минеральных частиц в воде буровые штанги и трубы необходимо смазывать не органическими маслами (олеоафтом), а графитовой смазкой.

В целях уменьшения искажений данных опробования вследствие истирания стенок скважины штангами и запаздывания выноса шлама можно рекомендовать проведение следующих мероприятий.

- 1) крепление обсадными трубами всех пород всяческого бока рудного тела (при большой мощности рудного тела необходима изоляция отдельных зон обсадными трубами);
- 2) после проходки интервала, подлежащего опробованию, промывать забой струей воды до полного ее осветления;
- 3) брать на анализ керн и шлам на 3—5 м ниже рудного тела. Сравнение результатов анализов керна и шлама из пород лежащего бока залежи позволит установить, имеет ли место запаздывание выноса бурового шлама.

При опробовании очень важно правильно учитывать запаздывание выноса бурового шлама из скважины. Минеральные частицы шлама поднимаются вверх по скважине со скоростью, равной разности скоростей восходящей струи промывных вод и свободного падения этих минеральных частиц в спокойной воде. При этом частицы более тяжелых рудных минералов, естественно, будут подниматься вверх по скважине более медленно, чем легкие нерудные зерна тех же размеров.

Запаздывание определяют в метрах и находят графическим путем. Для этого на профиле скважины отмечают интервалы опробования по керну C_k и по шламу C_m , а также наносят данные анализов (рис. 63). Рудный интервал по шламу при этом окажется более растянутым и смещенным вниз по

3. Определение среднего содержания металла при колонковом бурении

При разведке колонковым бурением иногда с одного и того же интервала берут пробы керна и шлама (буровой мути). Среднее содержание металла при этом определяют из анализов керна и шлама в отдельности для каждого интервала, а затем уже вычисляют среднее содержание по скважине.

Выход керна в процентах может быть весьма различным, поэтому веса керна и шлама могут оказаться крайне неодинаковыми. Учитывая это, среднее содержание металла следует вычислять исходя из результатов анализа керна и шлама с учетом их веса или объема. При интервале опробования H и длине керна h выход последнего в процентах составляет $\frac{h}{H} \cdot 100$. Весь извлеченный с данного интервала объем керна и шлама равен (рис. 64)

$$V_0 = \frac{\pi D^2}{4} H,$$

где D — диаметр скважины; а объем керна составит

$$V_k = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h,$$

где d диаметр керна.

Таким образом, объем шлама составит: $V_{ш} = V_0 - V_k$. Значение объемов можно выразить объемными процентами, приняв V_0 за 100. При $V_k = a$ и $V_{ш} = b$, где a — объемный коэффициент по керну, а b — объемный коэффициент по шламу (мути); сумма $a + b$ всегда равна 100.

Формула для вычисления среднего содержания металла по анализам керна и шлама имеет следующий вид:

$$C_0 = \frac{C_k a + C_m b}{a + b} = \frac{C_k a + C_m b}{100},$$

где C_k — содержание по керну;

C_m — содержание по шламу (мути).

Для быстрого нахождения коэффициентов a и b и практического применения этой формулы следует пользоваться специальными расчетными таблицами и диаграммой, предложенной К. Л. Пожарицким (рис. 65).

На графике нанесены девять лучей, соответствующих диаметрам алмазно-суррогатного и дробового бурения. Для определения объемных коэффициентов a и b на вертикальной оси диаграммы находим точку с линейным выходом керна. Через эту точку мысленно проводим линию вправо до пересечения с наклонным лучом, соответствующим диаметру

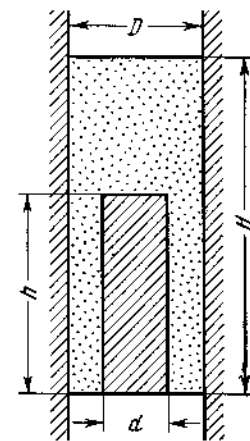


Рис. 64. Схема соотношения объемов керна и шлама (буровой мути).

D и d — диаметры скважины и керна; H и h — соответственно длина пройденного интервала и длина керна

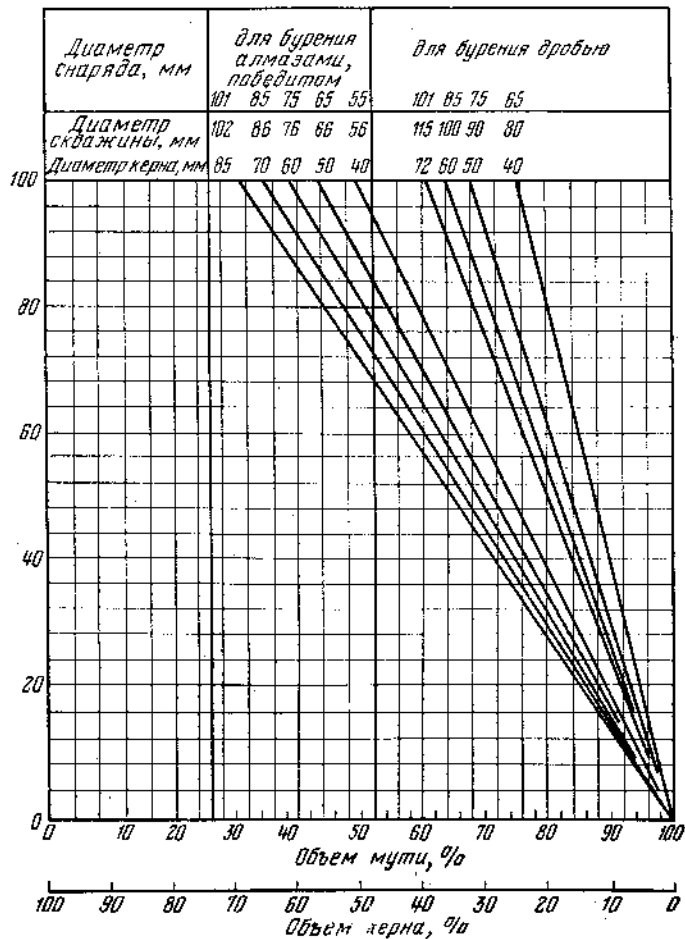


Рис. 65. График для определения объемных коэффициентов керна и шлама (буровой мути). По К. И. Пожарицкому

грам скважины и керна. Затем от этой точки пересечения по вертикали проводим линию вниз и находим значение a и b .

Пример. В скв. 47 (диаметр скважины 66 мм, диаметр керна 50 мм, выход керна 43%), пройденной победитовой коронкой, опробован интервал от 138 до 139 м. Анализ керна показал содержание меди 1,38%, а анализ буровой мути — 0,97%. На рис. 65 находим горизонталь, отвечающую выходу керна 43% и точку пересечения этой горизонтали с наклонным лучом, соответствующим диаметрам 66/50 для алмазно-сургатного бурения. Из точки пересечения опускаем вертикаль на нижнюю горизонтальную ось диаграммы, точка пересечения с которой определит значения объемных коэффициентов: для керна $a = 25$, для шлама (мути) $b = 75$.

После графического определения a и b вычисляем среднее содержание металла

$$C_0 = \frac{(1,38 \times 25) + (0,97 \times 75)}{100} = 1,07\% \text{ Cu.}$$

Опробование стенок скважины после извлечения керна является эффективным методом повышения достоверности данных колонкового бурения. Особое значение этот прогрессивный метод имеет для скважин с недостаточным выходом керна.

В Иркутском политехническом институте разработан вибрационный пробоотборник, позволяющий успешно отбирать бороздовые пробы со стенок вертикальных и наклонных скважин по рудам и породам средней и высокой крепости.

Пробоотборник опускается в скважину на бурильных трубах, по достижении установленной глубины в трубы подается промывочная жидкость. Под давлением жидкости из боковых окон прибора выходят резцы из твердых сплавов и внедряются в стенки скважины. Под действием ударной нагрузки, создаваемой вибратором, резцы скалывают руду со стенок скважины, образуя на них две продольных борозды шириной 30 мм и глубиной от 10 до 40 мм. Под резцами раскрываются пробоулавливающие козырьки, плотно прижимающиеся к стенкам скважины. Эти козырьки направляют отбитый из борозд материал в пробоприемник в нижней части прибора.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что время на отбойку борозды длиной до 1 м не превышает 15 мин. Проба представлена крупным (20—40 мм) кусковатым материалом, вполне пригодным для геологической документации пород и руд. Фактический вес проб, как правило, совпадает с теоретическим; это указывает на выдержанность размеров борозд и полноту извлечения материала [5].

4. Комплексное опробование прожилково-вкрапленных медно-молибденовых и ртутных месторождений

При разведке бурением многих рудных месторождений имеет место избирательное истирание керна. Наиболее резко оно проявляется в кернах твердых руд с вкраплениями и прожилками мягких и хрупких рудных минералов (молибденит, киноварь, антимонит, шеелит и пр.).

Следует различать два вида истирания: истирание на полное сечение керна с уменьшением его линейного выхода и истирание боковой поверхности керна с сохранением полного линейного выхода с пройденного интервала. На практике наблюдаются оба вида истирания, но рассмотрим их в отдельности.

Полное истирание керна происходит на небольших интервалах по прожилкам мягких и хрупких рудных минералов, секущим твердую породу керна. Отбор проб от керна в этом случае обязательно должен сопровождаться опробованием бурового шлама. Этот вид истирания требует при определении содержания металла в керне использования эмпирических поправочных коэффициентов в зависимости от его диаметра и линейного выхода.

При разведке колонковым бурением медных и медно-молибденовых штокерковых месторождений часто встречающиеся прожилки молибденита и халькопирита быстро истираются, сильно понижая выход керна. Проведенные на одном из медных месторождений экспериментальные

Таблица 42

Значения поправочных коэффициентов к содержанию меди и молибдена при различном выходе керна. По С. А. Денисову [7]

Металл	Выход керна, %						
	90	80	70	60	50	40	30
Медь	1,02	1,02	1,07	1,09	1,10	1,12	1,16
Молибден	1,08	1,15	1,23	1,30	1,37	1,43	1,49

работы по избирательному истиранию керна установили наличие закономерной связи между содержанием металла и выходом керна. В табл. 42 приведены значения поправочных коэффициентов к содержанию металлов при различном выходе керна.

На Сорском молибденовом месторождении по результатам обширных экспериментальных исследований принята следующая формула для определения значений поправочного коэффициента:

$$K = O_{\text{ме}} - \frac{C_{\text{борт}}}{C_{\text{кern}}} (O_{\text{р}} - 1),$$

где K — величина поправочного коэффициента;

$O_{\text{ме}}$ — отношение фактических запасов металла к его количеству, подсчитанному по керну;

$C_{\text{борт}}$ — бортовое содержание металла;

$C_{\text{кern}}$ — среднее содержание металла по керновым пробам;

$O_{\text{р}}$ — отношение фактических запасов руды к ее количеству, подсчитанному по керновым пробам.

Решением ГКЗ СССР для Сорского месторождения утверждено значение $K = 1,10$ [11].

5. Опробование буровзрывных скважин

При разработке крепких руд открытым способом пробы отбирают из буровзрывных скважин в карьерах. Опробование скважин, расположенных в 5—10 м друг от друга, при надлежащей документации дает весьма детальный и ценный материал для точного установления контактов, выделения различных типов и сортов руды и изучения их химического состава.

Для проведения буровзрывных скважин широко применяются станки канатно-ударного бурения, а также бурильные машины типа БМК-2 с пневмоударниками. Появились новые высокопроизводительные станки шарошечного бурения СВШ-250. В крепких рудах они обеспечивают бурение скважин диаметром до 150 мм и глубиной до 15—20 м. Извлекаемый из скважины материал представляет собой шлам с преобладающей крупностью частиц менее 2 мм. Он поднимается из скважины с воздушно-водной струей.

Скважины ударно-канатного бурения в карьерах железных и медных рудников опробуются, как правило, по двухметровым интервалам. Извлекаемый шлам при многократных ударах долота и желонки хорошо перемешивается и по содержанию металла представляет собой довольно однородную массу. Нет необходимости отбирать в пробу порцию с каждого подъема желонки; вполне достаточно составить одну пробу из шести-восьми порций, отобранных через один подъем желонки. На Магнитогорском железнорудном месторождении пробы шлама отбираются через каждые 2 м углубления скважины при последнем желонировании указанного интервала [15].

Для проведения буровзрывных скважин в карьерах и шахтах при разработке магнетитовых скарных месторождений Северного Урала применяются буровые станки типа БА-100-М с погружными пневмоударниками. При бурении скважины из ее устья под давлением до 8 атм вы-

брасывается воздушно-водная смесь со шлагом проходных пород и руд. Применение новых станков потребовало коренного изменения методики и техники опробования и геологической документации буровзрывных скважин.

Для сбора пробы применяется шлагоуловитель (рис. 66), представляющий

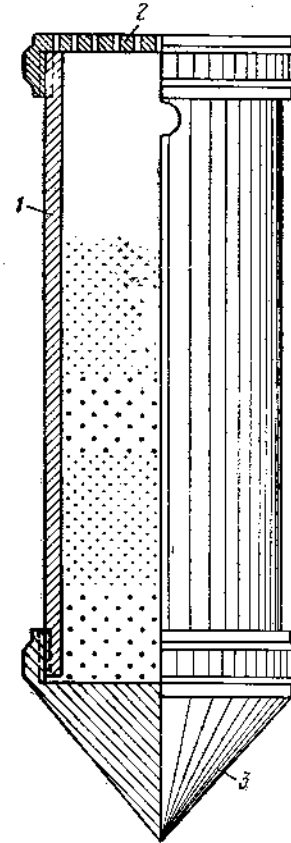


Рис. 66. Шлагоуловитель.
1 — корпус; 2 — сито; 3 — конусообразное дно

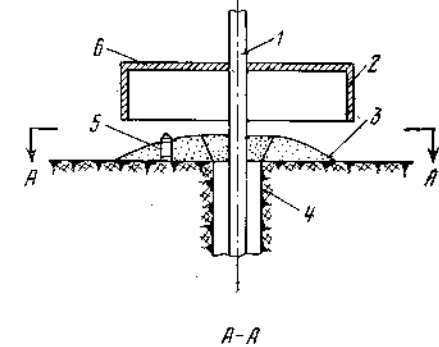


Рис. 67. Установка шлагоуловителя около устья скважины.

1 — платформа; 2 — конус шлама из скважины; 3 — конус из листовой резины для ограничения разбрасывания шлама; 4 — устье скважины; 5 — шлагоуловитель; 6 — щит для отражения струи шлама из скважины

собой цилиндр длиной 110 мм, изготовленный из отрезка трубы диаметром 40 мм. Цилиндр разрезан вдоль оси на две половинки. На нижний конец шламоуловителя навинчивается конусообразное дно для удобства его установки, на верхний конец — кольцо с проволочной сеткой с диаметром отверстий 1,5—2,0 мм. Под кольцом на боковой поверхности цилиндра имеется отверстие диаметром 5 мм для слива воды.

Шламоуловитель устанавливается в вертикальном положении на расстоянии 10 см от устья скважины (рис. 67). При бурении воздушно-водяная смесь со шламом выбрасывается вверх из устья скважины и ударяется в горизонтальный щит станка. Шлам равномерно оседает вокруг устья скважины. Для ограничения разбрасывания шлама к щиту подвешивается кожух из листовой резины. Небольшая часть шлама через кольцо с сеткой попадает в шламоуловитель и осаждается в нем, точно повторяя геологическую колонку скважины в уменьшенном масштабе и в перевернутом положении. Почти 75% шлама состоит из частиц размером менее 0,5 мм, и 40% его представлено частицами менее 0,1 мм.

Для извлечения столбика шлама отвинчивают крышку и дно шламоуловителя и снимают одну половинку цилиндра. Уплотненный шлак остается в другой половинке в виде столбика весом от 0,1 до 0,6 кг, сложенного поперечными слоями разного цвета. Массивный магнетит образует шлак черного цвета, порфирит — темно-зеленого, скарн — зеленоватобурого и т. д. Описание горных пород и руд производится макроскопически по цвету и внешнему виду шлама. Такой способ геологической документации является вполне удовлетворительным.

Для точного замера мощности пройденных пород столбик шлама разрезается ножом по осевой плоскости. Отсчет мощности слоев производится по миллиметровой линейке, приложенной к осевой плоскости шламостолбика. Зная величину пробуренного интервала в метрах L , общую высоту столбика шлама в миллиметрах H и мощность слоя одной из пород по столбику шлама в миллиметрах h , можно установить, сколько метров пробурено по данной породе: $l = \frac{Lh}{H}$.

Буровой мастер в начале смены получает шламоуловитель и устанавливает его в 10 см от устья скважины. Заполненный шламом прибор сдается за каждую смену. Пробирщик-коллектор доставляет заполненные шламоуловители в геологический отдел шахты. По ним участковый техник-геолог по опробованию составляет геологическое описание по каждой скважине и намечает интервалы взятия проб. Пробы шлама подсушиваются и доставляются в химическую лабораторию с заказом на производство анализов.

Переход на новую методику и технику опробования буровзрывных скважин обеспечил хорошее качество геологической документации и опробования руд и горных пород [4].

В карьерах на буровзрывных скважинах, пройденных станками шарошечного бурения (СВШ-250 и др.), следует внедрять пробоотборники конструкции, позволяющей получать отдельные пробы шлама автоматической отсечкой с заданного интервала в процессе бурения скважины.

Для проведения буровзрывных скважин в карьерах асбестовых руд-

ников широко применяются механические станки СВШ-250 и др. Однако использование шлама для опробования на содержание асбеста при этом оказалось невозможным. От действия бурового инструмента (гидроударников, шарошечных долот) происходит настолько сильная деформация асбестового волокна, что ситовой анализ шлама дает совершенно ненадежные результаты.

Для проведения эксплуатационного опробования приходится проходить скважины колонкового бурения диаметром 100—85 мм по сетке 5 × 5 м. Полученный из скважины керн по всей высоте уступа составляет одну пробу, которая и обрабатывается описанным в гл. XIX способом.

6. Определение содержания металла в буровзрывных скважинах

По каждой взрывной скважине определяется одно значение содержания металла, которое распространяется на блок в сфере влияния данной скважины. Если в блоке имеется две-три скважины или более, то среднее содержание по блоку обычно определяется как среднее арифметическое.

Этот давно известный способ определения качества руды в блоке не является совершенным. Содержание металла в блоке необходимо определять на основании всей полученной информации как по блоку, так по окружающему пространству. Этому требованию удовлетворяет особый способ вычисления содержания, известный под названием крайгинга [14].

Пробы различного веса учитываются в зависимости от их удаления от центра данного блока. Если содержание металла определено по пробам только внутри блока, то в промышленных блоках оно систематически завышается, а смежные непромышленные блоки оказываются более богатыми. Условие геологической однородности изучаемого блока и его внешнего окружения является обязательным. Крайгинг невозможен между скважинами, пройденными по разным естественным типам руд.

Рассмотрим сущность крайгинга (рис. 68). Имеем центральную скважину A в оцениваемом блоке, окруженную скважинами B_1, B_2, B_3, B_4 первого ореола и скважинами C_1, C_2, C_3, C_4 второго ореола. Использование более удаленных скважин от скважины A не приносит заметного уточнения оценки.

Примем следующие условные обозначение:

Z — среднее содержание металла в данном блоке при наличии центральной скважины A (Z' — то же, в данном блоке при отсутствии скважины A) — искомая величина;

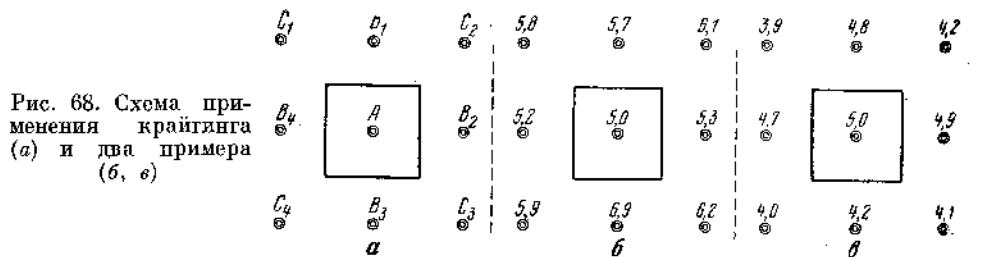


Рис. 68. Схема применения крайгинга (а) и два примера (б, в)

u — содержание металла в скважине A ;
 v — среднее содержание металла в ореоле B ;
 w — среднее содержание металла в ореоле C ;
 λ — вес для среднего содержания в ореоле B при наличии скважины A (λ^* — то же, при отсутствии скважины A);
 μ — вес для среднего содержания в ореоле C при наличии скважины A (μ^* — то же, при отсутствии скважины A).

Окончательные формулы для определения искомой величины имеют

вид:

$$Z = (1 - \lambda - \mu)u + \lambda v + \mu w$$

и

$$Z' = \lambda^* v + (1 - \lambda^*) w.$$

Необходимо также учитывать показатель t — отношение мощности руды (высоты уступа) к среднему расстоянию между скважинами. В условиях карьеров эта величина близка или выше 1, но не превышает 2.

Рассмотрим два конкретных примера. В первом примере значения v и $w > u$, во втором, наоборот, $u > v$ и w . В обоих примерах среднее содержание меди в блоке без учета крайгинга равно 5%.

Пример первый. Среднее содержание меди в ореоле B равно:

$$v = \frac{5.7 + 5.3 + 6.9 + 5.2}{4} = 5.52\%,$$

в ореоле C :

$$w = \frac{5.8 + 6.1 + 6.2 + 5.9}{4} = 6.00\%.$$

Среднее содержание меди в блоке с учетом крайгинга составляет:

$$Z = (1 - \lambda - \mu)u + \lambda v + \mu w = (1 - 0.386 - 0.0764) 5.0 + 0.386 \times 5.52 + 0.0764 \times 6.00 = 5.277\%.$$

Применение крайгинга позволило повысить среднее содержание меди в оцениваемом блоке на 0,277%.

Пример второй. Среднее содержание меди в ореоле B равно

$$v = \frac{4.80 + 4.9 + 4.2 + 4.7}{4} = 4.60\%,$$

в ореоле C

$$w = \frac{3.9 + 4.2 + 4.1 + 4.0}{4} = 4.05\%.$$

Среднее содержание меди в оцениваемом блоке с учетом крайгинга равно

$$Z = (1 - \lambda - \mu)u + \lambda v + \mu w = (1 - 0.386 - 0.0764) \times 5.0 + 0.386 \times 4.60 + 0.0764 \times 4.05 = 4.70\%.$$

Применение крайгинга понизило среднее содержание меди в оцениваемом блоке на 0,3%.

Значение весовых коэффициентов λ и μ взяты из соответствующих таблиц [14].

В целях практического применения ценного принципа крайгинга можно предложить введение следующих упрощений.

1. Влиянием ореола C можно пренебречь, поскольку оно очень невелико.

2. Среднее содержание в оцениваемом блоке следует определять как сумму содержаний в центральной скважине A и половины разности между содержаниями в скважине A и в ореоле B с учетом соответствующего знака.

В рассмотренных двух примерах содержание в оцениваемых блоках, вычисленное с применением этих практических правил, равно: в первом — 5,26% (по крайгингу — 5,277%), в примере втором — 4,80% (по крайгингу — 4,70%).

7. Особенности опробования буровых скважин на россыпных месторождениях

Содержание ценного минерала в россыпи C вычисляется путем деления веса P минерала, извлеченного из пробы, на объем V пробы:

$$C = \frac{P}{V}$$

Содержание минерала определяется в килограммах, граммах, миллиграммах или каратах на 1 м³ песков, в зависимости от вида полезного ископаемого.

Существует два способа вычислений — по теоретическому и фактическому объему пробы. Теоретический объем равен:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h,$$

где d — внутренний диаметр обсадной трубы, мм;

h — интервал опробования, обычно составляющий 0,2—0,5 м (при бурении пустых пород интервалы могут быть увеличены).

Теоретический объем можно принимать только для скважин большого диаметра, при этом следует часто проводить контрольные замеры фактического объема.

При разведке скважинами небольшого диаметра объема пробы определяют по фактическому объему — по внутреннему диаметру труб и разности высоты столбика породы в трубе до и после желонения [16].

Содержание ценного минерала вычисляют по формуле

$$C = \frac{P}{V} 1000000 = \frac{P}{H} \cdot \frac{1000000}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{P}{H} K,$$

где H — высота извлеченного столбика породы (разность высоты столбика до и после желонения), м;

d — внутренний диаметр обсадной трубы, мм;

1 000 000 — переводный множитель для перехода от квадратных миллиметров сечения к квадратным метрам;

K — постоянный коэффициент.

$$\text{При } d=93 \text{ мм, } K = \frac{4 \cdot 1\,000\,000}{\pi \cdot 93^2} = 147,$$

$$C = \frac{P}{H} 147.$$

Главные затруднения в правильном определении объема породы из скважины заключаются в следующем.

1. Породы, по которым проходит буровая скважина, разрыхляются неравномерно вследствие их различного вещественного состава и физического состояния.

2. Мерзлые породы при бурении оттаивают, что отражается на правильности определения объема пробы.

3. Часть извлекаемой желонкой породы теряется в мути, причем процент потерь непостоянен и зависит от количества глинистого материала.

4. При долочении породы в обсадных трубах некоторая часть пробы отжимается в затрубное пространство, что уменьшает объем пробы.

5. Вследствие износа башмака обсадной трубы при одной и той же обсадке в трубы может поступать различное количество породы.

Для обеспечения надежного опробования при бурении необходимо постоянно следить, чтобы башмак обсадных труб находился в скважине всегда ниже бурового инструмента. Желонка выбирает столбик породы внутри обсадной трубы, а объем пробы определяется разностью отметок глубины бурения до и после желонения. При разрыхлении породы долотом ниже башмака трубы происходит оседание тяжелых минеральных зерен вниз по скважине. В результате глубина залегания пласта и его мощность, установленные по скважине, не всегда совпадают с данными контрольных шурфов. Нередко крупные валуны ошибочно принимаются за плотик и тогда пройденная скважиной мощность рыхлых отложений оказывается меньше фактической.

Обязательному опробованию следует подвергать плотик россыпи (0,2—0,5 м), обычно представленный элювием коренных пород. При мягких породах следует тщательно рассматривать извлеченный материал и определять, является ли он корой выветривания коренных пород или ложным плотиком. Известны случаи, когда за почву россыпи принимали глинистый слой речных наносов, ниже которого залегали богатые ценным минералом пески.

Для определения фактического объема пробы, извлеченной из скважины, пользуются ендовкой или мерным ящиком. При бурении диаметрами 117 и 165 мм длину мерного ящика принимают 0,8 м при внутреннем поперечном сечении $0,1 \times 0,13$ м. Ящик изготовляется из листового железа. К ящику прилагается деревянная подвижная перегородка размером $0,10 \times 0,13 \times 0,05$ м, плотно в него входящая.

После загрузки пробы из желонки в ящик деревянной перегородкой сгребают породу к задней стенке, придавая ей форму параллелепипеда. Внутреннее сечение ящика, равное 130 см^2 , с учетом коэффициента разрых-

ления породы 1,3 принимают за 100 см^2 . Фактический объем пробы определяют по положению подвижной перегородки на длинной стороне ящика, разделенной на сантиметры. Прибавляя к отсчету в сантиметрах два нуля, определяют фактический объем пробы в кубических сантиметрах.

При разведке золотых россыпей бурением органическая смазка соединений штанг и труб (олеофт и пр.) выдавливается внутрь скважины и, попадая в буровую воду, содействует флотации самородного золота, которое в этом состоянии трудно улавливается при опробовании. Поэтому при разведке лучше применять минеральную графитовую смазку буровых штанг и труб.

На россыпных месторождениях в тресте «Амурзолото» испытан ударно-захватный способ бурения скважин передвижным агрегатом ПУРШ с промывкой извлеченных проб на передвижной обогатительной установке ПОУ [13]. Станок ПУРШ предназначен для бурения скважин диаметром 600 мм глубиной до 15 м при разведке россыпей. Стапок состоит из одноканатного грейфера, который, падая на забой, внедряется в породу. При натяжении каната лебедкой челюсти грейфера закрываются, захватывая 15—25 л породы, которая затем загружается в бункер. Челюсти грейфера разрушают породы только периферийной части забоя скважины. Центральная часть породы в скважине остается ненарушенной и извлекается на поверхность в естественном состоянии, без потерь и без перемещения золота по вертикали.

Установка ПОУ (рис. 69) позволяет обрабатывать россыпные разведочные пробы объемом 250—300 л. Анализа проведенных исследований показал, что среднее содержание золота, определенное с помощью новой технологии бурения и опробования скважины, более правильно отражает действительное содержание золота в россыпи. Оно примерно в полтора раза выше содержания, определяемого при бурении станком «Эмпайр».

При разведке золотых россыпей на Урале применяют механическое колонковое бурение зубчатыми стальными коронками без промывки водой, с затиркой всухую. Конструкции скважин приведены в табл. 48.

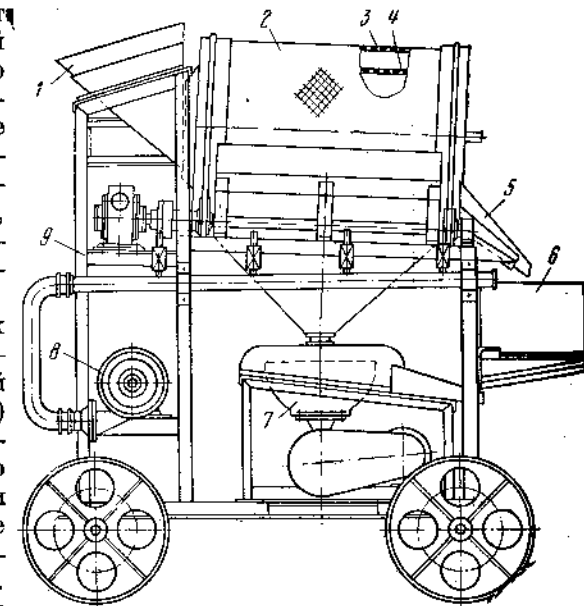


Рис. 69. Схема передвижной обогатительной установки ПОУ. По Б. П. Макарову и А. И. Лившицу.

1 — загрузочный бункер; 2 — деагрегатор; 3 — внешний барабан; 4 — внутренний барабан; 5 — сливной лоток; 6 — плюз; 7 — центробежный сепаратор; 8 — насос; 9 — рама

Таблица 43

Конструкции скважин колонкового бурения для разведки золотых россыпей

Глубина скважины, м	Диаметр коронки, мм		Глубина скважины, м	Диаметр коронки, мм	
	наружный	внутренний		наружный	внутренний
0—15	219	190	25—35	152	130
15—20	190	168	35—45	130	115
20—25	168	152			

Бурение ведут станками СБА-500Г и ЗИФ-650А. Забурка производится колонковой трубой диаметром 219 мм. Затем последовательно уменьшают диаметр коронки по мере углубки скважины. Интервалы для опробования приняты равными 0,5 м. Выход керна песчано-глинистых пород достигает 100%. Из колонковой трубы керн извлекают выколачиванием. Объем пробы определяют по внутреннему диаметру колонковой трубы с контрольным замером фактического объема в ендовке. Промывка проб ведется очень тщательно. После отмучивания в ендовке весь материал пропускают через грохот с диаметром отверстий 3 мм. Классе 3 мм промывают в ковше над баком. Песок из бака промывают вторично в ковше, полученный черный шлик объединяют. Контроль скважин шурфами показал, что поправочный коэффициент по золоту для колонкового бурения можно принимать равным 1,32.

В условиях многолетней мерзлоты разведку золотых россыпей лучше производить механическим колонковым бурением с диаметром колонковой трубы до 230 мм. Объем пробы определяют по внутреннему диаметру колонковой трубы и длине керна. Керн оттаивают и промывают, извлекая ценный минерал.

Весь серый и черный шлик, полученный при промывке проб, после сушки ссыпают в пакет из плотной бумаги (капсюль), на котором указывают точный адрес места взятия проб. Доводить шлихи с самородным золотом в полевой обстановке не рекомендуется. При этом можно потерять мелкий металл. Для хранения проб у бурового мастера должна быть запечатываемая металлическая банка. По возвращении с полевых работ банку передают в шлиховую лабораторию, где пробы обрабатывают, а металл взвешивают и изучают.

Наиболее простым способом выделения самородного золота или платины из шлиха является отдувка. Для этого шлик высыпает на лист плотной белой бумаги размером 20 × 30 см с загнутыми бортами высотой 1—2 см. Лист бумаги берут за углы по диагонали и держат в наклонном положении. Затем на шлик, сосредоточенный в нижнем правом углу, начинают осторожно дуть, постепенно усиливая струю воздуха. Золотники вследствие их значительно большего удельного веса остаются на листе, тогда как остальные минеральные зерна под действием воздушной струи передвигаются вверх по диагонали листа. При отдувке нижний правый угол листа рекомендуется слегка встряхивать короткими поперечными дви-

жениями. Такую примитивную отдувку можно заменить использованием воздушной струи из пульверизатора. После отдувки золотники при помощи мягкой волосистой кисточки перемещают на чашечку аналитических весов и взвешивают с точностью до 1 мг.

Вместо отдувки можно применять амальгамацию. Шлих помещают в фарфоровую чашку с водой, в которую добавляют капельку ртути. Полученный парик амальгамы растворяют в азотной кислоте или выпаривают в вытяжном шкафу, а чистое самородное золото взвешивают. Выпущенный металл ссыпают в общий капсюль со всех скважин и шурфов данной разведочной линии и изучают форму и крупность золотинок. При разведке смешанных россыпей (золото-платиновых, золото-касситеритовых и пр.) определяют вес и содержание по каждому ценному минералу в отдельности. Обнаружение в пробах крупных золотин требует особого их учета, результаты которого вводятся в подсчет запасов по данным ситового анализа.

Наиболее совершенным способом выделения самородного золота (и платины) из шлиха является применение доводочного центробежного сепаратора ДЦС конструкции ЦНИГРИ. Обогащение происходит под действием центробежной силы, направляющей поток пульпы по рифленой поверхности.

За смену на сепараторе можно обработать 80—100 шлихов с максимальным объемом до 500 см³. Объем конечного концентрата составляет 3—5 см³ с извлечением до 99,5%. Наибольшая крупность обрабатываемого материала равна 2 мм; расход воды составляет 3 л/мин. Мощность электромотора привода равна 0,08 квт, число оборотов чаши — 368 об/мин. Габариты ДЦС 700 × 520 × 1500 мм, вес 28,3 кг.

8. Проверка результатов опробования скважин опробованием горных выработок

На каждом руднике могут быть случаи вскрытия горными выработками пробуренных ранее скважин. При этом создаются благоприятные условия для контроля искривления скважины и установления достоверности данных опробования буровыми скважинами. Забойная проба, взятая для сравнения, должна по возможности находиться в месте пересечения рудного тела буровой скважиной или отстоять от него не более чем на 0,5—1,0 м. Следует тщательно сравнить описание руд по скважине и по горной выработке.

В рудных телах большой мощности сравнению подлежат средние содержания металла, полученные при пересечении рудного тела скважиной и по пройденному в ее профиле орту. В рудных жилах с изменчивым содержанием металла для сравнения одну пробу по штреку в профиле скважины лучше заменить средним содержанием металла по тому же штреку из ряда проб на протяжении 20—30 м (по 10—15 м в обе стороны от профиля скважины).

Сопоставление результатов опробования из нескольких скважин с данными горных выработок позволяет вывести поправочный коэффициент K по содержанию металла:

$$K = \frac{\text{Содержание металла в забое горной выработки}}{\text{Содержание металла в буровой скважине}}$$

Если коэффициент K относительно устойчив, его можно использовать при подсчете запасов металла в блоках, разведанных бурением. По опыту автора на одном руднике поправочный коэффициент по содержанию золота для скважин колонкового бурения составил 1,5. Конкретные данные о представительности kernового опробования на золоторудном месторождении приведены в статье Д. А. Лобанова [10].

Глава XVIII

ОПРОБОВАНИЕ РУДНЫХ МАСС НА ДНЕВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

1. Опробование отвалов горных работ и хвостов обогатительных фабрик

В практике геологического обслуживания горных предприятий нередко приходится производить опробование и подсчет запасов рудных масс, уже выданных на дневную поверхность и находящихся в отвалах. Отвал всегда неоднороден по составу: в нижних его частях преобладают более крупные куски руды, в средних — промежуточные, а в верхних — наиболее мелкие обломки. Поэтому для надежного определения качественного состава рудной массы необходимо пересекать отвал капавами при малой мощности или шурфами, если вертикальная мощность отвала превышает полтора метра.

Количество шурфов и порядок их размещения по поверхности отвала зависят от изменчивости рудной массы, ожидаемого среднего содержания полезного компонента, целей опробования и, наконец, от экономических соображений. На отвалах с большой площадью шурфы можно размещать по квадратной сетке, размеры которой находятся в пределах от 10×10 до 50×50 м. На небольших отвалах с переменной мощностью размещение шурфов зависит от формы отвала и его мощности. При общем количестве шурфов, составляющем на отвале средней величины около десяти, следует стремиться к тому, чтобы в сфере влияния каждого шурфа находились примерно равные объемы рудной массы.

Проходка шурфов в отвалах должна вестись опытными забойщиками с обязательным сплошным креплением. Рудную массу от проходки каждого слоя (1—2 м) шурфа раскладывают вокруг устья шурфа в отдельные кучи. Каждую кучу подвергают опробованию горстьевым или другими методами. Из рудной массы с относительно равномерным оруденением достаточно отбирать горстьевую пробу весом 5—8 кг с каждого слоя. При неравномерном распределении металла в кусковой руде и в рудной мелочи последнюю отделяют грохочением и определяют весовой процент ее выхода. Затем отбирают горстьевые пробы отдельно от кусковой руды и от рудной мелочи в установленной пропорции с последующим объединением взятых фракций в одну пробу. Попутно с опробованием отвала иногда решают специальные технические задачи: распределение рудной массы по классам крупности, отбор технологической пробы для испытания рудной массы на обогатимость и др.

При разработке отвалов экскаваторами необходимо внимательно следить за состоянием забоя, который может находиться в неустойчивом равновесии. Категорически запрещается отбирать пробы от поверхности забоя в отвале; внезапная осыпь его может послужить причиной несчастного случая.

Хвосты обогатительных фабрик представляют собой механические отложения осадков из вод, поступающих в отстойные бассейны. Наиболее крупные и тяжелые частицы рудных минералов отлагаются вблизи места разгрузки хвостового желоба. Поэтому лучше брать пробы из ряда точек, расположенных по расходящимся лучам от места поступления хвостов в бассейн, увеличивая расстояние между этими точками вниз по течению. Опробование производят шурфами или дудками с отбором вертикальных бороздовых проб со стенок через равные интервалы. Вместо дудок можно применить ручное бурение. Опробование отвалов хвостов, вывезенных из отстойных бассейнов, также производят буровыми скважинами.

При опробовании отвалов руд необходимо учитывать быструю окисляемость многих рудных минералов и выщелачивание полезных компонентов дождевыми водами. Например, сульфиды меди при хранении в отвале очень быстро переходят в растворимые в воде сульфаты меди. Поэтому отвалы медных, а также свинцовых и некоторых других руд с течением времени заметно теряют свою ценность.

2. Опробование руд и углей в вагонетках

Для качественной характеристики добываемых руд или углей по отдельным эксплуатационным блокам (камерам), участкам, горизонтам, за смену, за сутки и т. п. следует проводить опробование рудной или угольной массы в вагонетках.

Опробовать руду или уголь в вагонетках можно непосредственно у рудоспусков эксплуатационных блоков. Результаты такого опробования весьма достоверны. Явления сегрегации или обособления мелкой фракции руды или угля от крупной почти исключаются. При движении в вагонетках по откаточным путям соотношение и пространственное положение мелкой и крупной фракции рудной массы нарушается. Мелкая фракция (часто наиболее богатая) проваливается на дно вагонетки. В результате этого содержание полезных компонентов в поверхностном слое понижается.

Пробу из вагонетки берут горстьевым способом. Порции руды, из которых составляют пробу, отбирают специальным совком из трех или пяти точек (по «конверту»), рис. 70. Если в месте отбора пробы имеются крупные обломки руды или угля, то от них молотком отбивают мелкие кусочки по линии вкрест видимой в обломке полосчатости (слоистости). Вес порции рудной массы с равномерным содержанием компонента

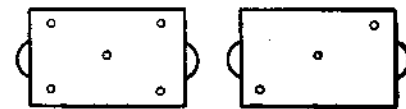


Рис. 70. Точки отбора порций горстьевой пробы рудной массы из вагонетки

не должен превышать 0,5 кг (с неравномерным — не более 1 кг). Общий вес пробы, отбираемой из вагонетки, составляет от 1,5 до 5 кг. Взятые из вагонеток пробы направляются в лабораторию для измельчения, сокращения и химического анализа.

На урановых рудниках применяется радиометрическое опробование вагонеток при прохождении их через специальный пункт, оборудованный радиометрической аппаратурой. На свинцовых рудниках в этих целях используется гамма-гамма-метод. На бериллиевых рудниках опробование вагонеток производят фотонейтронным методом.

3. Товарное опробование рудных масс

Все добытые руды или продукты их переработки (концентраты), отправляемые металлургическим заводам и другим потребителям, обязательно должны быть опробованы для обоснования взаимных хозяйственных расчетов между предприятиями. Этот вид опробования называется товарным. Производится он на руднике при погрузке руд в железнодорожные вагоны или в трюмы грузовых судов. Товарное опробование необходимо также и для определения потерь и разубоживания руд при эксплуатации. За правильностью товарного опробования на рудниках следят представители инспекции по качеству.

Пробы из вагонов берут горстьевым способом. Инструментами для отбора служат: молотки, лопаты, совки, ведра и опробовательские буры. Перед взятием пробы на глаз определяется соотношение кусковой руды и рудной мелочи. Последнюю набирают из ямок глубиной до 30 см, зачер-

пывая совком или лопаткой снизу вверх. От кусковой руды в точках отбора молотком отбивают обломки, которые вместе с мелочью ссыпают в ведра. На взятие пробы из вагона опытный пробщик затрачивает от 5 до 10 мин.

Точки отбора пробы располагают по одной из схем (рис. 71). Положение точек набора определяют на глаз или специальным шаблоном (рейка с делениями). При погрузке руды в вагоны или в трюмы грузовых судов экскаваторами руда приобретает форму конуса, в котором рудная мелочь оказывается у вершины, а крупные обломки у основания конуса. Рудную мелочь набирают лопаткой по образующей конуса (с любой стороны) из трех точек, расположенных

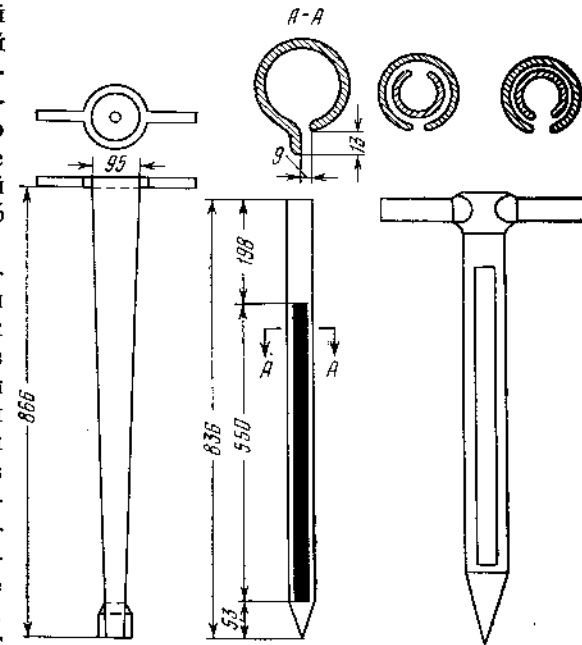


Рис. 72. Щуп для опробования рудных концентратов. По М. Ф. Локонову [1]

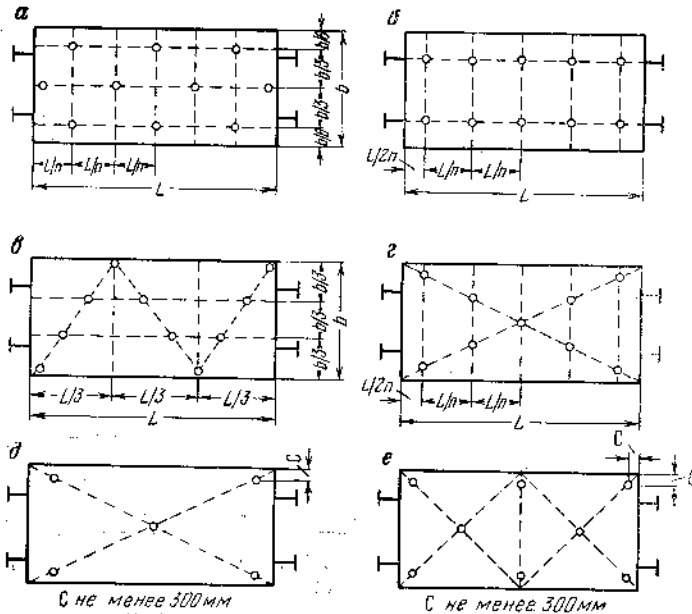


Рис. 71. Способы расположения точек отбора порций товарной пробы из вагонов. По М. Ф. Локонову (1961).

а — по квадратному конверту; б — по прямоугольнику; в — по треугольнику; г — по диагонали; д — по конверту; е — по двум равным конвертам

впизу, посередине и наверху. Кусковую часть пробы набирают из отбитых обломков от глыб, скатившихся к основанию конуса, пропорционально установленному на глаз соотношению кусковой руды и рудной мелочи.

При отправке однородной руды одного естественного типа целесообразно перейти от повагонных проб к маршрутным пробам. В этом случае одна горстьевая проба отбирается от нескольких вагонов (маршрута). Установленное количество порций распределяется поровну между вагонами, составляющими данный маршрут.

При опробовании вагонов с очень мелкой рудой или концентратов нередко применяют специальный щуп (рис. 72), который представляет собой газовую трубу диаметром 30—50 мм и длиной 1—1,5 м. Нижний конец трубы заканчивается конусом для более легкого ее внедрения в концентрат. На верхнем конце укреплен поперечный патрбок для вращения бура вручную. Внутри трубы помещена газовая труба, несколько меньшего диаметра, имеющая на верхнем конце также поперечную рукоятку. Обе трубы почти по всей длине имеют продольный вырез шириной 2—3 см. Перед отбором пробы щуп толчками внедряют в концентрат вертикально до дна вагона при закрытом положении. Затем поворачивают рукоятку внутренней трубы до совмещения выреза в обеих трубах. После этого щуп поворачивают в разные стороны на небольшой угол для заполнения внутренней трубы концентратом. Далее внутреннюю трубу закрывают, вынимают щуп и извлекают из него порцию концентрата.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРОБ

1. Механизация обработки химических проб

Начальный вес химических проб колеблется в широких пределах — от 0,5 до 50 кг. Вес конечной пробы, направляемой на химический анализ, 20—30 г, от 30 до 100 г оставляется в качестве дубликата пробы. Для анализа на благородные металлы в пробирную лабораторию направляется проба весом 200 г и такого же веса должен храниться дубликат. Для рационального анализа минимальный вес конечной пробы составляет 250—300 г [3].

Отношение начального веса пробы Q к конечному весу этой пробы q называется степенью сокращения пробы N . Наибольший диаметр кусков в пробе начального веса может достигать 50 и даже 100 мм. Диаметр частиц в конечной пробе, сдаваемой в химическую лабораторию, не должен превышать 0,2 мм и обычно равен 0,1 мм. Отношение наибольшего диаметра кусков в пробе начального веса D к диаметру частиц в конечной пробе d может быть названо степенью измельчения пробы S . Чем больше N и S , тем дороже и больше требует времени обработка проб. Отсюда следует, что внедрение в практику метода отбора проб малого веса с высокой их представительностью, требующих минимума обработки, является весьма прогрессивным направлением.

Техника обработки химических проб состоит из пяти операций: 1) сушки, 2) дробления или измельчения; 3) грохочения или просеивания; 4) перемешивания, или смешивания, и 5) сокращения проб. Последняя операция является основной, а первые четыре подготовительными.

Пробы, доставляемые с разведочных или горных работ, имеют естественную влажность. При обработке влажные пробы забивают дробилки, истратели, сита. Перед обработкой необходима сушка проб. Сушка проб небольшого веса производится в железных противнях на электрических, дровяных или газовых печах. Сушку с подогревом следует вести при температуре не более 100° С, иначе может происходить потеря кристаллизационной воды, а также серы или мышьяка в сульфидных рудах. Во избежание перегрева противни с пробами устанавливают на подставках, что исключает их соприкосновение с раскаленной плитой.

В зависимости от крупности материала проб различают дробление (более 10 мм) и измельчение проб (от 10 до 0,1 мм). Дробление и измельчение может быть ручным и механическим. Ручное дробление и измельчение проб применяется в условиях геологопоисковых партий при относительно небольшом объеме опробовательских работ и отсутствии в полевых условиях установок для механического измельчения. В разведочных партиях и на действующих рудниках с большим объемом работ по опробованию процессы дробления и измельчения проб, как правило, механизированы. Для ручного истирания проб небольшого веса применяются металлические, фарфоровые и яшмовые ступки различных размеров.

Расчет за руду между поставщиком (рудоуправлением) и потребителем (заводом) производится на основании учета количества отправленной руды и анализа товарных (повагонных) проб, произведенных инспекцией по качеству. При расчете руководствуются хозяйственным договором между предприятиями. В практике заключаемых договоров указывается основная цена за 1 т руды при нормальном содержании в руде главного полезного компонента (в процентах) при нормальном проценте влажности франко-вагон станции отправления. Если содержание главного компонента окажется ниже нормального, то с основной цены производится скидка, если выше — надбавка. За снижение влажности на каждые 0,5% цена за руду, как правило, повышается, за увеличение влажности — снижается. Если содержание главного компонента или влажности окажется ниже установленного в договоре минимума, руда бракуется и оплате не подлежит.

При опробовании полиметаллических руд расчет ведут по главному компоненту с доплатой за прочие полезные компоненты, если содержание таковых может представить практический интерес. Золото, серебро и платина в полиметаллических рудах оплачиваются дополнительно к нормальной цене за руду при любом их содержании в рудах.

4. Опробование руд и продуктов их обработки на обогатительных фабриках

Опробование руд на обогатительных фабриках является важной формой систематического контроля и учета производства. Оно позволяет поддерживать ритмичность технологических процессов при максимальной возможной производительности и заданных качественных показателях обогащения. Эта задача решается путем систематического отбора и химического анализа проб рудной массы, поступающей на фабрику, и получаемых продуктов обогащения (концентратов и хвостов).

Рудная масса при обогащении представлена сухой дробленой рудой или рудной пульпой, — тонко измельченной рудой в водном потоке. Опробование рудных масс с движущейся транспортерной ленты производится методом поперечных сечений. Сущность метода состоит в том, что опробуемый поток измельченной сухой руды или рудной пульпы с помощью автоматического пробоотборника периодически через заданный интервал времени пересекается пробоотбирающим устройством. Материал, полученный при пересечении потока, представляет собой частичную пробу (порцию). Минимально необходимое количество порций, составляющих одну пробу за смену (сутки), а следовательно, и частота пробоотсекаания определяются приемами математической статистики [1].

Как правило, на действующих обогатительных фабриках инструкция по методике опробования разрабатывается работниками обогатительной службы с участием геологов и утверждается руководством предприятия.

Техническая характеристика лабораторных щечковых дробилок

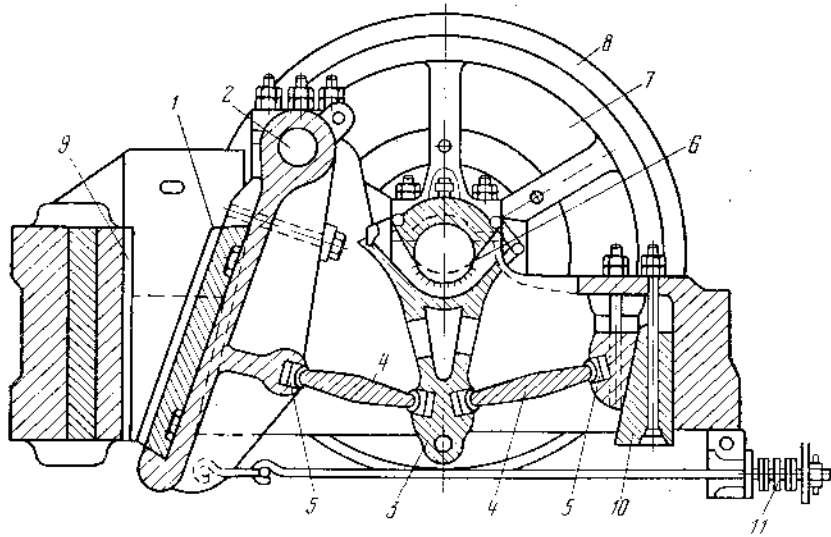


Рис. 73. Лабораторная щечковая дробилка.

1 — подвижная щетка; 2 — горизонтальная ось; 3 — шпунт; 4 — распорные рычаги; 5 — вкладыши; 6 — эксцентрик рабочего вала; 7 — шпиль; 8 — маховик; 9 — неподвижная щетка; 10 — клин; 11 — болт с контргайкой

Механическое дробление проб производят с помощью лабораторных щечковых дробилок (рис. 73). Рабочими частями таких дробилок являются две плиты (щетки) из марганцовистой стали. Щечковые дробилки просты по конструкции. Уход за ними и ремонт не вызывают особых трудностей. К недостаткам дробилок относятся быстрая изнашиваемость щек и вибрации при работе. В табл. 44 дана техническая характеристика щечковых дробилок.

Якутское геологическое управление разработало новую конструкцию высокопроизводительной дробилки ударно-отражательного действия. Время измельчения пробы гранита весом 3 кг составляет около 1 мин с выходом класса -1 мм до 80% [4].

Измельчение дробленых проб производят на лабораторных валках, дисковых и вибрационных истирателях, в стержневых и шаровых мельницах. Лабораторные дробильные валки (рис. 74) представляют собой два горизонтальных цилиндрических валка с насаженными на них бандажками из марганцовистой стали. Из дробилки пробы с крупностью частиц не более 10 мм поступают в загрузочную воронку в дробильных валков. Куски руды захватываются вращающимися навстречу друг другу валками и раздавливаются. Проходя между валками, наиболее твердые куски несколько отодвигают подвижный валок, сжимающий буферные пружины. Ширина щели между валками регулируется металлическими клиньями, расположенными между подшипниками и затяжкой буферных пружин.

Степень измельчения материала высокая. Устройство валков простое и уход за ними не сложен. Наиболее изнашивающиеся части — валки,

Показатели	Типы дробилок	
	58-ДР	40-ДР
Размеры загрузочного отверстия, мм:		
длина	60	74
ширина	100	58
Наибольшее число, об/мин	500—650	450
Диаметр шкива, мм	225	230
Установочная мощность, квт	1,4	0,75
Габариты, мм:		
длина	355	490
ширина	333	442
высота	372	375
Общий вес (без электродвигателя), кг	72	95
Производительность (кг/ч) по кварцу при наибольшей крупности кусков 60 мм и ширине загрузочной щели:		
6 мм	260	200
3 мм	190	40

подшипники и пружины. Лабораторные дробильные валки конструкции института Механобр типа 59-ДР имеют следующую техническую характеристику:

Размер валков, мм	200×75
Скорость вращения валков, об/мин	400
Максимальная крупность загружаемых частиц, мм	10
Крупность измельченного материала, мм	4—1
Производительность, кг/ч	до 90
Основные размеры, мм	535×390×330
Вес, кг	101

В дисковом истирателе (рис. 75) руда после дробильных валков поступает через воронку в пространство между неподвижным и вращающимся вертикальными дисками, насаженными на горизонтальный вал со шкивами. Измельченный материал проваливается в приемную коробку. Степень измельчения можно регулировать установочным винтом. Крышки кожуха и неподвижный диск могут откидываться на шарнирах, что открывает доступ ко всем частям истирателя для чистки и ремонта.

Дисковый истиратель Механобра типа 60-ДР имеет следующую техническую характеристику:

Диаметр дисков, мм	175
Скорость вращения вала, об/мин	450—550
Установочная мощность, квт	0,5
Производительность, кг/ч	до 20
Конечный диаметр материала, мм	0,1—0,05
Основные размеры, мм	500×300×410
Вес, кг	30

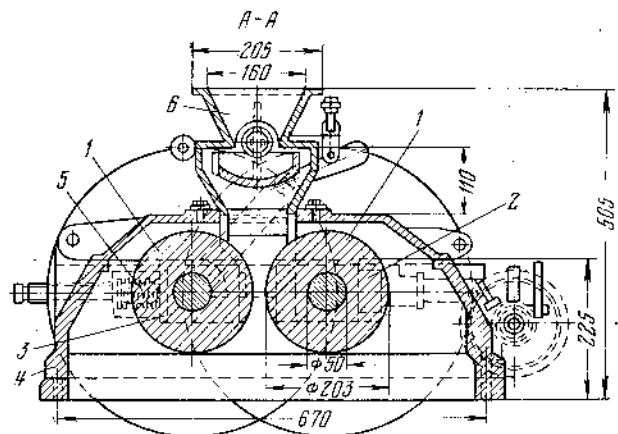


Рис. 74. Лабораторные дробильные валки.

1 — валки; 2 — неподвижные подшипники; 3 — подвижные подшипники на салазках; 4 — рама; 5 — буферные пружины; 6 — загрузочная воронка

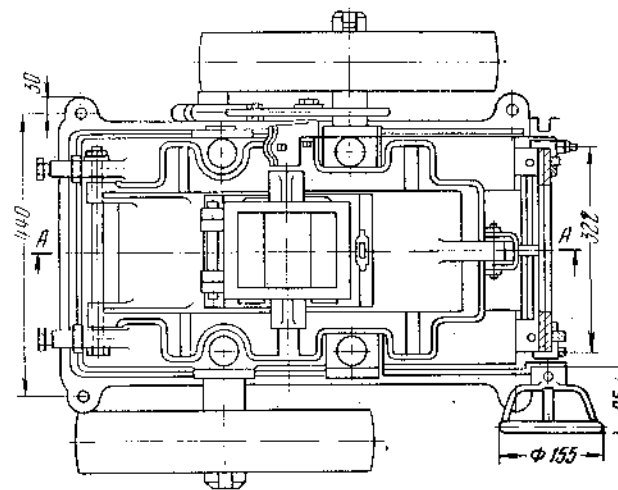
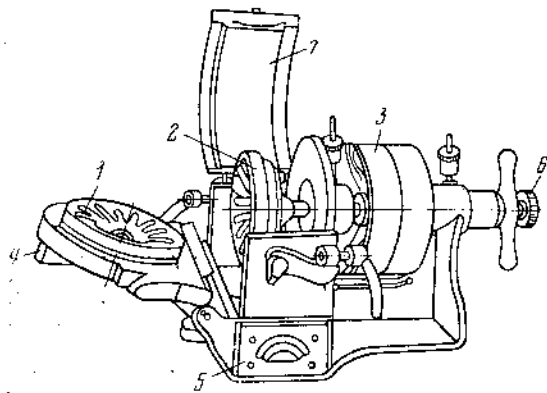


Рис. 75. Дисконный истиратель.

1 — неподвижный диск; 2 — вращающийся диск; 3 — шкив; 4 — загрузочная воронка; 5 — приемная коробка; 6 — установочный винт; 7 — нокух



Вибрационный истиратель Механобра предназначен для одновременного измельчения четырех химических проб весом до 100 г каждая. Он представляет собой раму, подвешенную на тросиках с пружинами или на резиновых растяжках. В центре рамы проходит эксцентриковый вал, на конце которого жестко посажены неуравновешенные шкивы. По обе стороны от вала в раме имеются четыре гнезда, где помещаются четыре стальных стакана с внутренними размерами 68 × 99 мм. Стаканы закрываются крышками и зажимаются в гнездах с помощью хомутов и затяжных винтов. Внутри каждого стакапа находится стальной ролик диаметром 45 мм и весом 1,22 кг. Истиратель приводится в движение электродвигателем через клиновидный камень. При вращении вала все точки рамы совершают круговые колебания, в результате чего ролики в стаканах катаются по их стенкам, раздавливая и истирая находящиеся в стаканах пробы. Грузы на неуравновешенных шкивах установлены относительно эксцентрика так, что колебательных движений оси вала не происходит.

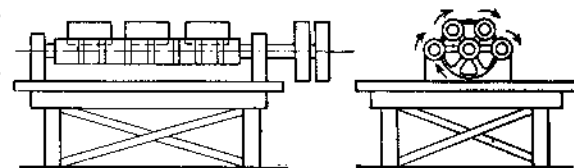


Рис. 76. Лабораторная стержневая мельница

Вибрационный истиратель имеет следующую техническую характеристику:

Амплитуда колебания (половина размаха), мм	5
Частота колебаний в 1 мин	1400
Максимальный вес пробы на 1 стакан, г	100
Максимальная крупность загружаемого материала, мм	2
Крупность материала после измельчения, мм	0,075—0,1
Время измельчения, мин	1—8
Установочная мощность, квт	0,6

Для наиболее тонкого измельчения проб часто применяют стержневые мельницы на фрикционных столах (рис. 76). На стальных осях общей рамы параллельно друг другу расположены три горизонтальных деревянных вала. Для увеличения трения на них надеты резиновые кольца. Средний вал имеет приводной шкив для вращения. Между валами свободно укладываются цилиндрические барабаны со стальными стержнями и пробами. При вращении среднего (ведущего) вала вращаются также барабаны и два других вала. На один стол можно помещать до шести барабанов с пробами. Измельчение пробы весом 2 кг с крупностью частиц от 2 до 0,1 мм продолжается от 30 до 60 мин.

Грохочение или просеивание представляет собой процесс разделения измельченной пробы на классы по крупности частиц. Размер частиц руды

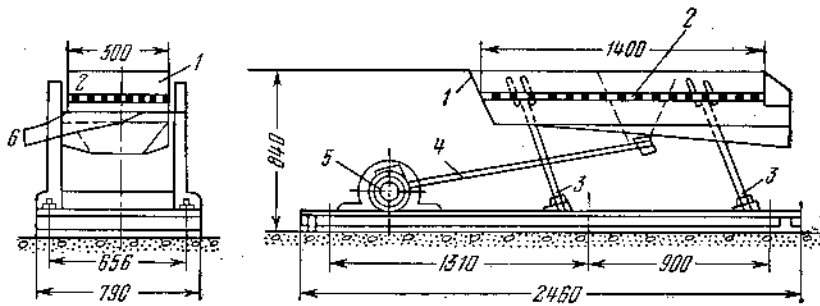


Рис. 77. Лабораторный механический грохот.

1 — горизонтальная начальная рама; 2 — грохот; 3 — гибкие рейки; 4 — шатун;
5 — рабочий вал с мотором и эксцентриком; 6 — выпускной желоб

в процессе ее дробления изменяется в широких пределах — от 50 мм до сотых долей миллиметра. Перед дроблением при помощи грохотов или сит необходимо отделить рудную мелочь. Такое грохочение или просеивание называется вспомогательным. После дробления снова применяют грохочение в целях отбора наиболее крупных частиц, случайно проскочивших через дробильные машины; эти крупные частицы снова направляются на измельчение. Грохочение или просеивание, применяющееся после измельчения, называется контрольным.

Разделение проб по крупности производят на ручных или механических грохотах. Ручной грохот представляет собой деревянную прямоугольную раму с невысокими бортами размером 0,7 × 0,3 м. Дно рамы затянуто сеткой из толстой проволоки или листом железа с круглыми отверстиями. Грохот устанавливают при помощи стоек неподвижно в наклонном положении или на четырех тросах подвешивают горизонтально к козлам.

Набрасываемая на грохот лопатами руда делится по крупности на два класса. Например, при грохоте с отверстиями 10 мм проба делится на класс +10 мм (на грохоте) и класс —10 мм (под грохотом). При большом объеме работ применяют лабораторный механический грохот (рис. 77).

Лабораторный грохот института Механобр 138-Гр имеет размер сита 180 × 550 мм, амплитуду вибраций 4 мм, установочную мощность 0,25 квт, производительность до 75 кг/ч и вес 16 кг.

Для небольших по весу проб вместо грохотов применяют комплекты круглых сит, вставляемых одно в другое в виде колонки. В ситах американского стандарта размер отверстий указан в мешах. Меш (mesh) — это число отверстий проволочной сетки, приходящееся на один линейный дюйм (25,4 мм) при толщине проволоки, равной диаметру отверстия.

Зерна измельченной руды обычно имеют неправильную форму. Для характеристики их размеров пользуются условным термином — средним диаметром зерна d , который определяется по фактическим замерам длины l , ширины b и толщины h рудных обломков. Для определения среднего диаметра применяют одну из следующих формул:

$$d = b; \quad d = \frac{l+b}{2}; \quad d = \frac{l+b+h}{3}; \quad d = \sqrt{lb}.$$

При шарообразной форме рудных зерен иногда применяют так называемый эквивалентный диаметр. Зная объем зерна или его вес и плотность, можно определить эквивалентный диаметр из формулы объема шара:

$$V = \frac{\pi d^3}{6},$$

откуда эквивалентный диаметр

$$d = 1,24 \sqrt[3]{V} = 1,24 \sqrt[3]{\frac{P}{\delta}},$$

где P — вес рудного зерна;

δ — плотность рудного минерала [11].

2. Смешивание и сокращение проб

Перед сокращением пробу необходимо хорошо смешивать для того, чтобы она стала равномерной по содержанию металла. Эта операция особенно необходима для руд, состоящих из минералов с резким различием в плотности и с неодинаковым отношением к измельчению. Такими, например, являются кварц-сульфидные руды.

По плотности сульфиды примерно в два раза тяжелее кварца. При измельчении они вследствие хрупкости и способности к переизмельчению проникают в мелкие классы, в то время как кварц остается в крупных и средних классах. В результате проба измельченной кварц-сульфидной руды, насыпанной на стол в виде конуса, сразу же становится неравномерной по распределению компонентов. Материал у вершины конуса оказывается беднее сульфидами и металлом, чем у основания. Такое явление называется сегрегацией. Задачей смешивания является устранение сегрегации перед сокращением пробы. Ниже приведено краткое описание способов смешивания проб перед сокращением.

Перелопачивание. Это наиболее простой, но и трудоемкий ручной способ смешивания проб. Он применим при начальном весе в несколько сотен килограммов при крупности кусков до 100 мм. Проба несколько раз перебрасывается лопатами из одной кучи в другую. Перелопачивание следует производить на чистой бетонной, металлической или деревянной площадке. Перелопачивание на земле не допускается.

Способ кольца и конуса. Материал пробы насыпают в виде конуса на площадку или на рабочий стол. Конус разворачивают в кольцо, постепенно надавливая на него деревянной или металлической пластинкой и вращая ее вокруг оси конуса. Когда пластинка дойдет до плоскости стола, весь материал пробы расположится в виде кольца, внутренний диаметр которого будет равен длине пластинки. Из кольца лопатой или совком материал снова пересыпают в конус и опять разворачивают в кольцо. Для хорошего смешивания операцию повторяют два-три раза.

Смешивание на клеенке. Материал пробы высыпают на клеенку (листовую резину, брезент) и смешивают путем многократного встряхивания клеенки за углы так, чтобы проба перекатывалась на ней от одного угла к другому. При этом может появиться неустраиваемая сегрегация, что влечет за собой систематические погрешности.

Для смешивания и сокращения химических проб пользуются специальным столом, плоскость которого покрыта листом железа, приподнятого с трех сторон при помощи прибитых по кромке стола деревянных брусков треугольного сечения. Кроме стола необходимо иметь желобковые делители, набор металлических коробок, совки, щетки, тряпки и пр.

Наиболее ответственной операцией при обработке проб является сокращение. Геолог и техник при опробовании должны быть уверены, что разделяемый материал пробы действительно однороден по содержанию полезного компонента. Из способов сокращения проб отметим следующие.

Краткое сокращение. Такое сокращение применяется только для валовых или технологических проб большого веса. Каждая вторая, пятая или десятая вагонетка (бадья), выдаваемая из забоя, поступает на специально подготовленную площадку для пробы. Остальные вагонетки с рудой следуют в общий отвал. Проба при этом сокращается соответственно в два, пять или десять раз. Для задирковых проб такую краткую отборку можно производить ручным способом: каждая вторая, пятая или десятая лопата с рудой поступает в пробу.

Сокращение квартованием. Этот простой способ широко применяется в практике. Материал пробы разравнивают на рабочем столе в виде диска. Затем при помощи линейки или крестовины диск делят на четыре равных сектора. Короткими поперечными движениями линейки раздвигают материал пробы на четыре равные по объему части. Материал двух секторов, расположенных друг против друга, выбрасывают совками, сметая мелочь щетками. Оставшиеся два сектора смешивают и снова придают материалу форму диска. При этом проба сокращается в два раза. При повторении этой операции начальный вес пробы сокращается соответственно в четыре или в восемь раз. Точность сокращения способом квартования меньше, чем сокращения с помощью желобковых делителей.

Сокращение желобковым делителем. Это наиболее распространенный и наиболее точный способ сокращения химических проб. Желобковый делитель состоит из металлической прямоугольной коробки с растробом в верхнем основании. Коробка разделена на четное количество (от 10 до 20) поперечных вертикальных желобков с наклонным дном, направленным поочередно в разные стороны. С обеих сторон делителя под выпускные отверстия подставляют коробки для приема материала пробы, разделенного пополам. Ширина желобков должна в два три раза превышать максимальный диаметр кусков сокращенного материала.

Материал пробы, подлежащий сокращению, равномерно насыпают в делитель сверху при помощи специального плоского совка, ширина которого в точности равна длине делителя. При аккуратной работе материал точно делится пополам. С увеличением числа приемов сокращения вес пробы соответственно уменьшается в 2^n раз, где n — число приемов сокращения.

Сокращение выщипыванием. Этот способ применяется химиками для отбора навесок из тонкоизмельченного материала конечного веса пробы. Материал пробы разравнивают тонким слоем в виде прямоугольника или квадрата на гладком стеклянном листе размером около 20×30 см. Затем на этот слой накладывают проволочную сетку с отверстиями 2×2 см,

которая оставляет отпечатки сторон квадратов. Из центра каждого квадрата (или в шахматном порядке) совком или ложечкой отбирают маленькие порции материала, сумма которых и составляет навеску для химического анализа.

3. Оборудование помещения для обработки проб

Машины для обработки проб устанавливают в специальном помещении. Они приводятся в движение от индивидуальных электромоторов. Здесь же размещают универсальный камнерезный станок для механического опробования рудных кернов, стол для сокращения проб, печь для сушки и шкафы для хранения дубликатов приготовленных проб.

Помещение для обработки проб необходимо обеспечить искусственной вентиляцией. Измельчение проб сопровождается значительным выделением минеральной пыли. Поэтому перед дробилками, вальками и истирателями следует устанавливать металлические колпаки, соединенные с трубой, выводящей пыль при помощи вытяжного электровентилятора.

Все приборы и рабочие части машин до и после измельчения каждой пробы следует протирать сухой тряпкой или щеткой для удаления остатков предыдущей пробы. При наличии сжатого воздуха, его используют для очистки машин от остатков проб. Печь используют для сушки проб. Тут же может находиться сушильный шкаф с электрическим питанием.

В операции по механической обработке проб входят: очистка дробильных машин и принадлежностей, разделка и взвешивание проб, грохочение и просеивание, загрузка в измельчительные машины, сокращение проб, уборка отбросов после сокращения, наблюдение за правильным выполнением схемы обработки проб, уборка помещения, безопасность работы всех механизмов.

Техническое руководство лабораторией по обработке проб осуществляется геологом рудоуправления. Заведующим лабораторией обычно назначается техник-геолог или техники-обогащатели и химики. Штат лаборатории в зависимости от объема работ состоит из одного-двух старших рабочих по обработке проб и двух рабочих. Пробы в лабораторию следует сдавать хорошо упакованными, с ясно написанными номерами проб и сопроводительным письмом. Техник-геолог следит за точным выполнением принятой схемы обработки проб и ведет журнал по форме, указанной в таблице 45.

Форма журнала обработки проб

Таблица 45

Откуда поступили пробы	Дата обработки	№ пробы	Начальный вес, кг	Конечный диаметр частиц, мм	Конечный вес, кг		Фамилия ответственного за обработку проб
					пробы	дубликата	

Ниже приведен перечень оборудования и принадлежностей, необходимых для работы лаборатории по механической обработке проб.

Щековая лабораторная дробилка	1
Лабораторные дробильные валки	1
Лабораторный дисковый истиратель	1
Лабораторная стержневая мельница	1
Механический истиратель проб (СМБ)	2
Универсальный камнерезный станок для механического опробования кернов	1
Механический грохот с набором сит	1
Электромоторы	6
Вентиляционная установка для удаления пыли от измельчения проб	1
Наборы стандартных сит, комплектов	2
Желобковые делители разных размеров	4
Короба для приема проб	15
Весы с разновесом от 0,1 до 10 кг	1
Аптекарские весы с разновесом (от 0,1 до 50 г)	1
Аналитические весы	1
Столы для разделки проб	3
Шкафы или полки для хранения дубликатов проб	2
Печь для сушки проб	1
Сушильный шкаф	1
Комплект щеток для чистки машин и столов	1
Совки различных размеров	5—7

Кроме того, в лаборатории должны быть респираторы, необходимые при обработке кварцсодержащих проб, мешочки и оберточная бумага для упаковки проб и их дубликатов, резиновые перчатки и коврики перед электромоторами, шпатель, карандаши, фанера для боек, аптечка, умывальник и пр.

На некоторых рудниках для обработки эксплуатационных проб, взятых из вагонов при погрузке руды из шахт и карьеров, имеются специальные лаборатории по обработке проб. Пробы из вагонов обычно имеют значительный вес (10—15 кг) и для их обработки применяются дробилки и валки не лабораторного типа, а больших размеров. Обработку геологических проб, взятых из разведочных и подготовительных горных выработок, не следует производить в одной лаборатории поочередно с обработкой с эксплуатационных и больших проб, так как при этом слишком велика вероятность заражения геологических проб рудной пылью. Для обработки геологических проб следует иметь отдельную лабораторию.

4. Составление схем обработки проб

В основе составления схем обработки химических проб лежит зависимость минимального веса пробы перед ее сокращением от крупности минеральных зерен, составляющих пробу. Эта зависимость выражена формулой Г. О. Чечотта $q = Kd^a$ и более общей формулой Демонда и Хальфердаля $q = Kd^a$, где показатель степени a представляет собой переменную величину в пределах от 1,5 до 2,7.

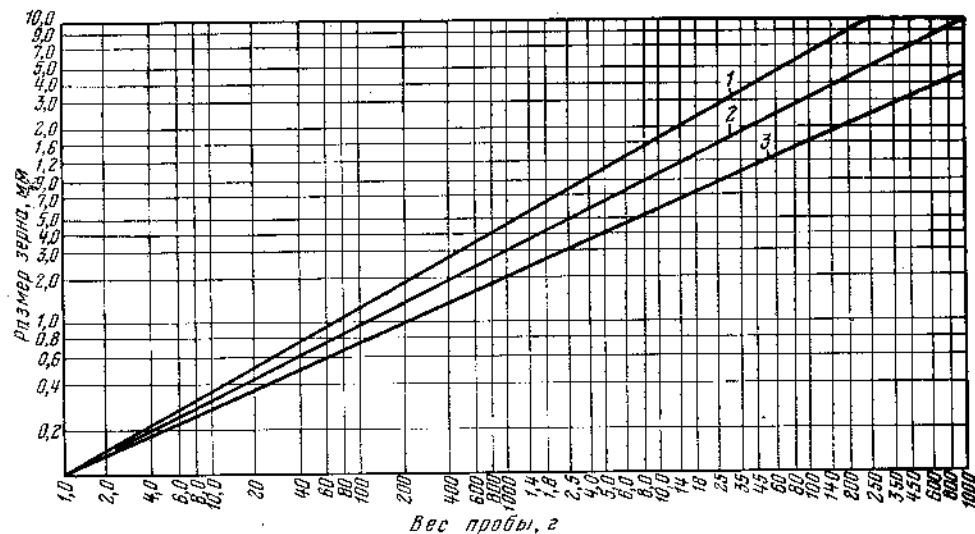


Рис. 78. Логарифмическая диаграмма для определения надежных весов химических проб. По К. Л. Пожарицкому.
1 — весьма равномерные руды; 2 — равномерные руды; 3 — неравномерные руды

В табл. 46 приведены надежные веса проб в зависимости от диаметра наибольших частиц опробуемых руд. Можно также пользоваться диаграммой К. Л. Пожарицкого (рис. 78).

Обработка пробы производится по заранее составленной схеме. Перед ее составлением необходимо выбрать формулу сокращения пробы, значение коэффициента K и показателя степени a . В большинстве случаев применяют формулу Г. О. Чечотта, где показатель степени $a = 2$.

Таблица 46
Определение надежного веса проб в зависимости от диаметра наибольших частиц опробуемых руд

Диаметр наибольших частиц, мм	Вес пробы, кг				
	Весьма равномерные руды		Неравномерные руды	Весьма неравномерные руды	
	$q = 0,06d^{1,8}$	$q = 0,05d^2$		$q = 0,2d^2$	$q = 0,18d^{2,25}$
20	15	20	40	80	160
10	4	5	10	20	35
8	2,5	3,2	6,4	12,8	20
5	1,2	1,25	2,5	5,0	7
3	0,45	0,45	0,9	1,8	2,5
2	0,20	0,20	0,4	0,8	0,9
1	0,06	0,05	0,1	0,2	0,18
0,5	0,018	0,0125	0,025	0,05	0,04
0,1	0,001	0,0005	0,001	0,002	0,001

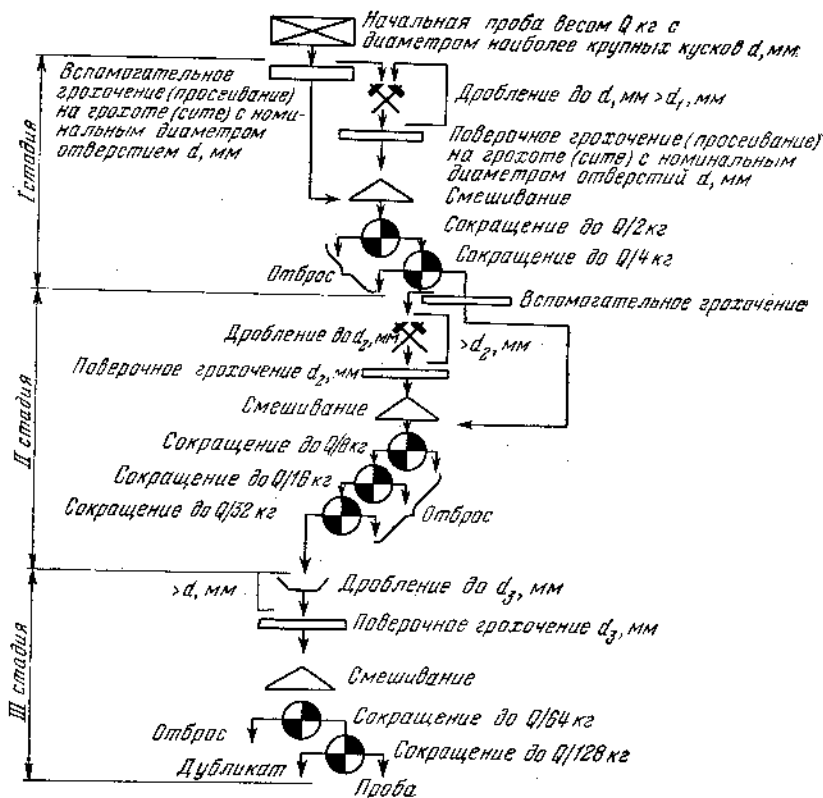


Рис. 79. Схема обработки химических проб

При графическом оформлении схемы (рис. 79) пользуются общепринятыми условными обозначениями для основных операций. На схеме также указываются вес пробы после каждого сокращения в килограммах, диаметры отверстий сит и размер частиц после каждого измельчения в миллиметрах.

При составлении схемы руководствуются следующими правилами. В формулу $Q = KD^2$ подставляют числовые значения, где Q — начальный вес пробы, кг; D — диаметр наиболее крупных обломков в начальном весе пробы, мм, и значения K . При этом может иметь место один из двух вариантов.

1. Q больше чем в два раза конечного веса пробы q , определяемого по этой же формуле при требуемом конечном диаметре частиц d (обычно $d = 0,1$ мм). Этот вариант дает право на сокращение пробы с предварительным ее перемешиванием.

2. Q равен или меньше удвоенного конечного веса пробы q . Этот вариант не дает права на сокращение. В этом случае следует произвести измельчение с предварительным отсевом более мелкого материала.

Зная конечный вес пробы q и конечный диаметр зерен d (требования химической лаборатории), можно определить степень измельчения S и степень сокращения N :

$$S = \frac{D}{d} \text{ и } N = \frac{Q}{q}.$$

Единичной операцией сокращения проба делится на две части. Общее число приемов сокращения m можно определить из уравнения

$$N = 2^m \text{ или } \lg N = m \lg 2.$$

Отсюда число приемов сокращения равно

$$m = \frac{\lg N}{\lg 2} \text{ или } m = 3,32 \lg N.$$

Степень измельчения S можно представить в следующем виде

$$S = \frac{D}{d} = \sqrt{\frac{Q}{q}} = \sqrt{N} = \sqrt{q^m} = 2^{\frac{m}{2}}.$$

Отсюда

$$\lg S = \frac{m}{2} \lg 2 \text{ и } m = \frac{2 \lg S}{\lg 2} = 6,64 \lg S.$$

Перед измельчением проводится предварительное просеивание на сите с диаметром отверстий, равным диаметру выпускного отверстия дробильной машины. В результате этого в дробильную машину направляется только часть пробы, оставшаяся на сите и представленная наиболее крупным классом.

Материал пробы, прошедший через дробильную машину, подвергается поверочному просеиванию на сите с таким же диаметром отверстий, как и в сите предварительного просеивания. Поверочное просеивание задерживает обломки, случайно проскочившие через дробильные машины, и они снова направляются на измельчение. Материал, прошедший через сита предварительного и поверочного просеивания, объединяется и после смешивания подвергается дальнейшему сокращению в один или несколько приемов.

Этим заканчивается первая стадия обработки пробы. В результате получается сокращенный вес пробы Q_1 и промежуточный диаметр d_1 , по которым составляется новое уравнение: $Q_1 = Kd_1^2$.

Далее производится вторая стадия обработки, выполняемая по тем же правилам. Обработывая пробу по установленной схеме, доводят ее до величины, необходимой для химического анализа. Дубликат пробы от последнего необходимо сохранить для возможного контроля.

При составлении схемы обработки пробы следует учитывать наличие определенной измельчительной аппаратуры, диаметры отверстий имеющихся сит, примерную стоимость и производительность обработки проб. Эту схему следует вывесить на видном месте в помещении обработки проб для исполнения и контроля правильности сокращения проб.

Чем больше начальные величины Q и D , тем больше требуется времени и средств на обработку химических проб. Многостадийная обработка

Допустимые средние случайные погрешности химических анализов для руд черных и цветных металлов (по материалам ГКЗ СССР)

Компоненты	Классы содержания компонента в руде, %	Предельно допустимые случайные погрешности в % к содержанию в пробе определенного компонента	Компоненты	Классы содержания компонента в руде, %	Предельно допустимые случайные погрешности в % к содержанию в пробе определенного компонента
Железо	Выше 30 10—30 5—10	1—2 2—4 4—8	Молибден	Выше 1 0,25—1 0,05—0,25	2—5 5—10 10—20
Закись железа	Выше 5 1—5	2—4 4—7	Ртуть	Выше 2 0,25—2 0,06—0,25	4—7 7—15 15—30
Хром	Выше 10 1—10 До 1	1—3 3—7 7	Сурьма	Выше 2 0,5—2	3—12 12—20
Марганец	Выше 5 1—5 0,05—1	2—4 4—7 7—20	Окись кальция	Выше 25 5—25 1—5	3—5 5—10 10—25
Кремнезем	30—50 10—30 3—10	2—3 3—8 8—15	Сера	Выше 20 1—2 0,05—1	1—2 2—5 5—10
Глинозем	Выше 20 5—20 1—5	2—4 4—8 8—20	Сульфат бария	Выше 5 1—5	1—7 7—15
Окись магния	Выше 5 1—5	3—10 10—20	Свинец	Выше 15 6—15 0,5—6 До 0,5	2—4 3—6 6—12 12
Никель	1—5 0,2—1 До 0,2	3—7 7—15 15	Цинк	Выше 25 10—25 0,5—10 До 0,5	2—3 3—6 6—15 15
Олово	Выше 1 0,25—1 0,05—0,25	3—5 7—15 15—30	Медь	Выше 3 0,5—3 0,05—0,5	3—7 7—10 10—15
Трехокись вольфрама	Выше 1 0,25—1 0,05—0,25	3—5 3—15 15—25	Висмут	Выше 0,6 0,2—0,6	5—15 15—20
Мышьяк	Выше 2 0,5—2 До 0,5	1—5 5—7 10	Ванадий	Выше 0,5 0,06—0,5	9—10 10—30
Фосфор	Выше 0,3 0,03—0,3	3—7 7—5	Золото	Выше 50 г/т 20—50 г/т 5—20 г/т	1—3 3—5 5—10
Титановый ангидрид	2—15 0,1—2	2—5 5—20	Серебро	Выше 100 г/т 300—100 10—30	1—3 3—5 5—12
Кобальт	Выше 0,5 До 0,5	2—6 6			

больших проб для химического анализа имеет существенные недостатки. Сухое измельчение сопровождается выделением пыли и требует установки вентиляции для удаления загрязненного воздуха. Отсутствует специальная система очистки рабочих деталей механизмов, что приводит к загрязнению обрабатываемой пробы материалом предшествующих проб. Измельчение, например, на дисковом истирателе вызывает нагревание, достаточное для окисления железа и серы и потери летучих компонентов руды (CO_2 , H_2O). Иногда при обработке в среднем теряется около 10% начального веса проб.

Всесоюзный Институт техники разведки (ВИТР) разработал новый метод обработки геологических проб и создал установку для его осуществления. Сущность нового метода обработки геологических проб состоит в измельчении всей начальной пробы весом до 15—20 кг до класса — 0,1 мм и последующего отбора представительной лабораторной навески от потока всей измельченной массы начальной пробы методом отсечек. Среднее количество частичных проб (отсечек, порций), из которых составляется конечная проба, достигает 300, что обеспечивает удовлетворительную представительность конечной пробы.

Установка для обработки геологических проб (УОГП) состоит из электромагнитного питателя, центробежной роликовой мельницы, пробоотборника, вспомогательного оборудования (вакуум-фильтра для обезвоживания пробы) и печи для сушки проб. Установка обеспечивает более высокую производительность по сравнению с комплексом обычных измельчительных машин при многостадийной обработке проб и обеспечивает удовлетворительную представительность химических проб [5].

5. Внутренний и внешний контроль работы химической лаборатории

Сдачей пробы в лабораторию для анализа заканчивается наблюдение геолога за процессом опробования. Результаты анализа, проведенного любой лабораторией, всегда имеют ту или иную погрешность, которая может быть допустимой или неприемлемой. Графически характеристика точности химических анализов может быть представлена схемой.

Для критической оценки результатов геолог должен знать методику отбора навески и анализа пробы. Это позволит избежать иногда встречающихся грубых ошибок.

В таблице 47 приведены допустимые погрешности химических анализов для руд черных и цветных металлов по материалам ГКЗ.

Качество работы химической лаборатории следует систематически проверять путем внутреннего и внешнего контроля. Внутренний контроль производится в той же лаборатории, в которой выполняются основные анализы рядовых проб. Этот контроль состоит в том, что лаборатория выполняет анализы некоторого количества дубликатов проб. Цель внутреннего контроля заключается в своевременном выявлении и устранении недопустимых случайных погрешностей рядовых анализов, вызванных неудовлетворительной работой лаборатории.

Величина средней случайной погрешности определяется как среднее арифметическое из отклонений индивидуальных проб без учета знака отклонения. Так, сумма всех отклонений в табл. 48 без учета их знака

Таблица 48

Определение величины случайной погрешности химических анализов.
По А. П. Прокофьеву [7]

Содержание металла, %		Величина отклонения	Содержание металла, %		Величина отклонения
по основным анализам	по контрольным анализам		по основным анализам	по контрольным анализам	
2,15	2,51	+0,36	3,51	2,98	-0,53
2,48	1,98	-0,50	3,72	3,51	-0,21
1,95	2,15	+0,20	3,90	3,71	-0,19
3,41	2,41	-1,00	3,44	2,99	-0,45
2,01	2,06	+0,05	2,86	3,15	+0,29
3,14	2,98	-0,16	2,42	2,64	+0,22
3,85	3,99	+0,14	3,83	3,41	-0,42
2,12	1,90	-0,22	4,31	4,18	-0,13
1,98	2,16	+0,18	2,75	3,28	+0,53
2,16	1,89	-0,27	1,98	2,08	+0,10
4,01	3,95	-0,06	1,89	2,09	+0,20
2,09	2,22	+0,13	3,56	3,21	-0,35
2,47	2,23	-0,24	2,87	3,12	+0,25
3,81	3,56	-0,25	2,35	2,96	+0,61
4,12	4,01	-0,11	2,71	2,98	+0,27
2,55	2,75	+0,20	3,21	3,02	0,19
2,69	3,96	+1,27	—	—	—
1,99	2,18	+0,19	—	—	—
2,49	2,21	-0,28	—	—	—
Итого	—	—	100,78	100,41	10,75

составляет 10,75. Таким образом, средняя абсолютная случайная погрешность составляет $10,75 : 35 = 0,31\%$; среднее содержание по контрольным пробам $100,41 : 35 = 2,87\%$ и средняя относительная случайная погрешность $0,31 : 2,88 = 10,7\%$. Сравнение средних содержаний по основным и контрольным анализам (в нашем примере $2,88 - 2,87 = 0,01\%$) указывает на фактическую величину погрешности.

Погрешность в анализах следует определять для каждого полезного компонента руды по классам содержаний компонента. Например, для глинозема необходимо определить погрешности для классов выше 20%, от 5 до 20% и от 1 до 5% для сопоставления с допустимыми погрешностями химических анализов по инструкциям ГКЗ СССР (см. табл. 47).

Конечные результаты обработки контрольных анализов по одному из полиметаллических месторождений приведены в табл. 49.

Из таблиц 48 и 49 видно, что относительные величины средних случайных погрешностей анализов на медь превышают допустимые значения по нормам. Погрешности анализов на свинец и цинк для содержаний выше 0,5% не превышают установленных норм, а при содержании свинца до 0,5% несколько завышены. Отсюда следует, что данная лаборатория не точно производит анализы на медь при любых ее содержаниях в руде, а на свинец и цинк — при низких содержаниях, менее 0,5% [7, 8].

Таблица 49

Сводные результаты химических анализов внутреннего контроля работы лаборатории. По А. П. Прокофьеву [7]

Компонент	Содержание компонента в классе	Количество анализов	Среднее содержание по пробам, %		Арифметическая сумма отклонений	Случайная погрешность		Допустимые отклонения по нормам ГКЗ, %
			контрольным	основным		абсолютная	относительная в % к средней по основным анализам	
Медь	0,05—0,5	40	0,14	0,14	0,94	0,023	16	15
	0,5—3,0	33	0,83	0,82	3,45	0,105	13	7—10
Свинец	До 0,5	31	0,29	0,34	1,59	0,051	15	12
	0,5—6	39	1,71	1,82	5,29	0,135	7	6—12
Цинк	6—15	23	9,27	9,51	11,84	0,513	5	3—6
	До 0,5	36	0,49	0,55	3,63	0,101	18	15
	0,5—10	46	2,22	2,38	10,15	0,221	9	6—15
	10—25	22	17,09	17,66	13,75	0,625	4	3—6

Целью внешнего контроля является вскрытие и устранение возможных систематических погрешностей в работе основной лаборатории. Отобранные для внешнего контроля пробы передаются в арбитражную химическую лабораторию. Отбор материала для внешних контрольных анализов следует производить из остатков проб, хранящихся в основной лаборатории. Отбирать материал из дубликатов проб не рекомендуется, так как в этом случае на погрешности анализа накладываются погрешности обработки проб.

После получения анализов внешнего контроля составляется сравнительная ведомость по форме, приведенной в табл. 48 и 49. Явное преобладание одного знака отклонения указывает на наличие систематической ошибки в работе основной лаборатории. Если количество контрольных анализов по каждому классу составляет не менее 30, то можно установить поправочный коэффициент внешнего контроля K_a . Он определяется из отношения среднего содержания данного компонента по контрольным анализам C_k к среднему содержанию по основным анализам C_0 :

$$K_a = \frac{C_k}{C_0}, \text{ например, } K_a = \frac{7,00}{5,80} = 1,2.$$

Применение этого поправочного коэффициента может быть допущено только в том случае, когда эти же контрольные анализы подтверждены в третьей, арбитражной лаборатории [7].

Изучение взаимной зависимости основных и контрольных анализов может быть выполнено графоаналитическим способом с помощью корреляционной решетки [2].

Из опубликованных способов обработки контрольных анализов наиболее известен способ Н. В. Барышева [1]. Внешний контроль, по

**Группировка рудных месторождений
по степени изменчивости распределения компонента**

Группа месторождений	Степень изменчивости распределения компонентов	Коэффициент вариации, %	Расстояние между пробами по штреку, м	Примеры месторождений
I	Весьма равномерная	До 20	50—15	Осадочные: угли, горючие сланцы, калийные соли, стройматериалы, флюсы, цементное сырье, некоторые месторождения железных и марганцевых руд
II	Равномерная	20—40	15—4	Метаморфические: железные руды Кривого Рога, КМА
III	Неравномерная	40—100	4,0—2,5	Магматические, скарновые, гидротермально-метасоматические руды железа, меди, полиметаллов. Некоторые месторождения вольфрама, молибдена, золота
IV	Весьма неравномерная	Более 100	2,5—1,0	Месторождения олова, вольфрама, молибдена, золота

предложению В. Л. Шашкина [10], можно также производить по групповым пробам. Последние подбирают из 10—30 индивидуальных проб по естественным типам руд и установленным классам содержания полезного компонента в руде. Контроль работы химической лаборатории можно производить с помощью эталонных проб. Такие эталоны заранее изготавливаются и анализируются в арбитражной лаборатории и содержание в них того или иного компонента считается истинным.

6. Объединение проб для анализа

Значительный объем горных работ, выполняемый на многих рудниках механизированными скоростными методами, резко увеличивает количество забойных проб за сутки. Химическая лаборатория бывает перегружена, давшие опробования получают с большим запозданием, вследствие чего они в значительной мере обесцениваются и не всегда могут быть использованы для оперативного руководства разведкой и эксплуатацией.

Важным мероприятием в таких условиях является объединение проб для анализа. Оно может проводиться при любом методе отбора проб.

Объединение смежных проб в одну лучше производить сразу после их отбойки, а затем подвергать обработке и анализу уже объединенную пробу. При сложном составе полиметаллических руд необходимо определять содержание и запасы не только главного компонента, но и всех элементов-спутников. По экономическим соображениям не рационально каждую рядовую пробу анализировать на все компоненты. На медных рудниках Урала все рядовые пробы анализируются на содержание меди, цинка и серы. Для анализа на прочие компоненты (золото, серебро, мышьяк, свинец, кадмий, селен, теллур, галлий, германий, индий и др.) составляются групповые пробы по блокам в пределах одного естественного типа руд. Это выполняет обычно химическая лаборатория по указанию геолога.

На основе многолетнего опыта рекомендуется для жильных месторождений редких металлов объединение двух-трех смежных проб с увеличением интервала между ними до 4—6 м. На месторождениях с более равномерным распределением металла можно объединять даже 3—5 смежных проб и допускать интервалы между объединенными пробами до 10 м. Это удовлетворяет требованиям современных скоростных проходок горных выработок.

Расстояния между смежными забойными пробами по простиранию рудных тел (по штреку) определяются степенью изменчивости содержания полезных компонентов в рудном теле. С увеличением степени изменчивости расстояния между пробами уменьшаются, и наоборот.

Расстояния между смежными пробами определяются также величиной среднего продвижения забоя за один производственный цикл. В циклограмме движения забоя моменты отбора проб занимают определенное время и место. В соответствии с этим расстояния между пробами равны среднему продвижению забоя за один цикл или кратной величине этого продвижения.

Практика опробования позволяет рекомендовать следующие интервалы между забойными пробами по простиранию в штреках разведочных

и подготовительных горных работ (табл. 50). Указанные в этой таблице расстояния между пробами относятся только к штрекам. В ортах пробы берут по их стенкам обычно сплошные.

Для выбора наиболее целесообразных расстояний между пробами рекомендуется сопоставлять средние содержания по блоку, подсчитанные по фактической, а затем по разреженной сети опробования (через одну-две пробы). Если результаты такого сравнения не превышают допустимой ошибки, опробование можно производить по разреженной сети.

На Карабашском медном руднике был опробован штрек на протяжении 60 м с интервалами через 1 м. После этого был сделан пересчет среднего содержания меди при разных интервалах между пробами. Оказалось, что относительные отклонения среднего содержания при разреженной сети от той же величины при пометровом опробовании резко возрастают, начиная с интервала в 4 м (табл. 51). Эти данные позволили обосновать при-

Таблица 51

Изменение среднего содержания меди при разрежении сети проб

Интервалы между пробами, м	Относительные отклонения, %			Интервалы между пробами, м	Относительные отклонения, %		
	минимальное	среднее	максимальное		минимальное	среднее	максимальное
2	2,8	3,0	3,1	5	0,3	11,0	18,5
3	1,4	3,3	5,1	6	1,4	8,7	34,4
4	3,1	7,7	13,6				

ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ И ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ НА РУДНИКЕ

нятый на руднике трехметровый интервал между пробами по простиранию рудных тел.

При разведке и эксплуатации рудных месторождений золота, олова и вольфрама Северо-Востока СССР в течение ряда лет была принята сеть опробования по штрекам через 2 м, в очистных забоях по площади от 2×2 до 4×4 м. Проведенное П. П. Утиным [9] исследование методом разрежения показало, что расстояние между пробами в штреках можно увеличить с 2 до 4 м, а в очистных выработках разрежить сеть опробования с 4×4 до 8×8 м на одну пробу. Такое разрежение сети не отражается на итогах подсчета запасов и дает вполне допустимые отклонения в определении средних параметров рудных жил и запасов металлов как по отдельным блокам, так и в целом по месторождениям. Это мероприятие дает значительную экономию средств при отборе и обработке проб, производстве анализов и позволяет более оперативно направлять разведочные работы.

Различная степень изменчивости отдельных компонентов в полиметаллических рудах влияет на возможность разрежения сети опробования. Пересчет для одного из медных рудников Урала показал, что количество проб в очистных работах по медному и серпому колчедану на медь может быть уменьшено в 5 раз, а на серу в 15 раз.

7. Экспериментальные работы по обоснованию выбора метода опробования

На действующих рудниках, где количество забойных проб достигает несколько тысяч в год, вопрос о выборе наиболее рационального метода их отбора имеет существенное технико-экономическое значение. Обоснованием для выбора в этих случаях могут служить только специально поставленные экспериментальные работы. Для их проведения следует наметить два-три действующих забоя подготовительных горных работ по каждому естественному типу руд. В процессе продвижения забоев производится тщательное их опробование двумя или тремя сравнимыми методами. Моменты отбора таких сопряженных проб должны быть увязаны с циклограммой проведения и крепления выработок.

При взятии проб на каждом опытном участке и при их обработке ведут хронометраж. Определяют начальный и конечный вес проб, прямые расходы по зарплате, материалам и энергии. При равномерном оруденении каждым методом следует отбирать 30—40 проб. Для руд с неравномерным оруденением более надежные результаты можно получить при 50—60 пробах по каждому методу. После получения результатов анализа из химической лаборатории все материалы по экспериментам обрабатываются методами математической статистики.

1. Определение содержания железа в рудах магнитными методами

Содержание железа в магнетитовых рудах в основном определяется содержанием магнетита. Часть железа в составе руд может быть связана с сульфидами (пирит, халькопирит) и силикатами (пироксен, гранат, эпидот). В табл. 52 приведен пример распределения железа в рудах между главнейшими минералами.

Наиболее представительным материалом для определения содержания железа в рудах магнитным методом является измельченная проба руды, например шлам из буровзрывных скважин. Для измерения применяют специальные приборы — капнометры (феррометры). Прибор представляет собой фигурный сердечник, на который намотаны четыре индукционные и измерительные катушки. Магнитное поле, возникающее в датчике без пробы руды, сбалансировано второй парой катушек, расположенных в нижней части сердечника. Без образца магнитной руды сигналы с усилителя и генератора, поступаая на фазовращательный детектор, складываются и дают нуль на миллиамперметре.

Измерительный стаканчик с измельченной магнитной рудой устанавливается на датчике прибора. При внесении в поле датчика пробы магнитной руды баланс поля нарушается. С датчика на усилитель поступает сигнал, пропорциональный количеству внесенного магнитного материала, фиксируется отклонение от нуля. Индикатор прибора градуируется по эталонным порошковым пробам, содержание железа в которых определяется химическим анализом с большой точностью. После установки пробы руды на датчике производится отсчет по индикатору. По специальному графику определяется содержание железа в пробе. Для получения истинных содержаний необходимо учитывать поправки на влажность и удельный вес, которые обычно уже внесены в расчетный график.

Опытные работы, проведенные кафедрой рудной геофизики Свердловского горного института, показали хорошую сходимость результатов

Таблица 52
Распределение железа в рудах Северо-Песчанского магнетитового
скарнового месторождения на Урале. По А. Н. Авдояну и др. [1]

Железо	Массивная магнетитовая руда		Скарновая магнетитовая руда	
	Абс. %	Отн. %	Абс. %	Отн. %
Связано с магнетитом	59,7	94,7	37,03	84,5
» сульфидами	2,67	4,2	2,67	6,0
» силикатами	0,67	1,1	4,18	9,5
Итого	63,04	100,0	43,88	100,0

Категории урановых руд по степени их радиометрической контрастности

Категории руд и генетические типы урановых месторождений	$K_{p.k}$	Категории руд и генетические типы урановых месторождений	$K_{p.k}$
Высококонтрастные (гидротермальные жилы)	Более 1000	Слабоконтрастные (осадочные и инфильтрационные залежи)	200—300
Средней контрастности (гидротермально-метасоматические залежи)	300—1000	Неконтрастные (осадочные и инфильтрационные залежи)	Менее 200

описанных измерений с химическими анализами тех же проб. Абсолютная ошибка для руд с содержанием магнитного железа от 5 до 30% не превышает 1%.

Метод искусственного подмагничивания (МИП) позволяет определять среднее содержание железа для любого типа магнетитовых руд в объеме $R \times R \times H$, где H — высота уступа в карьере без использования буровзрывных скважин [3]. Применяется намагничивающая рамка размером 40×40 м, изготовленная из провода ПСМ. В рамку подается постоянный ток от четырех последовательно соединенных аккумуляторов 5-НКН-60. В средней части рамки на площади 20×20 м по сети 5×5 м Z -магнитометром измеряется приращение вертикальной составляющей H_z в момент включения в рамку постоянного тока. Измеряется также нормальное поле рамки H_z до включения тока в рамку. По этим данным определяется коэффициент отображения K :

$$K = \frac{H_z}{H_{z_0}} \cdot 1.$$

Содержание железа определяется по корреляционной зависимости между первым содержанием железа в рудах по серии образцов. Коэффициенты корреляции для Сарбайского и Соколовского месторождений оказались равными соответственно +0,92 и +0,905. Содержание железа в забое определяется по уравнениям регрессии:

$$Fe (\%) = 69K + 5,6\% \text{ и } Fe (\%) = 79K + 1,75\%.$$

Ошибка определения составляет около $\pm 1\%$.

По результатам площадных измерений метод МИП дает возможность строить детальные прогнозные планы содержания железа для отдельных блоков и горизонтов карьера, что способствует рациональной эксплуатации месторождения.

2. Определение содержания урана и тория методом естественной радиоактивности

На урановых месторождениях широкое применение получили радиометрические методы определения содержания урана в руде или в отбитой рудной массе, основанные на использовании естественной радиоактивности руд. Применение радиометрических методов значительно упростило технологию опробования, исключило трудоемкие операции отбора и обработки проб. Однако радиометрические методы не являются универсальными, они имеют свои недостатки. Поэтому на одних и тех же урановых месторождениях применяют как радиометрические, так и химические методы опробования.

Большое значение при выборе методики опробования имеет вещественный состав руд и степень их радиометрической контрастности. Для однокомпонентных (урановых и ториевых) руд радиометрическое опробование является основным. Для комплексных руд, содержащих, кроме урана, никель, кобальт, серебро, молибден и другие нерадиоактивные металлы, ведущее значение имеет химический метод опробования.

Радиометрическая контрастность урановых руд определяется диапазоном отношения радиоактивности наиболее богатых рудных штуфов к среднему содержанию урана в рудах:

$$K_{p.k} = \frac{P_{ш}}{P_m} \cdot 100\%,$$

где $K_{p.k}$ — коэффициент радиометрической контрастности;
 $P_{ш}$ — средняя радиоактивность наиболее богатых рудных штуфов;
 P_m — средняя радиоактивность в массиве или в рудной массе.

В табл. 53 приведены категории руд по степени их радиометрической контрастности.

Для поисково-разведочных работ широко применяют разнообразную радиометрическую аппаратуру. Рассмотрим универсальный гамма-радиометр УР-4М (рис. 80). Прибор состоит из пульта управления, измерительной гильзы (гамма-датчика) и телефона. Общий вес 4,6 кг. Гамма-датчик представляет собой алюминиевую гильзу диаметром 30 мм и длиной 1,1 м. В поворотной головке гильзы заключен счетчик. Раздвижная телескопическая конструкция гильзы позволяет увеличивать ее длину до 1,8 м.

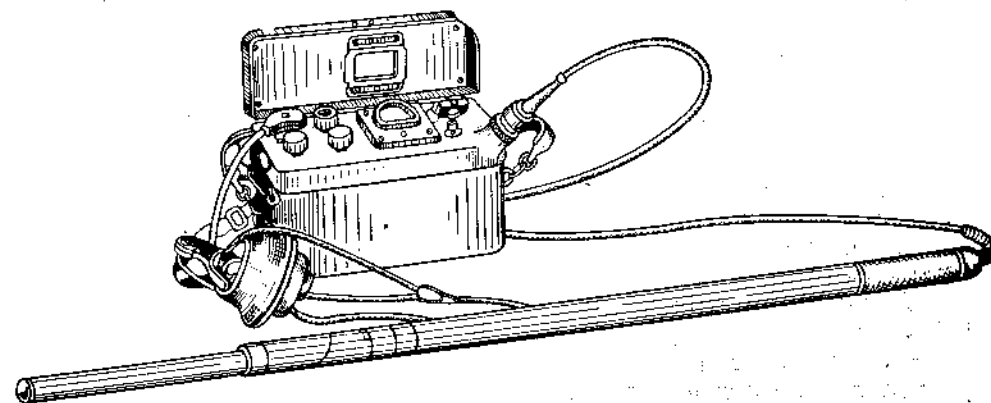


Рис. 80. Общий вид радиометра УР-4М

Высокое напряжение на счетчике обеспечивается ламповым генератором и выпрямителем. Генератор высокого напряжения и усилительная часть схемы расположены в гильзе радиометра, а измерительная часть и блок питания — в пульте.

За единицу измерения радиометрами принята единица интенсивности гамма-излучения, равная мощности дозы гамма-лучей в одну миллионную долю рентгена в час (мкр/ч). Один рентген отвечает гамма-излучению, обеспечивающему образование в 1 см³ воздуха количества ионов каждого знака общим зарядом в одну электростатическую единицу.

Содержание урана в породе и руде C при измерении пробуренного шпура с помощью описанного выше радиометра определяется по формуле [5]

$$C = \frac{\gamma}{K \cdot 100},$$

где C — содержание урана, %;

γ — величина гамма-радиации, мкр/ч;

K — коэффициент, равный 140 мкр/ч на 0,01% урана в равновесии.

При поисках с помощью бурения необходимо проводить гамма-каротаж, т. е. измерения по гамма-лучам естественной радиоактивности горных пород по оси скважины. Аппаратура гамма-каротажных станций состоит из глубинного прибора (радиометра), лебедки с кабелем и пульта управления с регистрирующим устройством. В результате гамма-каротажа по оси скважины автоматически вычерчивается график-диаграмма. При интерпретации диаграмм гамма-каротажа содержание урана на мощность h ураноносного интервала по оси скважины вычисляется по формуле

$$C = \frac{S}{h \cdot K} \cdot 100\%,$$

где S — площадь контура, ограниченная аномальным участком каротажной диаграммы;

h — мощность ураноносного интервала по оси скважины, см;

K — коэффициент перевода гамма-радиации в содержании урана, равный 100—120 мкр/ч на 0,01% содержания урана.

Установленное содержание урана в ряде случаев контролируется химическим анализом.

3. Гамма-гамма-метод

Определение содержания металла в рудах при опробовании гамма-гамма-методом основано на эффекте фотопоглощения гамма-квантов низких энергий («мягких» гамма-лучей) атомами элементов с высокими атомными номерами.

Гамма-гамма-метод успешно применяется для определения сурьмы [7] (атомный номер 51), которая поглощает гамма-кванты пропорционально ее содержанию в руде. Источниками «мягкого» излучения являются радиоактивные изотопы: ртуть ²⁰³, селен ⁷⁶, цезий ¹³⁷. Для практических целей наиболее удобен цезий ¹³⁷ с периодом полураспада 33 года. Мощность источника в 3—5 мкр обеспечивает безопасность проведения работ

и позволяет получить средний фон рассеянного излучения на порядок выше уровня естественной активности.

Измерительной аппаратурой служат полевые радиометры УР-4М с разрядным вольфрамовым счетчиком и СРП-2 «Кристалл» со сцинтилляционным счетчиком. При опробовании руд в массиве в шпур или в буровую скважину вводится радиоактивный зонд. Снаряд с эксцентричным расположением источника имеет стальную прижимную пружину, обеспечивающую хороший контакт с массивом руды. При опробовании отбитой рудной массы применяется специальная приставка «утюг».

Для опробования подготовительных горных выработок проводят каротаж пяти шпуров. Шпуры, подлежащие каротажу, предварительно делят на рудные и безрудные путем прослушивания интенсивности импульсов в наушниках прибора. В безрудных шпурах проводят контрольные замеры через 0,5 м. В рудных шпурах замеры производят в семи точках через 0,2 м. На опробование одного забоя при длине шпуров 1,5 м затрачивается 20—30 мин.

Надежное определение содержания сурьмы гамма-гамма-методом возможно начиная с 0,5—0,7% без разделения на окисленные и сульфидные руды. Последнее обстоятельство вызывает необходимость частичного применения химических анализов.

Наибольшее влияние на качество гамма-гамма-опробования оказывает наличие в рудах сопутствующих тяжелых элементов: бария, свинца, ртути и др. Описанная аппаратура и методика не позволяют производить раздельное определение их содержаний.

На сурьмяных рудниках гамма-гамма-метод дает возможность оперативно решать широкий круг вопросов рудничного опробования и в значительной мере сокращает трудоемкие процессы отбора и обработки проб [7]. Гамма-гамма-метод успешно применяется на свинцовых рудниках Советского Союза.

4. Фотонейтронные методы опробования бериллиевых руд

Фотонейтронный метод исследования основан на реакции отщепления нейтронов от ядер атомов гамма-квантами — фотонейтронном эффекте. Эта реакция у ядер бериллия протекает при значительно меньших энергиях гамма-квантов, чем у ядер других элементов. Поэтому гамма-лучи радиоактивных изотопов могут вызывать фотонейтронный эффект только у бериллия.

Фотонейтронное опробование бериллиевых руд заключается в обучении исследуемых руд в горных выработках или в буровых скважинах гамма-лучами радиоактивной сурьмы и в регистрации генерируемых в них нейтронов, количество которых зависит от содержаний бериллия [4].

Для фотонейтронного каротажа буровых скважин, пройденных на месторождении бериллиевых руд, может быть использована каротажная станция со специальными фотонейтронными буровыми снарядами. Первичный каротаж скважин с целью выделения интервалов с бериллиевым орудением ведется со скоростью 100—120 м/ч. Аномальные интервалы подвергаются повторному количественному каротажу со скоростью 20 м/ч.

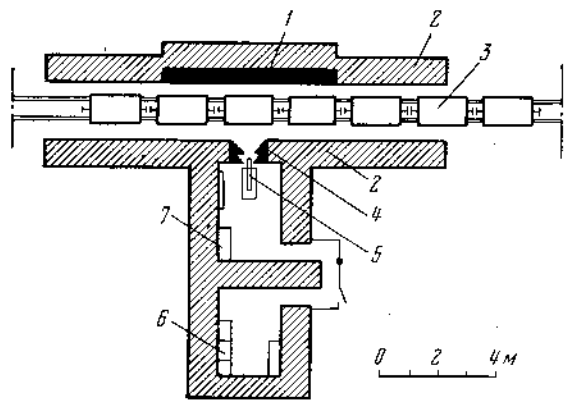


Рис. 81. Схема лаборатории для экспресс-анализа бериллиевых руд в вагонетках. По В. В. Шестакову (1969).

1 — поглотитель гамма-излучения; 2 — стены здания; 3 — вагонетки; 4 — коллиматор; 5 — ускоритель; 6 — вагонетки; 7 — пульт управления

пресс-анализа бериллиевых руд в вагонетках. Скорость движения состава при этом равна 2—4 км в час. Разводка вагонеток по бункерам и отвалам может быть осуществлена исполнительным механизмом, которым управляет запоминающее устройство [8].

5. Определение содержания меди и других элементов методом искусственной радиоактивности

Вопросом использования метода искусственной радиоактивности (МИР) при опробовании руд занимается Свердловский горный институт. Этот метод позволяет определить содержание меди с относительной погрешностью в 10%.

Для определения содержания меди в руде, вскрытой буровой скважиной, используется «долгоживущий» изотоп Cu^{64} . Количественное распределение Na , Al , Fe и S , связанной с последним, определяется с помощью искусственных радиоактивных продуктов Na^{24} , Al^{28} , Mn^{56} . Измерения проводятся каротажной станцией, приспособленной для регистрации электрических и радиоактивных полей.

Положение рудного тела по отношению к оси скважины определяется по кривой естественного электрического поля (ПЭ) с помощью свободной жилы кабеля, несущего глубинный снаряд. В каждой из точек, подлежащих активации, определяется натуральный фон при двух положениях снаряда. С точкой активации совмещается центр счетчика с экраном, затем центр счетчика без экрана. Расстояние между счетчиками 0,4 м. Затем глубинный снаряд поднимается на поверхность и к нему крепится приставка с источником нейтронов активностью около 6 кюри на расстоянии 2,6 м от центра ближайшего счетчика. Снаряд с приставкой снова опуска-

Сравнение результатов каротажа, геологической документации и анализов керновых проб на бериллий показывает недостаточную чувствительность и эффективность этого метода для поисков и разведки месторождений бериллия. Применение специального фотонейтронного зонда вместе с поисковым радиометром для опробования горных выработок позволяет выделить участки с бериллиевым оруденением и определить в них содержание бериллия с удовлетворительной для практики точностью [4].

На рис. 81 показана схема лаборатории для экс-

пресс-анализа бериллиевых руд в вагонетках. Скорость движения состава при этом равна 2—4 км в час. Разводка вагонеток по бункерам и отвалам может быть осуществлена исполнительным механизмом, которым управляет запоминающее устройство [8].

пресс-анализа бериллиевых руд в вагонетках. Скорость движения состава при этом равна 2—4 км в час. Разводка вагонеток по бункерам и отвалам может быть осуществлена исполнительным механизмом, которым управляет запоминающее устройство [8].

Глава XXI

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ РУД

1. Задачи технологического опробования руд

Обязательным условием отнесения запасов к промышленным категориям является изучение технологических свойств руд и способов их обогащения. С этой целью отбирают специальные технологические пробы руд, которые затем подвергают лабораторным, полупромышленным и промышленным испытаниям. Вес пробы может меняться в широких пределах — от 50 до 1000 кг и более при лабораторных исследованиях и до нескольких сотен тонн при промышленных испытаниях. Лабораторные и полупромышленные испытания обычно выполняются специальными институтами или лабораториями. На крупных горных предприятиях целесообразно иметь специальную лабораторию для текущих технологических испытаний руд. Промышленные испытания проводят на опытных или действующих промышленных обогатительных фабриках, а также на рудоиспытательных станциях.

Конечной задачей технологического исследования руд является установление наиболее целесообразной схемы их обработки, обеспечивающей максимальное и комплексное извлечение полезных ископаемых при положительном экономическом эффекте.

2. Влияние текстур и структур руд на методы их обогащения

Решающее значение в выборе способов обогащения имеют крупность зерен рудных минералов, характер их выделения, а также текстура и структура руд. В табл. 54 приведены процессы обогащения, применяемые в зависимости от крупности зерен рудных минералов.

Применимые процессы обогащения в зависимости от крупности зерен рудных минералов. По В. А. Глазковскому [1]

Классы минеральных включений	Границы преобладающих размеров включений	Среднее геометрическое величин включений	Среднее арифметическое величин включений	Условия наблюдения и измерений	Обогащительные процессы, применимые для извлечения из руд минеральных зерен
Весьма крупные	200—20 мм	63 мм	140 мм	Хорошо наблюдаются невооруженным глазом, размеры определяются непосредственным измерением	Рудораборка; сухая магнитная сепарация; для глинистых руд промывка
Крупные	20—2 мм	6,3 мм	11 мм	Отчетливо наблюдаются невооруженным глазом, размеры определяются непосредственным измерением	Отсадка; обогащение в тяжелых средах (суспензиях); мокрая магнитная сепарация; иногда гидрометаллургический метод (пирроляция)
Мелкие	2—0,2 мм	0,63 мм	1,1 мм	Наблюдаются невооруженным глазом, размеры определяются измерением под лупой	Концентрация на столах; обогащение в тяжелых средах; мокрая магнитная сепарация; электростатическое обогащение; гидрометаллургический метод
Тонкие	0,2—20 мкм	63 мкм	110 мкм	Различимы под лупой или микроскопом; размеры определяются измерением под микроскопом	Флотация; гидрометаллургический метод
Весьма тонкие	20—2 мкм	6,3 мкм	11 мкм	Наблюдаются и измеряются только под микроскопом	Статическое отмучивание глинистых руд, реже флотация или гидрометаллургический метод
Субмикроскопические	2—0,2 мкм	0,6 мкм	1,1 мкм	Наблюдаются под обычным микроскопом при самых сильных увеличениях; измеряются специальными методами	Методами механического обогащения не извлекаются
Коллоидно-дисперсные	Менее 0,2 мкм	0,06 мкм	0,44 мкм	Наблюдаются и измеряются только под электронным микроскопом	То же

Сплошные руды с массивной текстурой (например, магнетиты) обычно используются без обогащения. Затруднения возникают при необходимости выделения мелких включений нерудных минералов, рассеянных в рудной массе. В рудах с вкрапленной текстурой значительная часть пустой породы освобождается при дроблении до крупности, превышающей размер рудных зерен.

В рудах с пятнистой текстурой могут встретиться следующие четыре случая.

1. Четкое выделение относительно крупных включений рудного минерала во вмещающей породе. Этот случай наиболее благоприятен для обогащения. При крупном дроблении в концентрат выходит значительная часть рудного минерала, а большая часть пустой породы поступает в хвосты. Промпродукт подвергается более мелкому измельчению.

2. Рудный минерал среди нерудных представлен крупными и частично мелкими зернами. При крупном дроблении получают часть концентрата, а хвосты требуют тонкого измельчения для выделения мелких рудных включений.

3. Участки пустой породы свободны от рудной вкрапленности. Крупные выделения рудного минерала содержат мелкие нерудные включения. После крупного дробления получают хвосты. Грубый концентрат требует доизмельчения и переочистки.

4. Крупные выделения рудного минерала содержат мелкие вкрапления пустой породы, а среди нерудных встречаются мелкие включения рудных минералов. Этот случай наименее благоприятен для обогащения. Необходимо тонкое измельчение руд.

В рудах с полосчатой текстурой, поддающихся обогащению, могут иметь место те же четыре описанных случая.

Руды с брекчиевидной текстурой могут быть представлены или рудными обломками в нерудном цементе или, наоборот, обломками пустой породы в рудном цементе. В первом случае после крупного дробления получают хвосты и грубый концентрат, требующий доизмельчения и переочистки; во втором случае только часть рудного минерала уходит в концентрат. Для извлечения остальной части требуется доизмельчение и переочистка хвостов.

В рудах оолитовой текстуры (бокситы, осадочные руды железа и марганца) оолиты обычно сложены рудным веществом. Способы обогащения этих руд в большой степени зависят от структуры оолитов. Если рудный минерал слагает большую часть оолитовых выделений, руды обогащаются сравнительно легко. В некоторых оолитовых рудах рудный минерал тонко переслаивается с нерудным; качество концентрата в этом случае существенно снижается.

Руды с колломорфной текстурой требуют очень тонкого измельчения и специальных методов обогащения.

Некоторые руды черных металлов по физическим свойствам относятся к порошковатым, охристым, глинистым, землистым, сажистым. При механической обработке они дают большой выход шламов, из которых трудно извлекать полезные ископаемые. Для подготовки таких руд к плавке требуется окускование их путем агломерации или брикетирования.

Таблица 55

Группы и виды самородных ценных металлов в россыпных месторождениях и технологические их свойства. По В. П. Трифонову

Группа	Вид	Технологические свойства металла
Свободный металл (пшлеховой)	Самородные золото, платина, осмистый прирдит в виде частиц любой формы, различной величины и веса То же, в виде очень мелких частиц, обычно пластинчатых (пылсвидный металл) То же, в виде мельчайшей взвеси в проточных и грунтовых водах россыпей	В значительной мере извлекается механически на современных промывальных установках В значительной степени теряется при механическом извлечении. Хорошо извлекается амальгамацией Теряется и рассеивается. Выносится реками в озера и моря
Металл в сростках	Металл в «рубашке» (толстая пленка гидрокислов Fe, Mg). Сростки с твердыми компонентами россыпей, в которых преобладает ценный металл (золото с кварцем, лимонитом; платина с хромитом, магнетитом)	В виде крупных частиц обычно хорошо извлекается механически. Не поддается амальгамации Механически извлекается в зависимости от веса и формы частиц; лучше извлекаются крупные сростки, хуже мелкие
Несвободный металл	Пленки самородных металлов на некоторых минералах (золото на магнетите) Включения золота и платины в твердых компонентах россыпей (в обломках коренных пород и руд и в шлиховых минералах)	При обработке уходит в шлиховой концентрат и не извлекается Теряется при механическом извлечении
Металл в растворах	Коллоидные и истинные водные растворы золота и платины	Механическими способами не извлекается

На способы обогащения при добыче золота и платины из россыпных месторождений значительное влияние оказывают формы проявления самородных металлов (табл. 55). В табл. 56 приведена схема изучения технологических свойств золотых руд на различных стадиях разведки месторождений.

3. Изучение обогатимости руд на пробах малого веса

В настоящее время значительная часть вопросов обогатимости руд в первом приближении решается на минералогических пробах. Результаты обработки технологической пробы с использованием аппаратуры для обогащения передко только подтверждают выводы, полученные при лабораторном исследовании минералогических проб.

Беглый просмотр руд без предварительного анализа уже позволяет установить наличие ряда элементов и их примерное содержание.

Таблица 56

Схема изучения технологических свойств золотых руд на различных стадиях разведки месторождения. По А. М. Глогову [2]

Стадия геологоразведочных работ	Задачи технологических исследований	Вид исследования	Характер технологических проб	Вес проб, кг
Поисково-разведочная	Выявление принципиальной возможности извлечения золота; выбор первоначальных схем переработки естественных типов руд; технологическая типизация руд	Лабораторный	Технологические пробы по естественным типам руд	50—100
Предварительная разведка	Разработка принципиальной схемы переработки и предварительное определение технологических показателей для руд каждого технологического типа	То же	Малые технологические пробы по технологическим типам руд. Целевые технологические пробы (4—6 штук) с различным содержанием золота	300—500 50—100
Детальная разведка	Разработка промышленной схемы переработки руд и определение технико-экономических показателей для проектирования перерабатывающего предприятия	Полузаводской	Большие технологические пробы по промышленным технологическим типам руд	3000—10 000, иногда больше в зависимости от производительности полузаводской установки
Подготовка месторождения к эксплуатации или пробная эксплуатация	Проверка и уточнение в промышленных условиях схемы переработки руд, снятие количественных и качественных показателей	Заводской	Заводские технологические пробы по промышленным технологическим типам руд	Вес проб определяется в зависимости от необходимого времени непрерывной работы и производительности предприятия, на котором будет испытываться руда; иногда достигает нескольких тысяч тонн

Главные технические показатели приборов лаборатории МОЛМ

Наименование прибора	Вес, кг	Проявительность, кг/ч	Габариты, мм
Лабораторная мельница	20	0,5	460×375×330
Ситовой анализатор	—	0,6	—
Грохот	17	10	620×240×510
Стол-концентратор с флотомашинкой	25,5	1	740×355×600
Электрический сепаратор ПС-1	30	0,02	520×370×630
Универсальный электромагнит УЭМ-1	30	—	550×250×400

и флотацию. В табл. 57 приведены главные технические показатели приборов МОЛМ.

4. Отбор и документация технологических проб

К моменту взятия технологической пробы месторождение обычно уже вскрыто значительным количеством горных выработок или буровых скважин. Пересечение ими руд различных естественных типов дает первое представление о соотношении их в общих запасах по месторождению. От отдельных естественных типов руд, существенно различных по минеральному составу и по способам обогащения, следует отбирать самостоятельные технологические пробы.

По маркшейдерским планам намечаются забои, где должна быть получена типичная для данного месторождения руда. Выработка, из которой отбирается технологическая проба, должна быть направлена по линии наибольшей изменчивости состава рудного тела. Такими выработками являются орты при крутом и восстающие при пологом падении, штреки по простиранию рудного тела.

На рис. 82 приведен пример отбора технологической пробы из главной линзы и параллельной жилы медно-цинкового колчеданного месторождения. Линзу намечено разрабатывать камерами, жилу — потолкоуступным способом.

Для обработки проб вблизи устья шахты готовят площадку необходимого размера (2 × 2 м) с плотным настилом из толстых досок и невысокими (по 0,5 м) бортами. Пазы между досками предварительно затирают рудной мелочью.

При выдаче руды из шахты можно производить сокращение проб: каждая вторая, пятая или десятая вагонетка идет на приемную площадку, остальные —

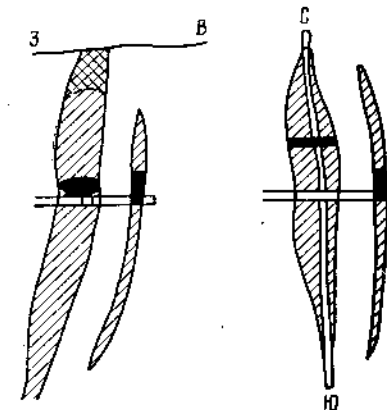


Рис. 82. Расположение забоев в рудном месторождении для отбора технологической пробы

По каждому месторождению прежде всего необходимо выделить естественные типы руд, имеющие примерно одинаковый минеральный и химический состав и одинаковые технологические свойства.

Минералогические пробы представляют собой типичные штUFFы, взятые в количестве трех-пяти от каждого естественного типа руд. Ниже излагается примерная последовательность их изучения.

Прежде всего необходим общий спектральный анализ руд, который покажет наличие или отсутствие в них ряда элементов и даже примерное их содержание. Затем следует выполнить полный количественный химический анализ. Критерием хорошего качества выполнения химического анализа является близость суммы всех компонентов к 100% (не менее 99,8%). Для определения содержания золота, серебра или платиноидов необходим пробирный анализ.

Параллельно с изучением химического состава производится количественное определение всех рудных и нерудных минералов, их размеров, формы и пр. Эти исследования проводят с помощью бинокулярной лупы или микроскопа в проходящем или отраженном свете.

Для отдельных руд, в составе которых имеется значительное количество карбонатов, окислов или гидроокислов, необходимо проведение термического анализа. На полученных кривых нагревания можно установить экзо- и эндотермические реакции (выделение воды, восстановление, окисление, переход в новую модификацию и пр.).

Желательно установить минеральные формы проявления всех элементов в руде. Некоторые элементы присутствуют в виде одного или нескольких самостоятельных минералов; другие встречаются как примеси, природа которых может быть весьма различна. Одни элементы присутствуют в виде механических включений высокой дисперсности в одном или нескольких минералах, например самородное золото в пирите. Другие элементы находятся в изоморфном состоянии в кристаллической решетке минерала-носителя, например, марганец в вольфрамите. Наконец, третьи элементы могут образовывать примесь абсорбционного типа в тонкодисперсном минеральном агрегате, например кобальт в буром железняке.

Исследование рыхлых и тонкодисперсных, а также измельченных твердых руд производится гранулометрическим анализом минеральных зерен по классам крупности. Важно при этом установить наличие свободных зерен одного минерала или сростков зерен различных минералов в каждом классе по крупности.

Мономинеральные фракции иногда подвергают специальным исследованиям (спектральному, рентгеноструктурному, термическому, химическому и др.), а также определению некоторых физических свойств (оптических констант, твердости, плотности, пористости, электропроводности, магнитной проницаемости, радиоактивности и пр.).

Изучение обогатимости минералогических проб удобно производить на приборах малогабаритной механизированной обогатительной лаборатории (МОЛМ), разработанных Всесоюзным Институтом минерального сырья (ВИМС) и позволяющих проводить гранулометрический анализ, магнитную и электростатическую сепарацию, концентрацию на столах

в общий рудный отвал. Степень сокращения следует определять заранее в зависимости от веса, требующегося для технологической пробы. На приемной площадке можно производить ручное дробление, перемешивание и сокращение отдельных порций пробы, а также их объединение в общую пробу. Отобранную пробу сыпают в заранее подготовленные ящики, которые тщательно упаковывают и нумеруют. Одновременно заполняют журнал отбора проб, в который вносят точные сведения по каждой пробе.

При разведке мощных рудных тел большим количеством скважин колонкового бурения материалом для технологической пробы может служить рудный керн. После тщательного его осмотра намечают интервалы по ряду скважин, по которым суммарный вес рудного керна отвечает необходимому начальному весу технологической пробы. При использовании керна разведочных скважин пробу составляют из половины или одной четверти распиленного вдоль оси ранее отобранного керна. Применение механического распиливания и одробования керна позволяет использовать большее количество материала рудного керна для составления технологической пробы и отказаться от бурения скважин, задаваемых специально для отбора технологических проб.

Отбор технологической пробы сопровождается составлением объяснительной записки, в которой указывается цель отбора и технические условия (начальный вес, крупность и т. д.). Проводится также описание забоев, из которых отобрана проба. К записке прилагают графический материал (планы, разрезы по горным выработкам, скважинам, зарисовки забоев), на которых выделяют участки и интервалы, включенные в пробу.

Готовую пробу отправляют в адрес рудоиспытательной станции или ближайшего филиала института Механобр. Дубликат пробы сохраняют на складе рудника.

5. Пример отбора технологических проб магнетитовых руд

Минеральный состав железных руд скарных месторождений весьма разнообразен. В него входит более ста минералов, из которых половина приходится на долю рудных. Главным рудным минералом является магнетит, сопровождающийся маргитом, гематитом, мушкетовитом, гидрогематитом, гидрогомаитом. Рудными примесями являются сульфиды железа, меди, кобальта, цинка, молибдена, мышьяка, свинца, а также продукты их окисления. К группе нерудных минералов в основном относятся гранаты, пироксен, амфибол, полевые шпаты, эпидот, хлорит, апатит.

По текстурным особенностям можно выделить массивные и вкрапленные железные руды; среди последних различают равномерно вкрапленные, пятнистые, гнездовые, а в зонах тектонических нарушений также и брекчиевидные.

По химическому составу все компоненты, слагающие руду, делятся на пять групп: 1) главный компонент Fe; 2) полезные примеси — Mn, Cu, V, Co; 3) вредные примеси — S, P, As, Zn, Sn; 4) шлакообразующие окислы — SiO_2 , Al_2O_3 , CaO, MgO, TiO_2 ; 5) летучие компоненты — H_2O , CO_2 . По содержанию железа принято различать богатые руды (более 50% Fe), средние (от 30 до 50% Fe) и бедные (менее 30% Fe).

Резко выраженные магнитные свойства магнетита определяют методы обогащения руд. Технологическую пробу, измельченную до 3 мм, подвергают сухой магнитной сепарации на лабораторном барабанном сепараторе слабого поля, в результате чего получают сухой магнитный концентрат и хвосты. Дальнейшее измельчение хвостов до $-0,2$ мм с применением мокрого магнитного обогащения также дает магнитный концентрат. Отношение веса концентратов к начальному весу пробы позволяет установить выход концентрата, а химический анализ концентратов и хвостов — извлечение железа в магнитный продукт.

При наличии в составе руд слабомагнитных рудных минералов (сидерита, гематита и пр.) измельченную пробу подвергают обжигу в лабораторной печи при температуре $700-800^\circ\text{C}$. Благодаря высокой температуре образуется магнетит или ферромагнитная окись железа, что значительно повышает извлечение железа в концентрат при магнитном обогащении [1].

6. Исследование технологических проб сульфидных полиметаллических руд

Полиметаллические руды содержат большое количество рудных и нерудных минералов, среди которых преобладает пирит, а также встречаются сульфиды меди, цинка, свинца, мышьяка. Нерудные минералы представлены кварцем, баритом, карбонатами, хлоритом, серицитом.

Кроме золота, серебра, меди, цинка, свинца и серы в полиметаллических и медно-цинковых колчеданных месторождениях могут находиться следующие элементы-спутники: кадмий, ртуть, галлий, индий, таллий, германий, олово, мышьяк, сурьма, висмут, селен, теллур, молибден, рений, стронций, барий, кобальт.

По текстурным признакам преобладают массивные полосчатые руды; реже встречаются вкрапленные руды с равномерным или полосчатым строением. Для оценки обогатимости массивных сульфидных руд желательно установить характер выделения и содержание каждого из полезных минералов в отдельности.

Технологические пробы отбирают от каждого естественного типа руд, отличающегося одинаковой текстурой и примерно однородным минеральным составом. В каждую пробу весом около 100 кг входит керновый материал из ряда скважин.

Изучение элементов-спутников в рудах необходимо начинать со спектрального анализа штучных минералогических проб по естественным типам руд. Одновременно следует подвергать спектральному анализу все главные минералы руд (рудные и нерудные), тщательно отобранные мономинеральные фракции из штучных проб. Содержание одного из элементов-спутников в каком-либо минерале может быть резко повышенным. Например, содержание индия в сфалеритах руды равно 0,001%. При содержании сфалерита в руде около 5% содержание индия в руде составит стотысячные доли процента. При таком ничтожном содержании спектральный анализ руды в целом может не показать наличие индия. В то же время содержание индия в сфалеритовом концентрате может представить уже промышленный интерес [3].

Результаты механического анализа песков золотоносной россыпи.

По А. А. Иванову

Классы, мм	Выход, м ³	Выход, объемн. %	Классы, мм	Выход, м ³	Выход, объемн. %
+15 *	7,44	34,1	-6 (эфель)	6,01	27,5
+12	0,44	2,0	-6 (ил)	6,00	27,5
+9	0,82	3,8	-6 (общий)	12,01	55,0
+6	1,17	5,1			

* Размер наиболее крупных валунов 20×15 см.

Следует знать, что главные рудные минералы являются носителями следующих элементов-спутников: пирит—селена, теллура, таллия, кобальта, мышьяка, германия, олова; халькопирит—селена, теллура, галлия, индия, таллия, германия, олова; сфалерит—кадмия, галлия, индия, германия, селена, теллура, таллия; геленит—селена, теллура, таллия, индия, ртути, висмута, сурьмы; серицит и хлорит — галлия, таллия.

При большом количестве анализов целесообразно установить корреляционную зависимость содержания основных компонентов и элементов-спутников, а также корреляционную связь последних между собой. Такую обработку следует вести по естественным типам руд, а затем по рудным телам и по месторождению в целом.

Обязательному анализу на содержание элементов-спутников подлежат также все продукты экспериментального обогащения и металлургической переработки исследуемых руд (концентраты, хвосты, промпродукты, штейны, шлаки, пыли и пр.). Анализ этих продуктов показывает поведение каждого элемента-спутника при обогатительных и металлургических процессах и позволяет наметить дальнейшие пути их промышленного использования. При исследовании окисленных руд (железной шляпы) одного из медноколчеданных месторождений была установлена концентрация ртути в осадках золотоизвлекательных перколяционных заводов.

Нередко технологические пробы кроме исследования на обогатимость руды подвергаются и металлургическим испытаниям. Такие испытания крайне необходимы при вовлечении в промышленное производство месторождений новых (ранее не освоенных) геолого-промышленных типов месторождений при организации комплексного использования руд, а также при совершенствовании или разработке новых схем металлургического передела.

7. Технологическое опробование при разведке россыпей

Разведка россыпи независимо от способа предстоящей разработки обычно сопровождается механическим анализом песков и ситовым анализом ценного минерала, полученного при промывке разведочных проб или в процессе эксплуатации. Металлоносные пески представляют собой механическую смесь обломков разнообразных горных пород, от крупных валунов до мельчайших глинистых частиц. Определение соотношения разных классов по крупности имеет важное значение при проектировании обогатительных установок, расчетах потребности воды, уклона шлюзов и пр.

Механический анализ пород производится одновременно из двух или трех шурфов, выбранных в разных участках россыпи. Для анализа берется вся порода, разделенно с каждого слоя (торфа, речники, песок, почва, плотик). Порода замеряют ендовками и промывают на вашгерде с диаметром отверстий решетки 6 мм или на описанной выше передвижной обогатительной установке ПОУ. Материал, прошедший через решетку (класс -6 мм), представляет собой эфель и ил.

Для раздельного замера эфелей и илов в хвосте вашгерда следует поставить ендовки. Уловленный ими материал относится к эфелю,

не уловленный — к илу. Материал, оставшийся на решетке вашгерда (класс +6 мм), сбрасывают на три наклонных грохота с крупностью отверстий проволочной сетки соответственно 9; 12 и 15 мм. Замер объема каждого класса (+6, +9, +12 и +15 мм) производится ендовками. В классе +15 мм определяют процентный выход валунов (табл. 58).

Опробование алмазоносных аллювиальных россыпей имеет свои особенности. Содержание алмазов в россыпи определяют в каратах или в миллиграммах на кубометр (один карат равен 200 мг). Представительной считается валовая проба объемом в 30—50 м³, а иногда и значительно меньше, обработка такого объема проб производится на разведочно-обогатительной установке.

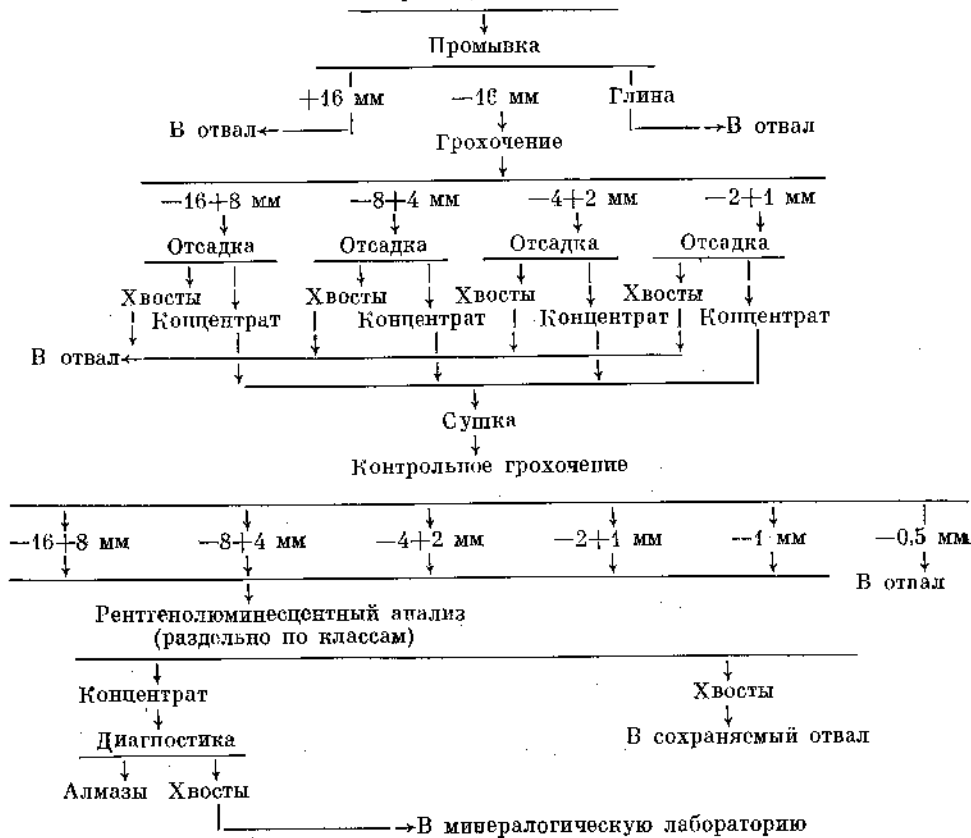
При предварительной промывке проб (в объеме нескольких ендовок) обращают внимание на наличие минералов-спутников алмаза в россыпях. К числу главнейших спутников алмаза относится пироп (железистый гранат), минерал темно-красного цвета с плотностью 3,5.

Проба при использовании разведочно-обогатительной установки поступает в бункер, откуда сильной струей воды ее подают на грохода с диаметром отверстий 16, 8, 4, 2 и 1 мм. Классы +16 мм и -1 мм идут в отвал. Классы -16, +18 мм, -8 +4 мм, -4 +2 мм и -2 +1 мм направляют в отсадочные машины. Концентраты по каждому классу поступают на сушилку, а хвосты сбрасывают в отвал. Сухой концентрат подвергают контрольному грохочению и по тем же классам направляют на рентгено-люминесцентный анализ. Отобранные этим анализом концентраты содержат алмазы. В табл. 59 показана схема обработки алмазоносных песков на разведочно-обогатительной установке.

Ситовой анализ ценного минерала следует производить раздельно по верхнему, среднему и нижнему участкам россыпи на стандартных ситах с отверстиями в миллиметрах или в мешах. Перед ситовым анализом подбирают сита в колонку (сверху вниз) в порядке уменьшения диаметра отверстий или в порядке увеличения числа меш.

Навеску шлихового металла помещают на верхнее сито сразу или по частям и закрывают крышкой. Затем всю колонку сит подвергают встряхиванию в течение 10 мин, не отрывая ее при этом от рабочего стола. Для этого удобно пользоваться механическим прибором для ситового

Схема обработки алмазосодержащих песков
Проба (30—50 м³)



анализа. После встряхивания металл распределяется по ситам на классы разной крупности. Отдельные золотишки, застрявшие в отверстиях сит, извлекают иголкой и присоединяют к классу над данным ситом.

Взвешивание каждого класса с определением выхода его в весовых процентах дает характеристику распределения россыпного золота по крупности. В табл. 60 в качестве примера приведены результаты ситового анализа.

Потери от распыливания распределяют между двумя-тремя классами наименьшего диаметра. Данные ситового анализа весьма важны для решения вопросов обогащения; кроме того, они освещают некоторые стороны генезиса россыпи и ее связи с коренным месторождением.

После ситового анализа образцы металла следует передать в лабораторию для определения объемного веса, а также для детального минералогического

Результаты ситового анализа россыпного золота.
По В. П. Трифонову

Класс	Размер отверстий, мм	Самородный металл		Среднезернистый металл		Мелкий металл	
		частные, %	аккумулятивные, %	частные, %	аккумулятивные, %	частные, %	аккумулятивные, %
Более 1 кг	—	55,4	55,4	—	—	—	—
1,0—0,1 »	—	5,0	60,1	—	—	—	—
0,1—0,01 »	—	0,9	61,0	—	—	—	—
10—1 г	—	0,2	61,2	0,2	0,2	—	—
1,0—0,1 г	—	0,1	61,3	1,8	2,0	—	—
10 меш	1,27	1,5	62,8	7,0	9,0	—	—
20 »	0,63	9,2	72,0	20,5	29,5	0,3	0,3
30 »	0,42	10,5	82,5	15,0	44,5	0,4	0,7
40 »	0,32	14,5	97,0	35,5	80,0	7,3	8,0
60 »	0,21	2,3	99,3	15,0	95,0	17,0	25,0
90 »	0,14	0,6	99,9	3,6	98,6	30,0	55,0
120 »	0,10	0,1	100,0	1,0	99,6	20,0	75,0
150 »	0,08	—	—	0,3	99,9	15,0	90,0
200 »	0,06	—	—	0,1	100,0	5,0	95,0
—200 »	—0,06	—	—	—	—	5,0	100,0

ческого, минералогического и геохимического исследований отдельных самородков и золотинок.

При ситовом анализе золота из россыпи устанавливают предельный вес самородков и поправочный коэффициент, который может быть учтен при подсчете запасов. В качестве примера в табл. 61 приведены данные по распределению россыпного золота по классам крупности.

Из табл. 61 видно, что на первые шесть классов приходится 90% общего веса золота. Зерна классов 7—12 встречаются редко и поэтому могут быть отнесены к самородкам. Самородками следует считать золотины такого веса, который редко встречается в данной россыпи.

Таблица 61

Распределение россыпного золота по классам крупности.
По Е. П. Прокопьеву

Класс		Вес золота в классе в % к общему весу	Суммарный вес золота в % к общему весу	Класс		Вес золота в классе в % к общему весу	Суммарный вес золота в % к общему весу
№	размер зерен, мм			№	размер зерен, мм		
1	До 1	40	40	7	6—7	1,0	91,0
2	1—2	29	69	8	7—8	1,0	92,0
3	2—3	10	79	9	8—9	0,8	92,8
4	3—4	7	86	10	9—10	0,7	93,5
5	4—5	2	88	11	10—15	2,5	96,0
6	5—6	2	90	12	Более 15	4,0	100,0

Разделение хризотил-асбеста по сортам в зависимости от длины волокна и его стоимость

Показатели	Сорт асбестового волокна							
	Крюд	I	II	III	IV	V	VI	VII
Длина волокна, мм	>18	8,0	6,3	4,0	2,8	1,6	0,5	0,25
Цена в руб. за 1 т	2100	1050	453	187	84	60	20	4,5

Опробование асбестоносных змеевиков в разведочных канавах и шурфах производится задижкой на протяжении до 5 м и глубиной от 0,5 до 1,0 м. Начальный вес такой задижковой пробы достигает 1 т для мелкопрожилковых и сетчатых руд и до 2 т для руд с крупными жилами асбеста. Крупные обломки змеевика дробятся ручным способом по борту канавы до размера не более 50 мм. При этом производится ручная отборка крупного штучного асбеста с длиной волокна более 20 мм (сорта Крюд и I). От остального материала приемами квартования отбирается представительная проба весом 15—18 кг для бедных руд и до 30—36 кг для богатых руд. Такая проба вместе с отобраным штучным асбестом доставляется в лабораторию.

По кернам скважин колонкового бурения одна проба занимает интервал от 5 до 20 м по оси скважины. Для проведения буровзрывных скважин в карьерах асбестовых рудников широко применяются механические станки ударного и шарошечного бурения. Использование плама для опробования на содержание асбеста при этом оказалось невозможным. От многократных ударов инструмента происходит настолько сильная деформация асбестового волокна, что ситовой анализ дает искаженные результаты. Для проведения в карьерах эксплуатационного опробования проходят скважины колонкового бурения диаметром 100—85 мм по сети 5 × 5 м. Полученный из скважин керн по всей высоте уступа составляет одну пробу.

Таблица 63

Характеристика сит для обработки проб

№ сита	Размер отверстий в свету, мм	Диаметр проволоки сита, мм	Получаемый сорт	Условная длина волокна, мм
I	8,0	1,2	I	15,0
II	6,3	1,1	II	12,0
III	4,0	1,0	III	8,0
IV	2,8	0,7	IV	5,0
V	1,6	0,7	V	2,5
VI	0,5	0,3	VI	1,5
VII	0,25	0,17	VII	—

При вычислении среднего содержания золота самородки учитываются только с тем весом, который равен принятому предельному весу зерна. Например, при промывке песков из скважины получено 60 мг мелкого золота и две золотины весом 45 и 75 мг. Максимальный вес рядовой золотины принят равным 30 мг. В подсчет по скважине вводится вес мелкого золота плюс два раза по 30 мг, т. е. $60 + 30 + 30 = 120$ мг.

В конечный подсчет запасов металла по россыли вводится поправка на самородки. Поправочный коэффициент на самородки определяется по формуле

$$K = \frac{q}{q_1},$$

где q — общий вес металла из разведочных выработок;

q_1 — вес металла, введенный в подсчет запасов.

Для определения минимального веса самородков в россыли можно применить метод П. Л. Каллистова (1952 г.), разработанный им для учета высоких проб.

При разведке россыпей необходимо вести учет каменности продуктивных песков. В каждом выкиде из шурфа валуны отделяют от мелкого материала. Затем определяют объем валунов в процентах к общему объему выкида. При вычислении содержания металла в россыли вводится поправка на каменность. Например, содержание золота в валовой пробе песков C_n было определено на 2 г/м^3 . Содержание в общем объеме C_o с учетом 25% каменности определяется по формуле

$$C_o = C_n \cdot \frac{100 - 25}{100} = 2 \cdot \frac{75}{100} = 1,5 \text{ г/м}^3.$$

8. Опробование месторождений асбеста

Перед опробованием хризотил-асбестовых руд ставятся три задачи: 1) определение технических качеств асбестового волокна, 2) распределение асбестовых руд по сортам и длине волокна и 3) определение общего выхода асбеста из руды в весовых процентах.

Техническими испытаниями асбестового волокна выявляются следующие физико-химические свойства: прочность; тонина и гибкость; кислотостойкость; щелочестойкость; огнестойкость; теплопроводность и электропроводность. Эти испытания являются весьма сложными и выполняются в специально оборудованных лабораториях.

Промышленная ценность асбеста в значительной степени зависит от длины волокна и его сортности (табл. 62).

Таким образом, определение общего содержания асбеста в руде в весовых процентах недостаточно для промышленной оценки руд.

Определение общего содержания асбеста в руде обязательно сопровождается установлением его сортности. В карьерах асбестовых рудников общее содержание асбеста принято определять не в весовых процентах по сортам, а в денежном выражении (в рублях за тонну). Для перевода сортности асбеста из весовых процентов в рубли применяется специальная расчетная таблица, в основу которой положены цены отдельных сортов асбеста (см. табл. 62).

Таблица 64

Характеристика сит контрольного аппарата

Первый комплект ящиков			Второй комплект ящиков		
№ ящика	Размер отверстий сита, мм	Толщина проволоки сита, мм	№ ящика	Размер отверстий сита, мм	Толщина проволоки сита, мм
1	12,7	2,67	1а	0,7	0,358
2	4,8	1,60	2а	0,4	0,235
3	1,35	1,19	3а	0,25	0,173
4	Сплошное дно		4а	Сплошное дно	

В лаборатории проба подвергается последовательному измельчению на дробилках и валках до крупности 20; 6; 3 и 1,5 мм. После каждого измельчения проба проходит через механические грохоты с набором сит 12; 8; 6; 3; 4,0; 2,8; 1,6; 0,5 и 0,25 мм. При грохочении асбестовое волокно сосредотачивается в верхнем слое продукта и снимается волосяной щеткой. В табл. 63 приведена характеристика сит для обработки проб.

Сортность выделенного из пробы асбестового волокна определяется механически на контрольном аппарате. Этот аппарат представляет собой многоярусный качающийся грохот. На платформе закрепляются четыре ящика. Эксцентрик через трансмиссию от электромотора приводит платформу в сотрясательное движение. В табл. 64 приведена характеристика сит контрольного аппарата. Размер ящиков 620 × 375 × 90 мм. Аппарат имеет автоматическое приспособление, прекращающее его работу через 2 и 5 мин.

Сортность асбестового волокна определяется следующим путем. На аппарат устанавливается первый комплект ящиков. Навеска асбеста в 500 г высыпается в верхний ящик. Крышку плотно закрывают, и аппарат пускают в ход на 2 мин. Классы асбестового волокна на ситах взвешивают. Остаток в четвертом ящике первого комплекта высыпает в верхнее сито второго комплекта и приводят аппарат в движение на 5 мин. Остаток в ящике 4а считается пылью; ее взвешивают и определяют выход в процентах.

Глава XXII

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД И РУД

1. Определение объемного веса

В практике разведочных работ и рудничной геологической службы нередко приходится определять физические и горнотехнические свойства руд и горных пород: объемный вес, влажность, пористость, крепость, зольность и калорийность минерального топлива, гранулометрический состав добытых руд, песков, горных пород и пр.

Из всех физических свойств руд средний объемный вес в геологической практике имеет наиболее важное значение. Общеизвестно, что тоннаж руды равен произведению среднего объемного веса на объем, занимаемый рудным телом в целике. Ошибки в определении объемного веса влекут за собой значительные погрешности в подсчете запасов.

Необходимо различать объемный и удельный вес руд. Объемным называется вес 1 м³ руды в тоннах в естественном залегании, без нарушения свойственных руде пустот и пор. Устанавливается он взвешиванием определенного объема руды и делением полученного веса на тщательно замеренный объем руды в целике. Удельным, или минералогическим удельным, весом называют вес единицы объема в плотном ее состоянии, без пор и пустот. Для раскрытия последних руду тонко измельчают и взвешивают в воздухе и в воде, определяя объем и удельный вес. При подсчете запасов следует пользоваться только объемным весом, который в пористых рудах замосто меньше их удельного веса.

Объемный вес руд существенно изменяется при изменении минерального состава; поэтому его следует определять и периодически проверять эти определения отдельно для каждого естественного типа руд. Даже в пределах одного месторождения объемный вес может значительно колебаться в зависимости от минерального состава, трещиноватости и пористости руд.

Объемный вес можно определить методом выемки монолита из целика или же лабораторными методами.

В вязких глинистых рудах, добываемых баз применения буровзрывных работ, объемный вес можно определить методом выемки монолита правильной формы из забоя. Для этого высекают монолит в форме прямоугольной призмы объемом от 0,01 до 0,05 м³. Длинное ребро призмы следует располагать вкрест видимой полосчатости (слоистости) руды. Вынутый монолит тщательно замеряют рулеткой. Затем добытую из этого объема руду взвешивают на торговых весах с точностью до одной десятой килограмма. Делением веса на его объем в кубических дециметрах получают значение объемного веса. Параллельно производят определение влажности, а иногда и пористости руд. Для определения объемного веса рудных кернов, полученных при колонковом бурении, удобно пользоваться непосредственным измерением объема керна, имеющего форму правильного цилиндра.

Все лабораторные методы определения объемного веса основаны на известном законе Архимеда: всякое тело, погруженное в воду, теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная им вода. В банку с отрезанным дном (рис. 83) наливают воду, избыток которой сливается через трубку. При этом уровень воды в банке принимает постоянную высоту. Взвешенный в воздухе образец руды весом 100—200 г на тонкой проволоке погружают в банку с водой. Вытесненная вода, равная объему образца, сливается через трубку в подставленный под банкой градуированный стеклянный цилиндр, по шкале которого и определяют объем образца. Можно также применить технические весы, приспособленные для гидростатического взвешивания (рис. 84).

Для определения объемного веса пористых и трещиноватых руд требуется предварительно закрыть поры парафином или лаком. Образец

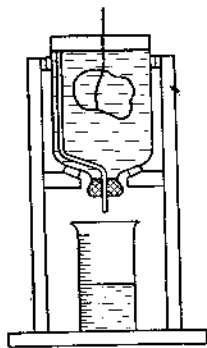


Рис. 83. Прибор для определения объемного веса руд и пород

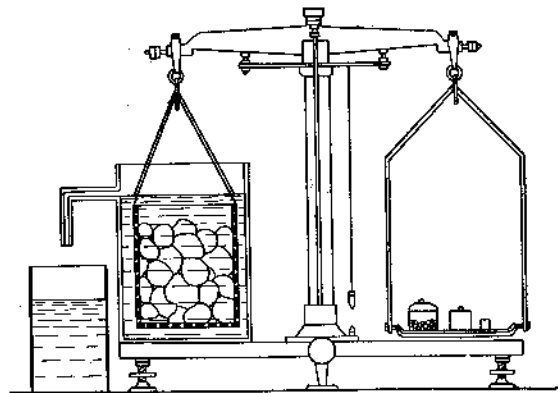


Рис. 84. Технические весы с приспособлением для гидростатического взвешивания

породы после взвешивания в воздухе погружают на 1 сек в сосуд с расплавленным парафином или лаком. Вес парафинового слоя определяют по разности весов после и до парафинирования. Разделив вес парафинового слоя на удельный вес парафина, получают объем слоя, который следует вычесть из объема покрытого парафином образца.

Среднее значение объемного веса определяют как среднее арифметическое из серии частных определений этой величины для 15—20 образцов руды или породы.

В настоящее время для определения объемного веса горных пород и руд широко применяются геофизические методы (гамма-метод). Разработаны приборы (приставные гамма-гамма-плотномеры, ПГП), позволяющие в забое без отбора образцов определять объемный вес руд и горных пород. На поверхности забоя устанавливается источник направленного в породу гамма-излучения (дозий ¹³⁷ или кобальт-60) и приемник, защищенный от прямого излучения источника свинцовым экраном. Гамма-лучи рассеиваются в породе и достигают приемника. Интенсивность излучения зависит от плотности породы. Один оператор в течение смены может опробовать до 20 м горной выработки. Вес прибора и пульта с питанием 6 кг. Точность измерения $\pm (1-2)\%$ определяемой плотности. Применение прибора при выпуске рудной массы из магазинов позволяет контролировать ее качество и списать разубоживание за счет отделения пустой породы; контроль руды в вагонетках дает возможность своевременно отцепить вагонетки с пустой породой [1].

2. Определение влажности

Руды, взятые из забоя, всегда содержат некоторое количество влаги. Содержание компонентов по химическому анализу определяют в абсолютно сухой руде. Поэтому при подсчете запасов необходимо учитывать объемный вес с поправкой на влажность. Определение влажности следует производить одновременно с определением объемного веса.

Величина влажности для различных руд изменяется в широких пределах. Для плотных кварцевых золотоносных руд, массивных сульфидных или магнетитовых руд она колеблется от 2 до 5%. В бурых железняках, марганцевых, силикатных никелевых рудах влажность может достигать 25—35%.

Влага W является вредным компонентом ископаемых углей. Общая или рабочая влага W^p в угле подразделяется на внешнюю, или горную W^r , и внутреннюю, или лабораторную, W^l . Внешняя влага представляет собой тонкую пленку, облегающую отдельные частицы угля. Внутренняя влага состоит из гидроскопической и конституционной (химически связанной).

При отборе проб необходимо учитывать, что влажность весьма различна в руде отдельных забоев; особенно в рудной массе, выдаваемой на дневную поверхность. Поэтому определение влажности следует производить немедленно после отбора проб в забоях и вычислять ее как среднее из ряда частных значений.

Влажность руды определяют следующим образом. Взятую пробу P_1 весом около 500 г разбивают на обломки диаметром не более 1—2 см и взвешивают. Затем пробу высушивают до постоянного веса при температуре, не превышающей $+110^\circ \text{C}$. Пусть вес сухой пробы P_2 равен, например, 480 г. Тогда вес влаги в пробе составит $P_1 - P_2 = 500 \text{ г} - 480 \text{ г} = 20 \text{ г}$. Формула для определения влажности в процентах имеет следующий вид:

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_1} = 100,$$

где W — влажность, %;

P_1 — вес пробы с естественной влажностью, г;

P_2 — вес той же пробы в абсолютно сухом виде, г.

В некоторых руководствах в знаменателе этой формулы указывается P_2 (вес абсолютно сухой пробы). Такое вычисление влажности следует признать неправильным. Оно ведет к значительному завышению фактического значения влажности, а следовательно, к неверному определению объемного веса руды и содержания в ней компонента. В 1959 г. КГЗ опубликовала по этому вопросу специальное разъяснение.

Для пересчета содержания компонентов, определенных в сухом весе, на содержание их при естественной влажности пользуются формулой

$$C_{\text{вл}} = \frac{C_{\text{сух}}(100 - W)}{100},$$

где $C_{\text{вл}}$ — содержание компонента во влажной руде, % или г/т;

$C_{\text{сух}}$ — то же, в абсолютно сухой руде, % или г/т;

W — влажность, при которой определен объемный вес, %.

Наиболее удобным прибором для определения влажности является сушильный шкаф с электрическим обогреванием. За один прием в таком шкафу можно одновременно определить влажность десяти проб и более. Вместо сушильного шкафа иногда применяют эксикатор с крепкой серной кислотой. Навеску руды помещают на тарелочке в эксикатор и закрывают его притертой крышкой. Серная кислота поглощает воду из навески.

3. Определение пористости

Определение пористости является обязательным при геологоразведочных работах на нефть и газ. При изучении рудных месторождений определение пористости необходимо для окисленных руд, а также для боковых горных пород, подвергшихся рудному метасоматозу или процессам выветривания.

Пористостью называют отношение объема всех пор, имеющих в образце, к общему объему последнего. Следует различать открытую и закрытую пористость, которые в сумме дают общую пористость. В рыхлых рудах могут быть закрытые поры, объем которых свижается при дроблении образца.

Обычно пользуются термином «коэффициент пористости» K_p . Зная объемный D_o и минеральный D_m веса сухой руды, можно определить коэффициент общей пористости

$$K_p = \left(1 - \frac{D_o}{D_m}\right) 100.$$

Опытным путем пористость определяют с помощью воздушного насоса. Образец руды взвешивают в воздухе (пусть этот вес $P_1 = 287$ г), а затем на проволоке погружают в чашку с керосином, помещенную под колпак воздушного насоса. При работе насоса воздух выходит из пор руды и замещается керосином. После прекращения выхода пузырьков воздуха образец извлекают из под колпака воздушного насоса и снова взвешивают, предварительно убрыв пропускной бумагой избыток керосина с его поверхности. Пусть $P_2 = 307$ г. Разность весов $P_2 - P_1 = 20$ г составляет вес керосина в порах образца. Объем пор определяется делением веса керосина в порах на его удельный вес ($d = 0,85$):

$$V = \frac{P_2 - P_1}{d} = \frac{20}{0,85} = 23,5 \text{ см}^3.$$

Для определения объема образцов их погружают на проволоке в измерительный цилиндр, наполненный керосином. Пусть отсчеты по цилиндру равны: $V_1 = 270 \text{ см}^3$ и $V_2 = 400,5 \text{ см}^3$. Тогда объем образца равен: $V_2 - V_1 = 130,5 \text{ см}^3$.

Коэффициент пористости определяют по формуле

$$K_p = \frac{P_2 - P_1}{d(V_2 - V_1)} 100\% = \frac{307 - 287}{0,85(400,5 - 270)} 100 = 18\%.$$

Воду для этих операций применять нельзя, так как в ней есть растворенный воздух. Для определения пористости имеются специальные установки [4].

4. Определение коэффициента разрыхления

Добытые на дневную поверхность руды или металлоносные пески занимают больший объем, чем то же их количество в забое. Коэффициентом разрыхления K_p называют отношение объема отбитой руды или горной породы V_2 к объему того же количества руды или породы в целике V_1 :

$$K_p = \frac{V_2}{V_1}.$$

Коэффициент разрыхления всегда больше единицы, он колеблется в пределах от 1,2 до 1,8. Определение этого параметра имеет большое значение при опробовании россыпью, а также для технических расчетов при эксплуатации (установление емкости вагонетки, скипа, бункеров и пр.).

Для определения коэффициента разрыхления следует подготовить несколько мерных ящиков с точно установленным их объемом. Можно, например, подготовить мерные ящики емкостью $0,05 \text{ м}^3$ ($1/20$ часть кубометра) с размерами $0,5 \times 0,5 \times 0,2 \text{ м}$. Породу или руду бросают лопатами в такой ящик и затем после встряхивания уравнивают ее доской под плоскость верхнего основания ящика. Емкость неполного ящика определяют в процентах его заполнения.

Пусть объем руды в целике V_1 равен $0,535 \text{ м}^3$, а объем того же количества руды, замеренной ящиками, V_2 равен $0,725 \text{ м}^3$. Тогда коэффициент разрыхления

$$K_p = \frac{V_2}{V_1} = \frac{0,725}{0,535} = 1,35.$$

На Высокогорском железном руднике (Урал) коэффициент разрыхления магнетитовых руд составляет 1,65—1,75, полумартитовых — 1,55—1,65, глинистых и порошковатых магнетитовых — 1,40—1,50. Для мерзлых пород коэффициент разрыхления значительно выше, чем для талых. Это важно при разведке в условиях многолетней мерзлоты.

Коэффициент разрыхления удобно определять одновременно с проведением механического анализа добытых руд или песков.

При взрывных горных работах в забое коэффициент разрыхления несколько уменьшается по сравнению с его величиной в свободном пространстве. Например, при многорядном короткозамедленном взрывании уступов на карьерах коэффициент разрыхления составляет 1,15—1,18, тогда как в удаленных от массива заходках по той же руде он достигает величины 1,30—1,50 [3].

5. Определение кусковатости руд и пород

Добытая на дневную поверхность руда или порода представляет собой механическую смесь обломков разной крупности (от больших глыб до мельчайших частиц). Соотношение разных классов по крупности добытой руды в весовых процентах устанавливают гранулометрическим (механическим) анализом. Такой анализ по крупности обломков или частиц имеет важное значение при проектировании горных работ и обогатительных фабрик, а также при эксплуатации месторождений.

Для проведения гранулометрического анализа отбирают пробу типичной руды достаточного объема ($2-3 \text{ м}^3$) и на отдельной площадке подвергают ее грохочению с взвешиванием каждого класса и всей пробы в целом. Для анализа используют от трех до шести грохотов с отверстиями примерно 75; 50; 25; 12; 6 и 3 мм.

В качестве примера в табл. 65 приведены результаты механического анализа медноколчеданной руды из двух шахт с определением содержания меди в каждом классе.

Механический анализ руд

Шахта А			Шахта Б		
Классы, мм	Весовой состав, %	Сu, %	Классы, мм	Весовой состав, %	Сu, %
+60	36,0	2,73	+75	39,3	1,40
-60+20	29,7	2,35	-75+50	16,1	1,68
-20+6	14,0	1,75	-50+25	5,7	1,96
-6+3	8,7	1,49	-25+5	8,8	3,61
-3	11,6	1,25	-5	12,1	3,79

Несмотря на близкие по значению данные механического анализа, опробование руд по классам крупности дает существенно отличающиеся показатели. Руда шахты А содержит медь преимущественно крупных классов, в руде шахты Б более богата медью рудная мелочь. Это обстоятельство имеет важное значение не только для опробования, но и для эксплуатации. В шахте Б необходимо принимать особые меры для тщательного сбора рудной мелочи в забое: настлать на почву забоя перед взрыванием шпуров стальные листы и пр.

6. Определение зольности и calorийности ископаемого топлива

Ископаемые угли, горючие сланцы, нефть и торф содержат в основном две части: горючую и негорючую. Техническим анализом определяются компоненты горючей части (выход летучих веществ и выход кокса) и негорючей (влага и зола), содержание общей серы S_{oc} (сульфатной, сульфидной и органической), а также теплопроизводительная способность (калорийность) ископаемого топлива.

Зола А представляет собой остаток от сгорания органической части угля и разложения минерального вещества. Содержание минеральных примесей в угле не эквивалентно содержанию золы. При сжигании углей карбонаты разлагаются, образуя углекислоту и окись кальция, магния или железа; пирит дает сернистый газ и окись железа. Окиси металлов могут поглощать сернистый газ и переходить в сульфаты и пр.

Зола A^a определяется в аналитической пробе на абсолютное сухое A^c и рабочее топливо A^p . Содержание золы определяют в процентах

$$A^a = \frac{\text{Вес золы}}{\text{Навеска угля}} 100.$$

Пересчет содержания золы на абсолютно сухой уголь A^c , и на рабочее топливо A^p производят по формулам

$$A^c = A^a \frac{100}{100 - W^a} \text{ и } A^p = A^a \frac{100 - W^p}{100 - W^a}.$$

Полученная зола исследуется спектральным и химическим анализами. В золе углей могут содержаться некоторые рассеянные элементы. Химический анализ золы может дать материалы для выяснения возможности промышленного их извлечения.

При нагревании углей из них выделяются летучие вещества V. В первый период нагревания выделяются только пары воды, содержание которой учитывается при подсчете выхода летучих. Затем выделяется конституционная вода, угольный ангидрид CO_2 и метан CH_4 . При повышении температуры более $500^\circ C$ выделяются сложные углеводороды и кислородные соединения. Сера частично выделяется в виде сероводорода.

Выход летучих веществ V^a определяется в аналитической пробе на рабочее топливо V^p , абсолютно сухое топливо V^c и горючую массу V^r . Вычисление ведут по следующим формулам:

$$V^a = \frac{\text{Навеска угля после удаления летучих}}{\text{Начальная навеска угля}} \cdot (100 - W^a);$$

$$V^p = V^a \frac{100 - W^p}{100 - W^a}; \quad V^c = V^a \frac{100}{100 - W^a};$$

$$V^r = V^a \frac{100}{100 - (W^a + A^a)}.$$

Главными компонентами золы ископаемых углей являются SiO_2 и Al_2O_3 . Сумма окислов кремния и алюминия составляет основную и устойчивую часть золы. Это дает основание определять зольность ископаемых углей в их естественном залегании (в скважинах, в забоях) нейтронно-активационным методом. Исследованиями Свердловского горного института показано, что между зольностью углей в широком интервале изменения (от 10 до 50%) и активационным эффектом существует устойчивая линейная зависимость. На основании опытных работ, выполненных в Челябинском бурогольном бассейне, установлена высокая точность определения зольности углей активационным методом [2].

Глава XXIII

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ОТКРЫТЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

1. Элементы карьера и характер проводимых в нем работ

Объектом разработки в рудных месторождениях является в общем случае рудная толща. Массу, заключенную в составе этой толщи, называют рудной массой. При открытой разработке месторождения все породы, мешающие извлечению рудной массы, удаляют, т. е. рудную толщу в определенных пределах вскрывают. Породы, подлежащие удалению для нормальной открытой разработки рудной толщи, называют породами вскрыши. Рудную массу вместе с массой вскрышных пород называют горной массой.

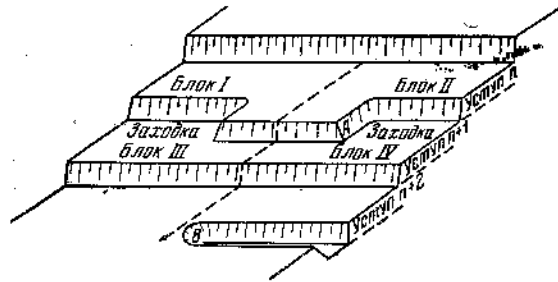


Рис. 85. Фрагмент карьера с его элементами (аксонометрическая проекция).
А — забой заходки в блоке; II; В — забой разрезной траншеи

Горная масса, подлежащая извлечению при карьерной разработке, при проектировании карьера разделяется по глубине на горизонтальные слои, разрабатываемые в нисходящем порядке отдельными уступами.

Уступ — слой толщи пород или руд, разрабатываемый самостоятельными техническими средствами отбойки, погрузки и транспортировки. Уступ в ряде случаев подразделяют на подступы (обычно два), обслуживаемые общими транспортными средствами, но имеющие индивидуальные средства отбойки и погрузки. Уступ ограничен сбоку откосом, а сверху — горизонтальной площадкой, служащей рабочим горизонтом для вышележащего уступа. Часть откоса уступа, в которой ведутся горные работы, называется забоем.

Уступ разрабатывают заходками, вытянутыми вдоль уступа, высота их равна высоте уступа, а ширина — нормальной ширине забоя. Заходка по длине делится на блоки, являющиеся первичной составной частью карьера.

Рабочий горизонт — горизонтальная поверхность в карьере, на которой размещены пути и оборудование для разработки вышележащего уступа. Берма — узкая горизонтальная площадка значительной протяженности, представляющая собой остаточную часть рабочего горизонта; берму, оставляемую в целях безопасного ведения работ на нижних горизонтах, называют предохранительной, а оставляемую для размещения путей — транспортной.

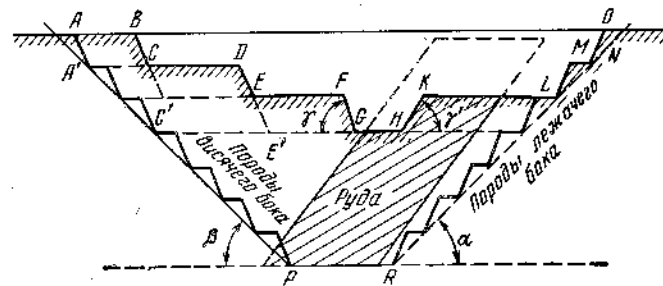


Рис. 86. Карьер и его элементы (профиль):
AA'CB, CC'ED, EE'GF — уступы; FGHK — разрезная траншея; BC, CE, FG — откосы уступов; γ — угол откоса уступа; B, C, D, E — бровки уступов; CD, EF — рабочие горизонты; MN — предохранительная берма; AP и OR — борты карьера; α и β — углы погашения бортов карьера

Определенную совокупность горных выработок, посредством которых производится разработка рудных месторождений открытым способом называют карьером. Иногда этот термин (чаще всего в угольной промышленности) заменяют термином «разрез».

Производственно-техническими элементами карьера являются уступы, заходки и блоки (рис. 85, 86).

Борты карьера — боковые поверхности, ограничивающие выработанное пространство.

Помимо перечисленных элементов в карьерах обычно имеется одна или несколько траншей.

Траншея — открытая горная выработка трапециевидного сечения, ограниченная подошвой и двумя боковыми откосами; капитальная траншея — выработка, обеспечивающая доступ с поверхности к рабочим горизонтам карьера; разрезная или съездная траншея — выработка, проведенная с целью подготовки к разработке нового уступа и вскрывающая имеющиеся здесь запасы руд.

Главными операциями при открытой (и при подземной) разработке месторождений являются;

- отбойка составных частей горной массы от общего массива;
- погрузка их в транспортные сосуды;
- транспортировка погруженных масс;
- разгрузка их в приемные устройства обогатительных фабрик и металлургических заводов или на рудных складах и в породных отвалах.

Отбойка — отделение горной массы от массива, с одновременным ее разрыхлением при разработке крепких скальных или полускальных пород, осуществляемая взрыванием; при разработке мягких и сыпучих пород отбойку и погрузку совмещают в единый процесс выемки, осуществляемой экскаваторами или другими механизмами.

Для отбойки и разрыхления крепких пород взрыванием чаще всего проходят скважины ударно-канатного бурения, иногда миныные камеры, в которых размещают заряды взрывчатого вещества. Заряды рассчитывают так, чтобы разброс разрыхленной массы, ее перемешивание и количество негабаритных кусков руды или породы были минимальными.

Характер работ при погрузке зависит от строения рудной толщи и на направления дальнейшего использования руд.

Рудная толща может быть представлена одним четко околтуренным рудным телом, включающим один тип и сорт руды. В этом случае понятие «рудная масса» совпадает с понятием «руда». Забой в такой руде называют однородным. В более сложных случаях в состав рудной толщи входит несколько различных сортов одного типа руд, например, окисленных железных руд, переслаивающихся без какой-либо закономерности. В этом случае забой являются относительно-разнородными и в них можно производить как массовую, так и селективную добычу.

Выемку рудной массы без разделения на сорта производят при условии, если эти сорта перерабатываются одновременно и по одной технологической схеме. Селективную выемку рудной массы целесообразно осуществлять в том случае, если отдельные сорта руд необходимо добывать и перерабатывать раздельно.

При сложном геологическом строении рудной толщи в ее состав кроме руд различных сортов почти всегда входят прослойки или включения некондиционных руд и безрудных пород. Совместная добыча всей рудной массы возможна при условии, если переработка руды на обогатительной фабрике или металлургическом заводе будет осуществляться совместно без нарушения процесса обогащения или металлургического предела этих руд.

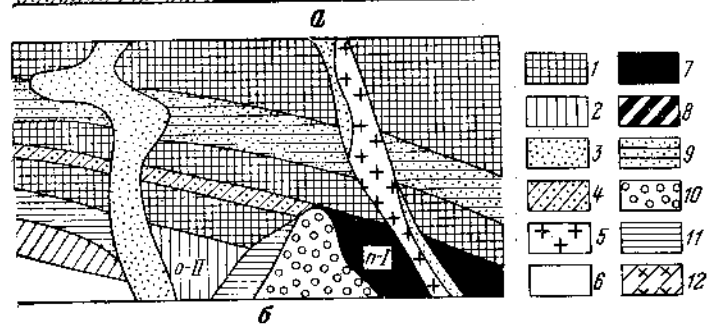
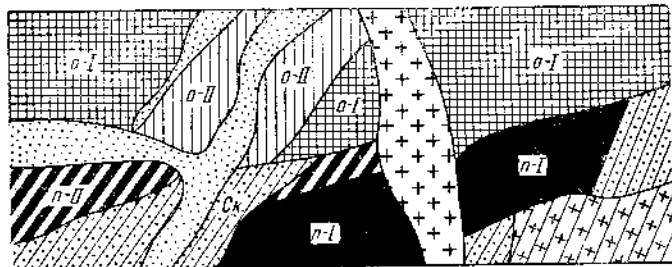


Рис. 87. Примеры сложной перемежаемости руд и пород на горе Магнитной.

а — борт карьера; б — почва карьера.
 1 — руда окисленная; 2 — бедная руда; 3 — диориты; 4 — скарн; 5 — кератофиры; 6 — агацит; 7 — первичная сернистая руда; 8 — первичная бедная руда; 9 — роговики; 10 — известняки; 11 — лимонит; 12 — гранодиориты

Во всех остальных случаях выемку различных сортов руд и пород целесообразно производить раздельно.

Иногда приходится иметь дело с особенно сложным строением рудной толщи, когда в ее состав входят различные типы и различные сорта руд и различные безрудные породы, что имеет место, например, в переходной зоне от первичных к окисленным рудам. Забои в такой рудной толще называют разнородно-смешанными, а выемка различных типов, а иногда и сортов руд в них селективная (рис. 87).

В практике Магнитогорского карьера, где ведется селективная добыча различных типов и сортов руд, применяют следующие системы разработки сложных забоев: управляемого обрушения; раздельной выемки; раздельных подзабоев; комбинированные системы разработки сложных забоев.

При системе управляемого обрушения в нижней части забоя в шахматном порядке образуются лоткообразные выемки, используемые в даль-

Рис. 88. Примеры забоев, разрабатываемых системой управляемого обрушения руды.

1 — руда; 2 — породы; 3 — камеры. Стрелками показано направление обрушения горной массы

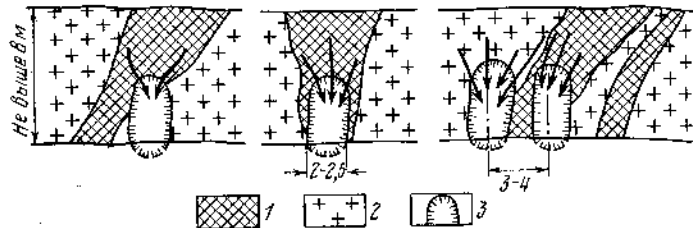
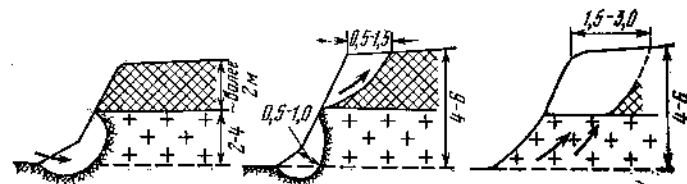


Рис. 89. Последовательность операций при системе раздельной выемки



нейшем для накопления материала, обрушаемого из верхних частей забоя (рис. 88).

При системе раздельной выемки различных типов и сортов руд, а также пород, погрузка их осуществляется раздельно (рис. 89).

При системе раздельных подзабоев в зависимости от положения промышленных типов руд экскаваторную заходку подразделяют на две части по высоте или по ширине забоя, разрабатывая его ступенчатым уступом или узкими экскаваторными заходками.

Наконец, при селективной разработке особенно сложных забоев приходится прибегать к комбинации двух или трех указанных систем разработки (рис. 90).

В условиях разного строения и состава рудной толщи и при различных способах открытой их разработки характер геологической документации в карьере будет различным.

В условиях сложной геологической обстановки рудничный геолог обязан осуществлять систематические наблюдения и документацию как стенок и забоев карьера, так и разведочных и взрывных скважин, изучать характер и состав пород и руд, которые подлежат отработке в первую очередь.

Без детальной геологической карты карьера и систематического опробования и документации всех взрывных скважин, осуществлять нормальную эксплуатацию карьера затруднительно. Для составления детального геологического плана карьера требуется или чрезвычайно густая сеть разведочных выработок, что приводит к большим затратам, или тщательная геологическая документация и опробование всех уступов карьера, взрывных скважин, экскаваторных забоев и откосов.

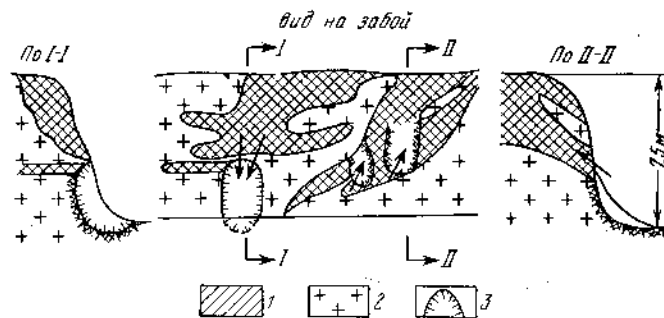


Рис. 90. Схема сложного забоя, разрабатываемого комбинацией системы управляемого обрушения и раздельной выемки.

1 — руда; 2 — породы; 3 — камеры

2. Первичные геологические материалы по документации карьеров

Первичные геологические материалы, составляемые на руднике, и в частности в карьере, должны представлять собой полноценные документы, точно и объективно фиксирующие все геологические элементы рудного тела и рудовмещающих пород. В совокупности эти геологические документы должны позволять решать все вопросы, возникающие в процессе эксплуатации месторождения.

Характер первичных геологических документов в значительной мере зависит от геологического строения эксплуатируемого месторождения, состава полезного ископаемого, принятой системы разработки, необходимости селекции при разработке и ряда других факторов. Объем работ по первичной геологической документации зависит также от производительности карьера и некоторых специальных требований, предъявляемых геологической службе горным и обогатительным цехами предприятия. В связи с этим регламентировать общий перечень первичных геологических документов, необходимых и достаточных для решения вопросов, возникающих в процессе добычных работ, не представляется возможным. Вместе с тем практикой доказано, что чем сложнее геологическое строение рудного тела и вещественный состав руд, чем выше требование к качеству руд и полноте отработки месторождения, к чистоте извлекаемого полезного ископаемого с подразделением его на отдельные типы и сорта и т. д., тем шире перечень первичных геологических документов и больше их объем.

Для большинства рудных месторождений, разрабатываемых открытым способом, общий перечень первичных геологических документов включает:

- журналы систематических зарисовок забоев и откосов уступов;
- журналы зарисовок горных выработок (штолен, шурфов, минных камер), проходимых с целью эксплуатационной разведки или для взрывания горной массы;
- зарисовки и фотоснимки отдельных характерных деталей геологического строения рудного тела, установленных в карьере в процессе эксплуатации месторождения;
- журналы опробования забоев и откосов уступов, а также горных выработок, проходимых в карьере с целью разведки и производства взрывных работ;
- колонки, геологические журналы и журналы опробования скважин эксплуатационной разведки и взрывных скважин;
- эталонные коллекции, образцы пород и руд, полировки, шлифы, дубликаты проб;
- журналы замеров водопритоков в карьер, уровней грунтовых вод в близлежащих водоемах и наблюдательных гидрогеологических скважинах.

Кроме того, в перечень геологической документации входят материалы по определению объемных весов полезного ископаемого и вмещающих пород, определению обогатимости руд, физических свойств руд и пород.

Все первичные документы рудничной геологии должны составляться так, чтобы в них полностью мог разобраться любой рудничный геолог или маркшейдер, не прибегая к помощи автора этих документов. Очень важно, чтобы эти документы были точно привязаны к тем или иным частям месторождения и увязаны с определенными маркшейдерскими планами и разрезами.

Рассмотрим наиболее существенные документы рудничной геологии и способы их составления.

Одна часть геологических документов освещает преимущественно вопросы геологического строения месторождения, его структуру, морфологию и минеральный состав руд. К этой их части относятся зарисовки откосов уступов и забоев карьера горных выработок, проходимых в карьере с той или иной целью, зарисовки и описания керн скважин эксплуатационной разведки и буровзрывных скважин.

Вторая часть документов касается преимущественно изучения вещественного (химического, минерального) состава полезного ископаемого, осуществляемого обычно в соответствующих лабораториях. Эти документы представлены обычно журналами опробования забоев карьера, буровзрывных скважин и скважин эксплуатационной разведки, результатов исследований проб, описания шлифов и т. п.

Когда вещественный состав полезного ископаемого не имеет решающего значения или он является относительно постоянным в пределах всего месторождения и отвечает требованиям кондиций, или, наконец, он может быть определен визуально (по внешним признакам), то естественно, в этом случае необходимость систематического опробования полезного ископаемого отпадает и ведение соответствующих журналов опробования является необязательным.

Однако рудничный геолог должен при всех случаях осуществлять в необходимых объемах геологическое изучение месторождения и исследование вещественного состава полезного ископаемого, объективно документировать все геологические особенности строения рудного тела, вскрываемого карьером. Рудничный геолог обязан тщательно продумать систему геологической документации и постоянно ее совершенствовать с учетом как текущих запросов эксплуатации, так и проблемы общего геологического изучения месторождения.

Зарисовка забоев и откосов уступов. В условиях современных крупных механизированных карьеров добыча полезного ископаемого и вскрышные работы производятся мощными одноковшовыми или многоковшовыми экскаваторами. Реже применяются другие, более мелкие погрузочные механизмы и весьма редко ручной труд. Характер геологической документации карьеров в последних случаях остается тем же, что и при экскаваторных работах, однако практическое осуществление документации в условиях малой механизации горных работ не вызывает особых затруднений. При экскаваторных работах основным объектом геологической документации является откос и забой уступа карьера. Геологическая документация осуществляется по мере продвижения экскаватора вдоль уступа карьера (см. рис. 85). Зарисовка откоса и забоя уступа

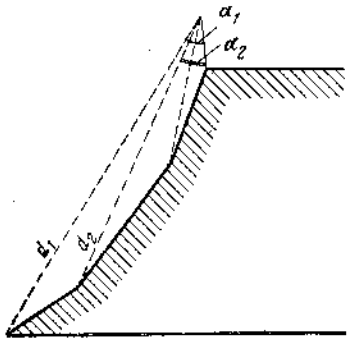


Рис. 91. Схема эклиметрной съемки

производится селективно, документация элементов карьера должна производиться с большой частотой и в крупных масштабах. В месторождениях с простым геологическим строением, когда применяется массовая выемка полезного ископаемого, зарисовки проводят один-два раза в месяц и в мелких масштабах.

Если полезное ископаемое и вмещающие его породы требуют перед выемкой предварительного разрыхления (взрывания), геологические зарисовки приурочивают к моменту зачистки забоя от взорванной массы, непосредственно перед новым взрывом в забое. Геологические зарисовки в карьерах или сочетают во времени с маркшейдерскими съемками, или выполняют непосредственно перед этими съемками либо после них. В первом случае, как принято, например, в практике Магнитогорского карьера, геологическую съемку сочетают с ординатно-эклиметрной маркшейдерской съемкой. Ее производят геолог и маркшейдер при участии одного рабочего.

Съемку верхней и нижней бровки забоя (а при необходимости также и откоса уступа в незаснятой при предыдущей документации части) производят во всех точках изгиба бровки ординатно от существующих полигонометрических ходов с обязательным нивелированием ходов.

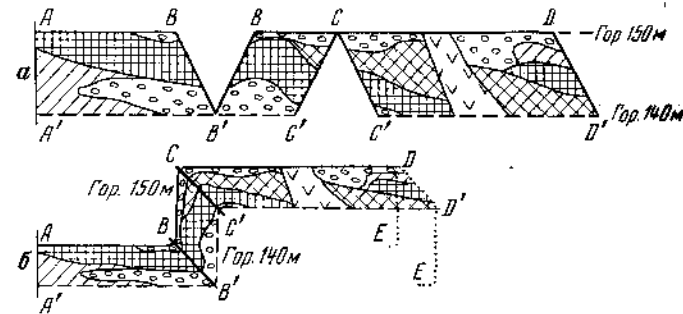
Затем маркшейдер с эклиметром и рабочий с рулеткой продвигаются вдоль верхней бровки забоя, останавливаясь против каждой взрывной скважины, а по требованию геологов и в промежутках между ними, производя из всех пунктов съемку груди забоя. Съемка производится путем промера расстояний от верхней бровки забоя рулеткой, на конце которой для удобства измерения привязан груз, и установления эклиметром углов наклона отрезков между интересующими геолога точками забоя и уровнем глаз маркшейдера, находящегося на бровке забоя (рис. 91).

Геолог, следуя по подошве уступа вдоль нижней его бровки, указывает маркшейдеру, какие точки и контакты следует инструментально заснять по забю, и ведет их зарисовку и описание. Зарисовка привязывается к маркшейдерским точкам. Зарисовки и описания забоев ведутся в специальных журналах для каждого горизонта. При документации использу-

производится в соответствии с принятой методикой. В том случае, если зарисовки производятся часто, при небольшом продвижении забоя вдоль уступа, иногда ограничиваются зарисовкой только груди забоя. Общая зарисовка пройденной части откоса уступа представляет собой совокупность серии частных зарисовок забоя.

Интервалы между отдельными зарисовками зависят от сложности строения и вещественного состава руд месторождения, способа выемки (селективная или массовая), необходимости выделения отдельных сортов и типов полезного ископаемого при селекции и т. п. В сложных условиях по составу и строению месторождений, отработка которых

Рис. 92. Геологическая зарисовка забоя (BB' C' C') и откосов уступа (AA' B' B, CC' DD) в проекции на вертикальную плоскость (а) и последующая трансформация зарисовки на маркшейдерский план в проекции на горизонтальную плоскость (б). DD' E' E — положение забоя на момент предшествующей зарисовки



ются буквенные символы пород по единой геологической легенде и особые символы, характеризующие физические свойства пород. На каждой зарисовке должны быть указаны координаты крайних пунктов съемки.

Общепринятым масштабом геологических зарисовок в карьерах является масштаб 1 : 500. В тех случаях, когда производится тщательная селекция при добыче с выделением различных сортов и типов руд, масштаб зарисовок увеличивают до 1 : 200. В крупных карьерах флюсовых известняков и других нерудных ископаемых, а также при разработке мощных рудных месторождений с постоянным составом руд масштаб зарисовок может быть уменьшен до 1 : 1000. Для отдельных, интересных в геологическом отношении, деталей избирается такой масштаб зарисовок, который позволяет четко изображать эти детали.

В практике некоторых уральских месторождений, разрабатываемых открытым способом, геологическую документацию отдельных забоев в карьерах производят до маркшейдерской их съемки. В этом случае геолог, ведущий документацию, предварительно осматривает забой и сравнивает геологические и морфологические особенности наблюдаемого забоя и предыдущего положения забоя (по документации). Установив взаимосвязь между забоями, он намечает опорные точки по нижней и верхней бровкам забоя, подлежащих инструментальной съемке, и приступает к документации элементов карьера. Обычно документируется развертка проекции забоя на вертикальную плоскость. В процессе документации регистрируются все особенности рудного тела, элементы тектоники и минеральный состав руд. Высота уступа определяется расстоянием по вертикали «на глаз», без промеров, что несколько снижает точность зарисовки. Но поскольку высота уступа в пределах забоя является величиной относительно постоянной, чаще всего близкой к 10 м, то такой метод замера высоты уступа не снижает качество документации.

В дальнейшем, после маркшейдерской съемки забоя и уточнения местоположения отдельных опорных точек, в чистовом журнале составляют откорректированную зарисовку геологического строения забоя и откоса уступа. Эти зарисовки используются при составлении сводных геологических планов и разрезов. Для зарисовок используют единые условные обозначения руд и горных пород.

В других случаях документацию элементов карьера производят на маркшейдерской основе в масштабе 1 : 500 (рис. 92).

На крупных месторождениях цветных металлов (меди, свинца, цинка и др.), разрабатываемых открытым способом, геологические зарисовки в карьерах производятся аналогичными способами. Для нерудных месторождений, где полезным ископаемым нередко является та или иная горная порода относительно постоянного состава, документация в карьерах упрощается и геологические зарисовки ведутся систематически лишь в некоторых тектонических зонах, зонах включений посторонних жильных образований и т. п. Методика документации штолен, шурфов, расщелин, проходимых в карьере с целью производства взрывов или проведения эксплуатационной разведки, будет рассмотрена ниже.

Документация колонковых скважин эксплуатационной разведки производится на основе изучения полученного из скважины керна, а при низком выходе керна при исследовании также и шлама. В журналах фиксируются: дата проходки, координаты устьев скважин, азимут и угол наклона (для наклонных скважин), конструкция скважин, выход керна по каждому интервалу проходки отдельно для пород и руд. Документация керна и шлама сопровождается описанием документированного материала.

В взрывных скважинах, которые проходятся чаще всего ударно-канатным способом, документируют шлам. Отбор шлама производит мастер при каждой очистке скважины желонкой. Отдельные пробы соответствуют заранее выбранному геологической службой интервалу по скважине (1 или 2 м). Шлам рекомендуется документировать после его просушки.

Описание шлама ведется применительно к специальной эталонной коллекции шламов и в сопоставлении с описанием характерных их свойств, установленных соответствующими наблюдениями для всех основных типов пород и руд. Эталонные коллекции и таблицы с описанием характерных свойств шламов дают возможность установить не только тип породы или полезного ископаемого, но и степень их выветривания, что важно для правильного определения буримости пород и размера заряда в отдельных скважинах.

В журналах геологической документации взрывных скважин фиксируются дата их проходки, координаты устьев, наименование эксплуатационных участков и отметки эксплуатационных горизонтов, глубины по скважинам и соответствующие этим глубинам типы руд или пород, коэффициенты их буримости и взрываемости.

В тех случаях, когда данные о буримости пород и руд полученные при геологической документации шлама, используются для расчета с рабочими, дополнительно указывается в журнале номер бурового станка и фамилии рабочих, производивших бурение.

К первичным геологическим документам по изучению вещественного полезного ископаемого относятся, как указывалось выше, журналы опробования различных выработок и результаты исследования проб.

Опробование забоев в карьерах при современной механизированной добыче и высоте уступов 10—12 м может производиться лишь в тех случаях когда полезное ископаемое не требует предварительного разрыхления

перед экскавацией. Проба при этом отбирается ковшем экскаватора. Обычные способы опробования в карьерах неприемлемы, так как отбор проб сопряжен с большими организационно-техническими трудностями и опасен для пробщика.

При разработке достаточно мягкого или рыхлого полезного ископаемого машинист экскаватора по указанию геолога отбирает по ширине забоя то или иное количество проб, производя ковшем возможно тонкую вертикальную задирку по всей мощности полезного ископаемого. Для уменьшения первоначального объема пробы задирку по опробуемой массе можно производить не всеми зубьями ковша экскаватора, а одним из крайних угловых зубьев.

При наличии в забое нескольких прослоев или сортов полезного ископаемого от каждого прослоя или сорта необходимо отбирать отдельную пробу. Однако если в процессе добычи подразделение на сорта не производится, отбор проб по сортам может проводиться лишь изредка, чаще в этом случае берется общая проба.

При систематическом опробовании забоев следует отбивать пробы, ориентируясь на те же приемы, которые установлены при добыче, и лишь время от времени проводить более тщательное секционное и посортное опробование. При этом необходимо избегать смешивания отдельных сортов и разубоживания полезного ископаемого, с тем чтобы по данным опробования можно было бы оценить правильность применяемых методов добычи руды.

Расстояния между отдельными пробами могут изменяться в широких пределах, в зависимости от изменчивости состава полезного ископаемого и требований эксплуатации.

Отобранная экскаватором проба обычно весит сотни килограммов; она непосредственно в карьере сокращается до нужного веса по принятой на руднике схеме сокращения и обработки химических проб.

Опробование взрывных скважин при разработке крепкого, не поддающегося экскавации полезного ископаемого производится при невозможности проведения в карьерах позабойного опробования.

Опробование шлама взрывных скважин, расположенных на расстоянии 3—5 м одна от другой, позволяет получить весьма обширный и ценный материал для точного установления контактов различных типов и сортов руд и изучения химического их состава. После изучения и краткого описания шлама, отобранного при проходке взрывных скважин, геолог намечает интервалы опробования и отбирает пробы шлама.

При установлении по скважине интервалов для отбора отдельных проб необходимо стремиться к тому, чтобы различные сорта полезного ископаемого попали в отдельные пробы. Если соседние скважины вскрыли один и тот же сорт полезного ископаемого, то в этом случае допускается отбор суммарной пробы, состоящей из частных проб однотипных интервалов по этой группе скважин.

Если по скважине встречается два или три неоднократно чередующихся сорта руды, материал из интервалов, в которых присутствует один и тот же сорт руды, можно объединить в одну пробу, независимо от того, что между этими интервалами встречаются другие сорта руды. Если на протяжении

всей скважины встречается однотипная руда, из нее может быть взята только одна проба. В некоторых случаях при опробовании взрывных скважин допускается объединение в одну пробу однотипного материала из нескольких соседних скважин.

Указанное объединение отдельных проб оправдано тем, что при взрыве обычно происходит некоторое перемешивание материала. Объединение отдельных проб необходимо также и потому, что в условиях крупных карьеров в течение года приходится опробовать многие десятки, а иногда и сотни тысяч метров взрывных скважин. Это не только перегрузило бы химическую лабораторию, но и без необходимости усложнило бы все последующие расчеты качественного состава подготовленной к взрыву массы полезного ископаемого.

Таким образом, при опробовании шламов из взрывных скважин, если не преследуется какая-либо специальная цель, необходимо стремиться к максимальному объединению в одну пробу однотипного полезного ископаемого, встретившегося в одной или в нескольких соседних скважинах.

Первоначальный сводный геологический план составляется на маркшейдерской основе плана карьера, разведочных данных и иногда данных специальной геологической съемки. В дальнейшем этот план систематически пополняется данными геолого-маркшейдерской документации.

В практике Высокогорского и Лебяжинского рудоуправлений на Урале сводные геологические планы карьеров в масштабе 1 : 1000 составляются ежегодно по состоянию на 1 января. На этих планах положение уступов, геологические контакты и контуры рудных тел в пределах участков планируемых горных работ вычерчиваются в карандаше и по мере получения новых данных при геолого-маркшейдерских съемках ежемесячно пополняются и исправляются. На тех участках, где производство горных работ не планируется, положение уступов карьера, геологические контакты и контуры рудных тел фиксируются тушью по данным предшествующей геологической документации. Геологическое строение изображается цветными карандашами согласно установленной на руднике легенде.

По состоянию на 1 января следующего года план карьера, пополнявшийся в течение предшествующего года ежемесячно и отражающий состояние всех уступов карьера на конец каждого месяца, фиксируется окончательно тушью и сохраняется в качестве архивного документа.

Это не относится к скважинам ударно-канатного бурения эксплуатационной разведки, шламы по которым изучаются и опробуются с той же детальностью, что и керны колонковых скважин эксплуатационной разведки.

Опробование колонковых скважин эксплуатационной разведки и взрывных колонковых скважин производится после описания керна обычным способом — делением керна пополам вдоль его оси; одна половина керна идет в пробу, вторая остается в качестве дубликата и хранится на случай необходимости повторного описания или опробования до того момента, пока не будет отработан участок рудного тела, вскрытый скважиной.

В скважинах эксплуатационной разведки объединяются в одну пробу лишь частные пробы из соседних интервалов, объединение проб практикуется лишь в исключительных случаях, при весьма частом чередовании по скважине различных сортов полезного ископаемого.

Колошковые скважины, пройденные для отбойки полезного ископаемого от массива, можно опробовать с теми же упрощениями, которые указаны для взрывных скважин ударно-канатного бурения. Керн в этих скважинах не раскалывается, а целиком поступает в пробу.

3. Сводные геологические материалы по документации карьеров

Первичная геологическая документация в сочетании с маркшейдерской позволяет составить следующие сводные геологические материалы по месторождению.

1. Сводный геологический план карьера, составляемый чаще всего в масштабе от 1 : 500 до 1 : 2000; более мелкий масштаб применяется только для некоторых угольных месторождений, более крупный — для мелких рудных месторождений.

В карьерах обычно проводят геологическую зарисовку только откосов уступов. Геологическая документация площадок уступов крайне затруднительна по техническим причинам — наличие на площадке отбитой горнорудной массы, загрязненность площадки и т. п. Геологические контакты и контуры рудных тел в пределах площадок уступов на геологическом плане карьера и погоризонтных планах устанавливаются путем соединения точек соответствующих контактов, зафиксированных на нижних бровках уступов в ряде последовательных по времени зарисовок (рис. 93).

2. Погоризонтные геологические планы, представляющие собой горизонтальные геологические сечения (разрезы) месторождения. В условиях открытых работ их составляют по высотным отметкам, соответствующим эксплуатационным горизонтам карьера.

Указанные горизонтальные сечения проходят как по не вскрытым еще частям месторождения, так и по вскрытым, но не отработанным, а также по отработанным его частям. Геологическое строение месторождения в невскрытой его части

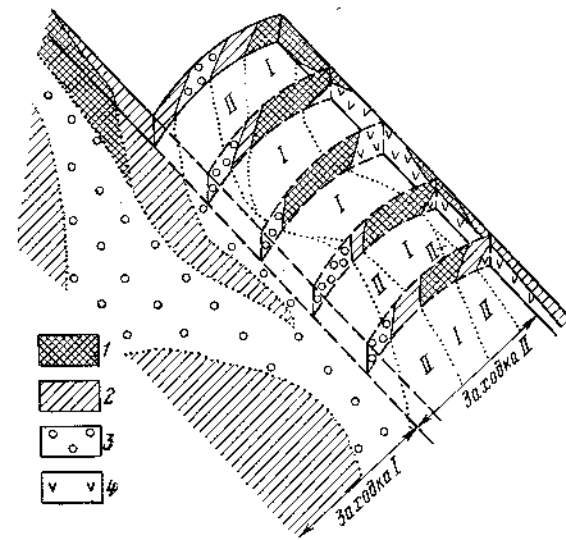


Рис. 93. Установление контактов на геологическом плане по серии зарисовок забоев.
1 — магнитный железняк; 2 — рудный скарн; 3 — безрудный скарн; 4 — сквент

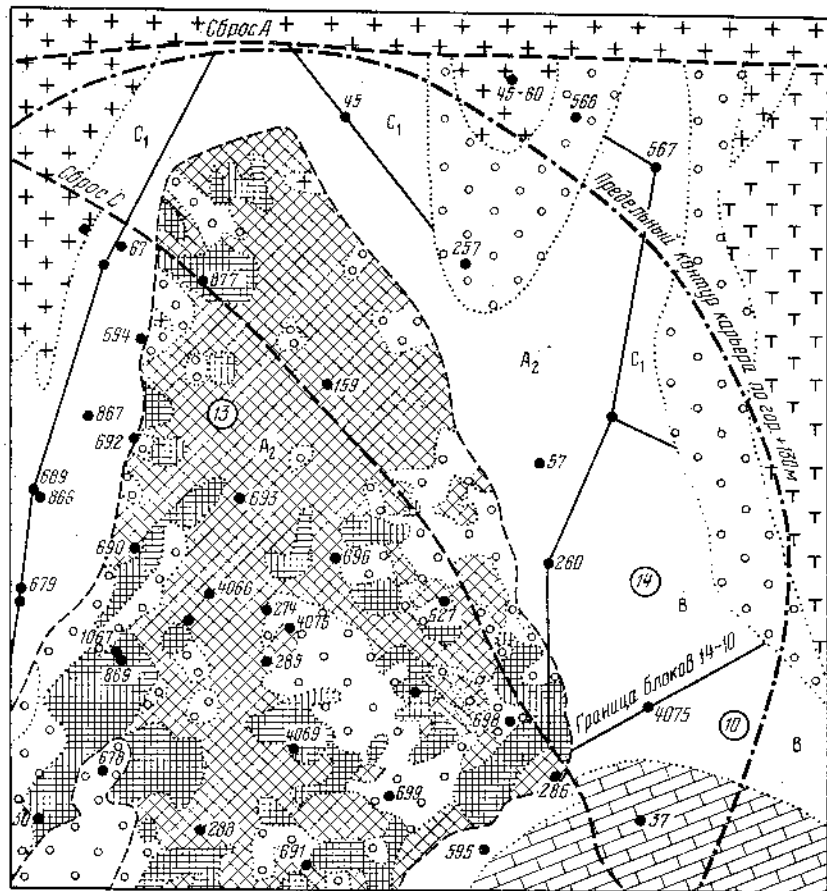


Рис. 94. Геологический план горизонта +130 м Высокогорского карьера.

1 — магнитный железняк; 2 — скARNы с магнетитом; 3 — пироксен-гранатовые скARNы; 4 — не вскрытая по горизонту +130 м часть рудной толщИ; 5 — магнетиты; 6 — туфы; 7 — сиениты; 8 — разведочные скважины; 9 — границы между блоками и категориями запасов; 10 — номера блоков

изображают по данным разведки в точной увязке с поперечными и продольными геологическими разрезами, а в пределах вскрытой и отработанной частей — по материалам систематических геологических зарисовок в карьере.

На погоризонтных планах кроме геологического строения, координатной сети и сети разведочных выработок, дающих представление о степени разведанности не вскрытой части месторождения, указывается предельный проектный контур карьера по соответствующим эксплуатационным горизонтам.

Геологические контакты в не вскрытой части месторождения наносят на погоризонтные планы карандашом, а при уточнении контактов по мере вскрытия месторождения фиксируются тушью. Особым пунктиром, чаще всего цветной тушью, наносят утвержденные ГКЗ контуры рудных тел.

На рис. 94 приведен геологический план одного из нижних горизонтов Высокогорского карьера. Рудная толща представлена здесь рудными и безрудными скARNами. Контуры составленных частей рудной толщИ в не вскрытых карьером участках установить не представляется возможным. Разведочными скважинами устанавливаются лишь общие контуры рудной толщИ. Поэтому при разработке уступов основным материалом для планирования работ является геологический план верхнего горизонта.

Иногда вместо погоризонтных геологических планов составляют послонные планы, характеризующие геологическое строение месторождения между каждой соседней парой эксплуатационных горизонтов.

3. Вертикальные геологические разрезы, представляющие собой серию профильных сечений месторождения вкрест и по его простиранию. Они составляются на топографо-маркшейдерской основе по данным разведочных выработок.

Геологические разрезы систематически пополняют и корректируют по мере проходки новых разведочных выработок и развития карьера. Разрезы строго увязывают со сводными и погоризонтными геологическими планами, ввиду чего масштаб их следует принимать одинаковым с масштабом этих планов.

Иногда составляют две серии разрезов. На одной из них в более крупном масштабе (1 : 500) детально фиксируют по данным геолого-маркшейдерской документации и документации взрывных скважин геологическое строение отработанной части месторождения. Эти разрезы пополняются после каждой геолого-маркшейдерской съемки карьера (рис. 95). Вторую серию разрезов составляют в масштабе 1 : 1000 — 1 : 2000.

4. Проекция рудных залежей на вертикальную плоскость, параллельную среднему их простиранию. Они составляются для крутопадающих пластообразных или линзообразных тел в том же масштабе, что и сводные и погоризонтные геологические планы. При составлении проекций используют геологические разрезы сводных и погоризонтных планов. На таких планах или изображают только общие контуры рудных залежей и проекцию общих границ карьера, или отражают разделение залежи на отдельные промышленные типы и сорта, отмечают места пересечения залежи разведочными выработками и т. п.

5. Качественные планы или планы опробования, отражающие химический или минеральный состав полезного ископаемого. Сюда же относятся планы, характеризующие некоторые другие свойства полезного ископаемого, например: обогатимость руд, процентный выход отдельных сортов руд при селективной разработке рудной толщИ и т. п.

Качественные планы, характеризующие состав полезного ископаемого по определенным горизонтальным сечениям (горизонтам), называют погоризонтными качественными планами. Такие планы составляют по данным опробования всех разведочных выработок и взрывных скважин,

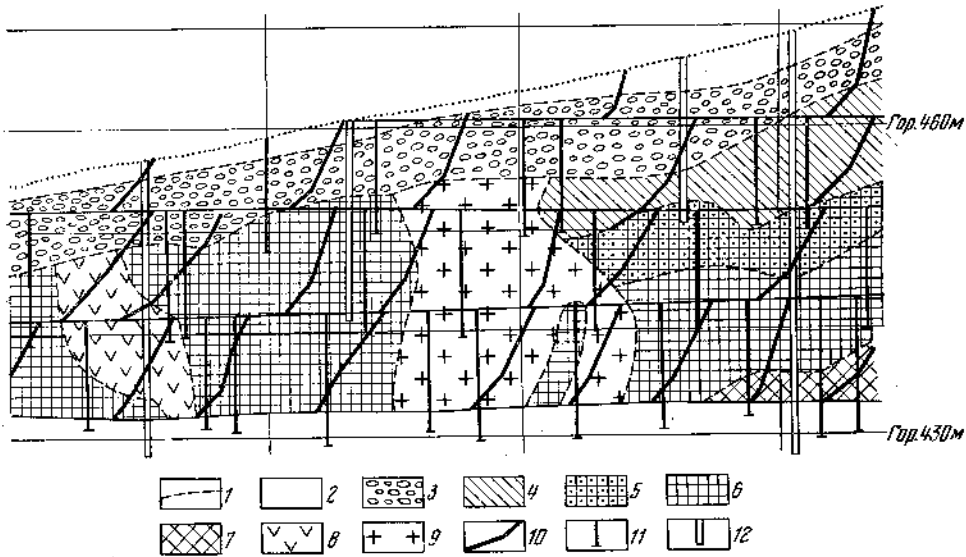


Рис. 95. Детальный геологический разрез.

1 — контуры различных типов руд и пород; 2 — доломит; 3 — рыхлая руда; 4 — бурый железняк; 5 — богатая окисленная сильно выветренная руда; 6 — богатая окисленная плотная руда; 7 — богатая силикатная руда; 8 — диориты сильно выветрелые; 9 — кератофиры сильно выветрелые, силикатизированные; 10 — забой; 11 — взрывные скважины; 12 — разведочные выработки

пересекающих определенные горизонты. Погоризонтные качественные планы дополняют геологические погоризонтные планы.

Качественные планы, характеризующие состав полезного ископаемого в отдельных его сечениях, называют послойными или слоевыми качественными планами. Верхней и нижней границей слоя являются эксплуатационные горизонты карьера.

Для составления слоевых качественных планов также используются данные по опробованию разведочных выработок и взрывных скважин. Показатели качественной характеристики полезного ископаемого по выработкам для слоевого качественного плана вычисляются как средневзвешенные по серии проб, взятых из той или иной выработки в пределах рассматриваемого слоя.

Послойные и погоризонтные планы составляют либо для месторождений с большой мощностью рудной толщи, либо для крутопадающих месторождений средней мощности. Для маломощных горизонтально или полого залегающих пластообразных рудных тел составляют качественные планы, характеризующие состав полезного ископаемого на полную его вертикальную мощность. Качественные планы лучше всего составлять в том же масштабе, что и геологические планы.

6. Планы и разрезы взрывного блока составляют в масштабе 1 : 500 на основе данных геолого-маркшейдерской документации уступа (забоя) по участку взрыва и взрывных скважин. Они необходимы для расчета взрыва, качественного состава взрываемого полезного ископаемого и

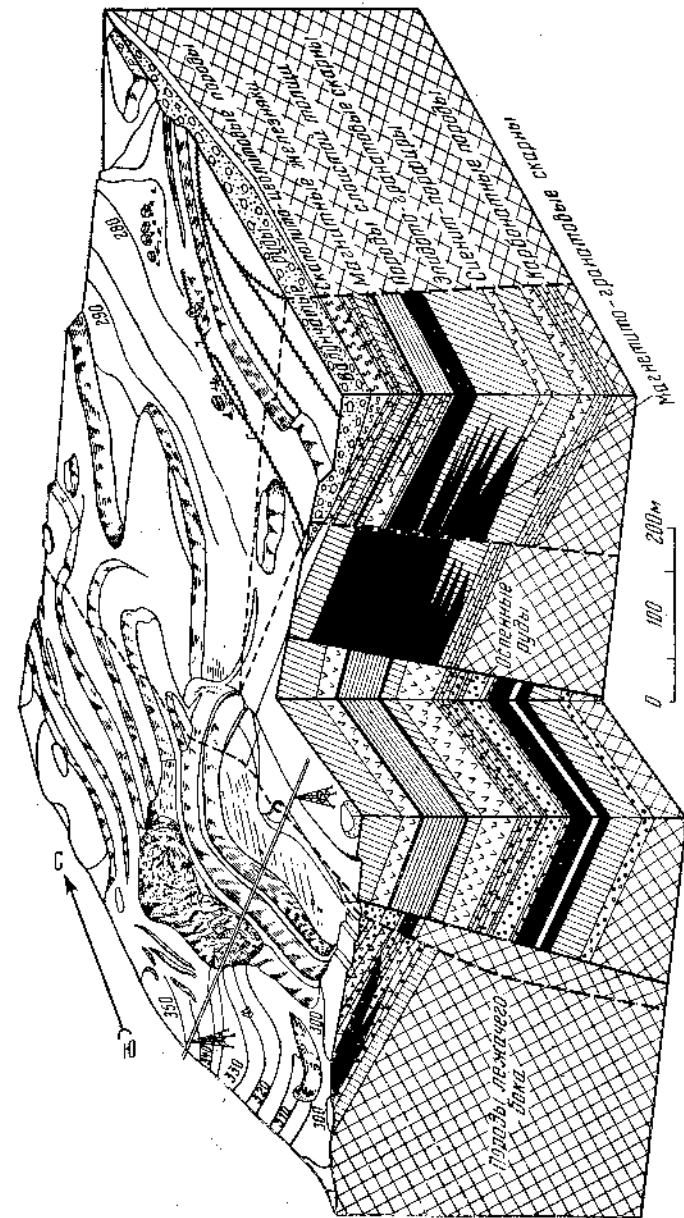


Рис. 96. Блок-диаграмма северо-западной части Центрального карьера Гороблагодатского рудника

отдельных промышленных его сортов, объемов этих сортов и общего объема и веса взрываваемой массы.

Нередко эти планы и разрезы прикладывают к паспорту взрывного блока, в котором фиксируют все предварительные расчеты по составу и весу взрываваемой массы, указывают категории взрываемости отдельных частей блока (отдельных типов полезного ископаемого и пород). В этом же паспорте позднее приводят фактические данные по отработке блока (вес добытой руды, количество отдельных сортов при селективной выемке, состав добытых руд и т. п.).

7. Блок-диаграммы в отличие от рассмотренных выше сводных материалов не являются постоянно пополняемыми рабочими геологическими документами. Так как их составляют в аксонометрической проекции, они хорошо иллюстрируют геологическое строение месторождений, в том числе и тех их частей, которые вскрыты карьерами.

Блок-диаграмма Гороблагодатского месторождения (рис. 96) дает ясное представление о строении слоистой рудной толщи в гранях блока, порескающих его вкост и по простиранию месторождения, но имеет тот недостаток, что на ней не изображено геологическое строение поверхности и карьера.

При составлении блок-диаграммы и всех других сводных геологических документов следует стремиться к максимальной их ясности, чтобы работники горного цеха могли полностью разобраться в этих документах.

4. Основные системы подземной разработки рудных месторождений

Поскольку рудничному геологу приходится постоянно пользоваться понятиями, применяемыми в горном деле, ниже рассмотрим основные термины, встречающиеся при подземной разработке месторождений.

Шахта — самостоятельная производственно-хозяйственная единица горного предприятия, осуществляющая добычу полезных ископаемых подземными горными работами. **Ствол шахты** — вертикальная или наклонная подземная выработка, имеющая непосредственный выход на дневную поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ.

Шахтное поле — часть месторождения полезного ископаемого, предназначенная для отработки одной шахтой или штольней. **Этаж** — часть шахтного поля, расположенная между соседними откаточными горизонтами. **Подэтаж** — часть этажа, ограниченная по восставанию и падению подэтажными штреками, а по простиранию — границами шахтного поля. **Блок (выемочное поле)** — часть этажа, обслуживаемая одним спуском, уклоном или скатом. **Очистная камера** — очистная выработка с забоем небольшой протяженности, ограниченная по бокам целиками полезного ископаемого.

Горнокапитальные работы — это горные работы по проведению выработок, открывающих доступ от поверхности земли к месторождению, или от какой-либо разрабатываемой части месторождения к ниже- или вышележащей неотработанной части месторождения и обеспечивающих возможность подготовки месторождения к эксплуатации. Горно подгото-

вительные работы — горные работы, проводимые в пределах вскрытой части месторождения с целью подготовки его к эксплуатации. **Нарезные работы** — горные работы, проводимые во вскрытой части месторождения для ведения очистных работ. **Очистные работы** — работы в очистных выработках, связанные с добычей полезного ископаемого. **Очистная выемка** — извлечение полезных ископаемых в очистных выработках.

Вскрытием месторождения называют проведение выработок, открывающих доступ к месторождению от поверхности земли или от какой-либо разрабатываемой части месторождения к эксплуатации. **Вскрытие месторождений при подземной их разработке** осуществляется вертикальными или наклонными шахтами, а при благоприятном рельефе — штольнями. В некоторых случаях месторождения вскрываются комбинированными (ступенчатыми) шахтами.

Для разработки месторождения используются штреки, квершлагги, орты и другие подземные выработки. Горные выработки, предназначенные для разработки месторождения, отличаются увеличенным сечением, так как они используются для транспортировки больших масс руды и породы.

Системой разработки месторождений или отдельной его части называют совокупность подготовительных и очистных выработок, проводимых в определенном порядке в толще полезного ископаемого и вмещающих пород. Рациональной считается система, отвечающая требованиям безопасного ведения работ, наибольшей экономичности и высокой интенсивности выемки.

Сложность условий залегания рудных месторождений обуславливает многообразие систем разработки, которые подразделяют прежде всего по состоянию очистного пространства в момент разработки на классы или группы и далее — на отдельные системы, а в ряде случаев — на варианты систем.

Системы разработки с открытым очистным пространством. Эти системы характеризуются тем, что в процессе очистной выемки кровля и стенки очистной выработки не закрепляются и очистное пространство не заполняется рудой или пустой породой, а остается открытым. К этой группе относятся следующие системы: почвоуступная, потолкоуступная, сплошной разработки, камерно-столбовая и разработки подэтажными штреками.

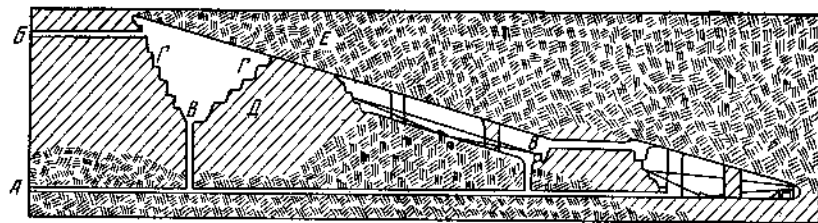


Рис. 97. Почвоуступная система разработки (вертикальная проекция). А — откаточный штрек; Б — вентиляционный штрек; В — восставание; Г — забой; Д — руда; Е — вмещающие породы

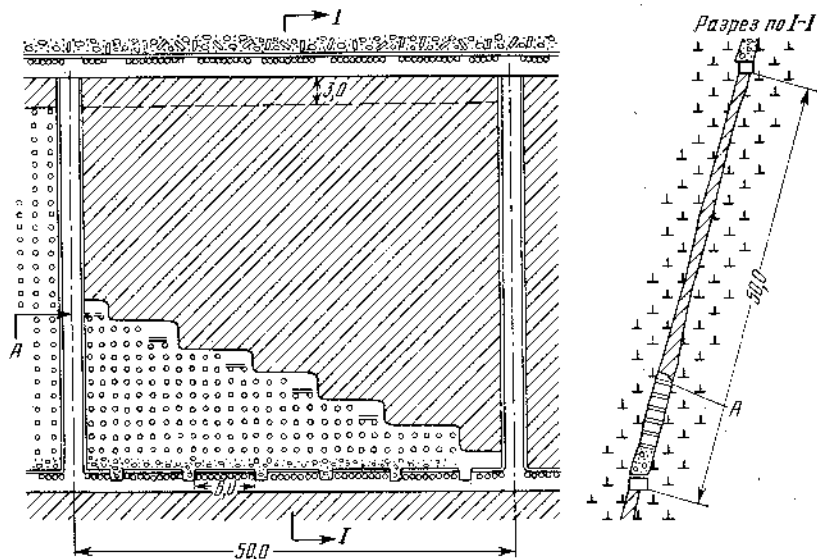


Рис. 98. Потолкоуступная система разработки (продольная вертикальная проекция и разрез).

А — опоры и настилы для рабочих при отбойке руды

При почвоуступной системе разработки (рис. 97) очистную выемку производят сверху вниз почвоуступным забоем. Применяется она

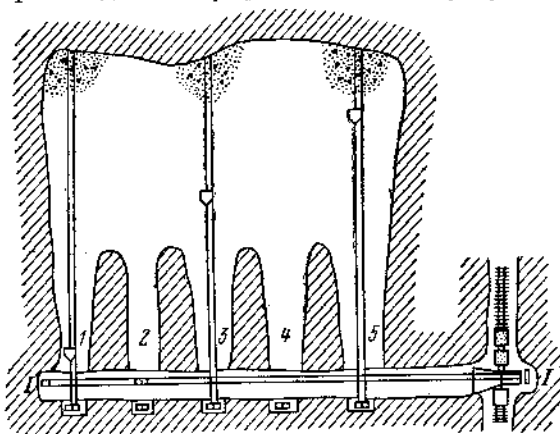


Рис. 99. Сплошная система разработки (продольная вертикальная проекция и горизонтальный разрез по откаточному штреку)

для месторождений небольшой мощности (1,5—5 м), при отработке слепых залежей, выклинивающихся участков и т. п., залегающих среди крепких устойчивых пород.

При потолкоуступной системе разработки (рис. 98) очистные работы производят снизу вверх серией горизонтальных уступов. Применяется она в крутопадающих рудных залежах мощностью от 0,4 до 4—5 м при устойчивых рудах и боковых породах; при угле падения больше 45° работы производятся с настила, устраиваемого на распорках.

При системе сплошной разработки (рис. 99) очистную выемку производят в пределах выемочного участка

сплошным забоем, выработанное пространство не крепят, для поддержания кровли оставляют целики, приурочиваемые к местам пережимов или участков бедных руд. Применяется эта система при мощности залежи от 3—4 до 10—15 м, пологом ее падении и крепких и устойчивых вмещающих породах и рудах невысокой ценности из-за больших потерь в целиках.

При камерно-столбовой системе разработки (рис. 100), отличительной особенностью которой является оставление значительных запасов руды в целиках правильной формы, чередующихся с выемочными камерами, очистные работы в камерах производят преимущественно почвоуступным забоем, выработанное пространство не крепят. Применяется эта система при крепких и устойчивых вмещающих породах и бедных рудах из-за значительных потерь в целиках.

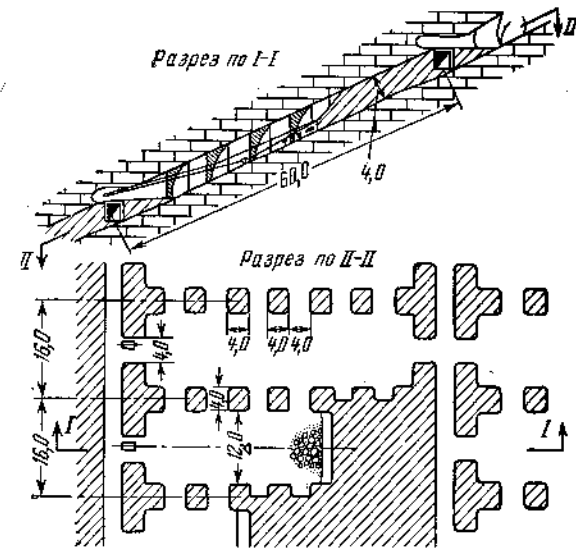


Рис. 100. Камерно-столбовая система разработки

При системе разработки подэтажными штреками (рис. 101) очистную выемку руды в камере производят взрыванием длинных шпуров, пробуриваемых из подэтажных штреков, выработанное пространство не крепят, кровлей его служит рудная потолочина. После отработки камеры образовавшуюся пустоту заполняют специальной закладкой или пустыми породами, пропускаемыми с вышележащего этажа; потолочину и междукамерные целики обрушают массовым взрывом или отработывают междукамерные целики вместе с днищами камер после заполнения пустот смежных камер закладочным материалом. Применяют эту систему при крепких и устойчивых боковых породах и способности руды удерживаться в потолочине; при мощности рудной залежи до 15—20 м камеры располагают по простиранию, при большей мощности — вкрест простирания. Большие потери и разубоживание руды при отработке потолочины и целиков ограничивают применение этой системы для разработки бедных руд.

Системы разработки с магазинированием отбитой руды. Отбойка руды в камере при этих системах разработки (рис. 102) производится либо путем потолкоуступной подработки кровли с применением мелких шпуров, либо последовательным взрыванием (снизу вверх) горизонтальных веерообразно расположенных скважин. Первый вариант применяется при крепких и устойчивых вмещающих породах в залежах мощностью от 0,5 до 1,5 м, второй вариант — при недостаточно устойчивых рудах и мощности залежи 15—30 м. До окончания отбойки всей руды в камере из нее выпускается

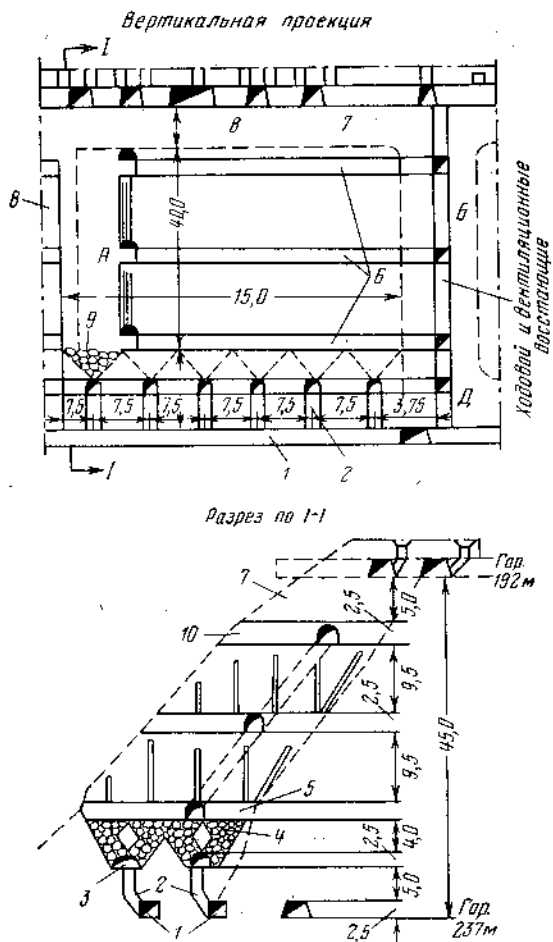


Рис. 101. Система разработки подэтажными штреками.

1 — откаточные штреки; 2 — рудосвалочные восстающие; 3 — горизонт грохочения; 4 — выпускные восстающие; 5 — горизонт воронок; 6 — подэтажные штреки; 7 — потолочина; 8 — отрезной восстающий; 9 — приемные воронки; 10 — заходка

полезного ископаемого. Эти системы применяют на месторождениях ценных руд, так как они отличаются низкими потерями и дают возможность вести селективную разработку с использованием отсортированных пород для закладки. Применяют эти системы также при необходимости предохранить поверхность от осадка. К недостаткам этих систем относится низкая производительность труда забойщиков и высокая себестоимость добытой руды.

Системы разработки с креплением выработанного пространства. При этих системах разработки крепление служит основным средством пре-

не более 30—40% общего запаса, что обеспечивает размещение в камере остальной взорванной массы. Эта масса наряду с целиками предохраняет вмещающие породы от обрушения в камеру.

При углах падения рудной залежи менее 55—60° камеры проводят вкрест простирания; в этом случае обязательная скреперная доставка руды. При углах падения более 55—60° камеры проводят по простиранию и руда перемещается вниз под действием собственного веса.

Системы разработки с закладкой выработанного пространства. Отбойку руды при этих системах (рис. 103) производят снизу вверх горизонтальными или наклонными слоями; для отбойки бурят скважины или штуры. После отработки слоя и удаления отбитой руды производят закладку выработанного пространства. Закладочным материалом служат породы от проходки безрудных выработок, отходы обогатительных фабрик и др. Закладка поддерживает бока выработанного пространства, служит почвой действующего забоя и уменьшает или совершенно устраняет осадку поверхности после выемки

дохранения выработанного пространства от отслоений и вывалов в него боковых пород до окончания полной отработки камеры (рис. 104). Одновременно крепление является основанием для сооружения полков, с которых производят работу. Для залежей небольшой мощности применяют распорную крепь, для мощных залежей — станковую. Очистную выемку производят снизу вверх горизонтальными слоями или потолкоуступным забоем. Первый слой располагается непосредственно над откаточным штреком.

Эти системы применимы для рудных тел любой формы при неустойчивых вмещающих породах и рудах. Они отличаются высоким извлечением руды, низким разубоживанием и возможностью производить селекцию при добыче. Недостатком систем является высокая себестоимость, большой расход крепи и низкая интенсивность очистной выемки.

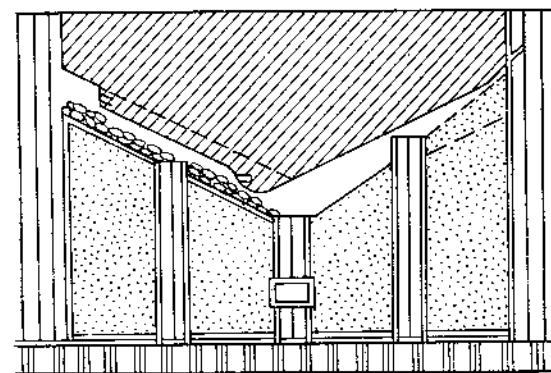


Рис. 103. Система разработки с закладкой выработанного пространства — вариант разработки наклонными слоями (вертикальная проекция)

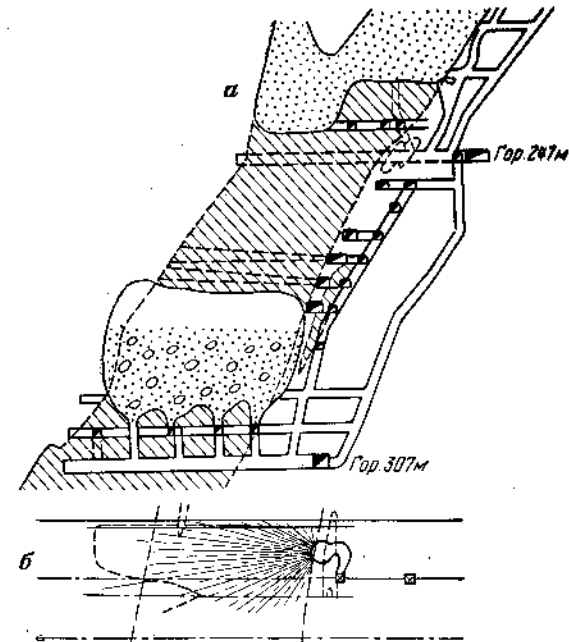


Рис. 102. Система разработки с магазинированием отбитой руды — вариант отбойки руды минными скважинами (разрез вкрест простирания — а и горизонт минных скважин — б)

По этим причинам рассматриваемые системы применяют только для разработки ценных руд.

Системы разработки с креплением и закладкой выработанного пространства. При этих системах разработки для поддержания неустойчивых руд и пород применяют не только крепление, но и в ряде случаев дополнительно закладку. Эти системы применяют только для разработки ценных руд; они имеют все недостатки, свойственные системам с закладкой и системам с креплением.

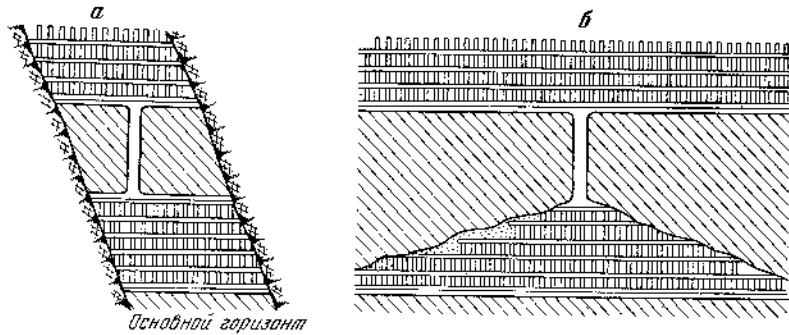


Рис. 104. Система разработки с креплением выработанного пространства станковой крепью.
а — поперечный разрез; б — продольный разрез

Системы разработки с обрушением вмещающих пород. Эти системы характерны тем, что очистное пространство, поддерживаемое креплением, периодически погашают в процессе очистной выемки путем обрушения покрывающей толщи пустых, легко разрыхляющихся пород. К этой группе относятся системы слоевого обрушения и столбовая система разработки с обрушением кровли.

При системе слоевого обрушения (рис. 105) очистную выемку в пределах выемочного блока производят мелкошпуровым способом горизонтальными, реже наклонными слоями сверху вниз; высоту слоя принимают в пределах 2—4 м; в процессе очистной выемки поддерживают выработанный

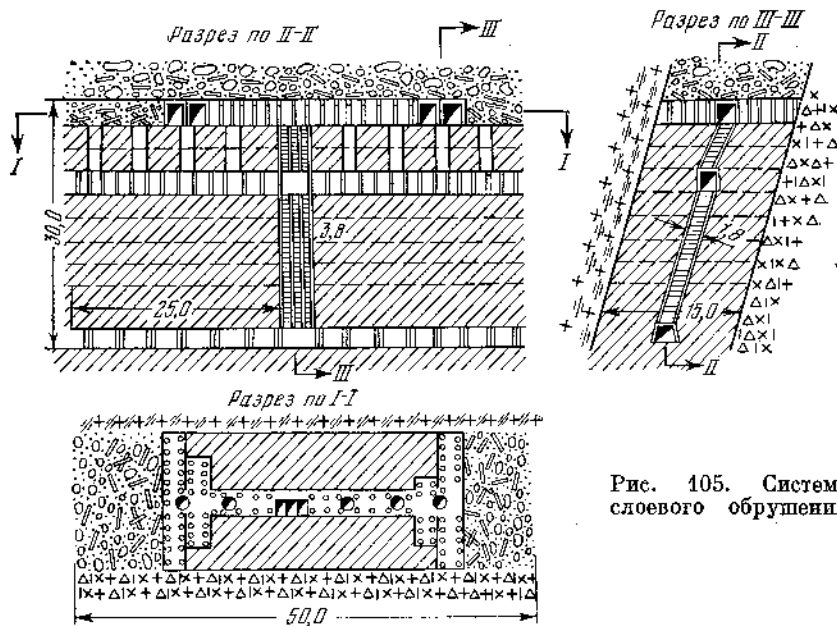


Рис. 105. Система слоевого обрушения

ное пространство крепью, а после извлечения и разрушения крепи заполняют его обрушившимися пустыми породами. Предварительно на подошве отработанного слоя укладывают деревянный настил. Систему эту применяют при разработке ценных руд средней и нижней крепости.

При столбовой системе разработки с обрушением кровли шахтное поле, включающее пологопадающую или горизонтально залегающую рудную залежь мощностью до 4 м, разрезают на панели или столбы, в пределах которых выемку руды производят на полную мощность залежи. Выработанное пространство в процессе очистной выемки закрепляют, затем крепление разрушают и выработанное пространство заполняют обрушающимися породами кровли. Очистную выемку в пределах столба производят заходками или лавой. При очистной выемке заходками руду отбивают отбойным молотком или при помощи буровзрывных работ. После продвижения заходки до середины столба выемку приостанавливают и производят посадку кровли путем частичного извлечения, вырубки и расстреливания крепи. При выемке забоем-лавой продвижение ведется широким забоем от фланга к главному откаточному штреку и по мере продвижения лавы через интервалы 3—8 м производят посадку кровли с сохранением призабойной полосы. Выемка забоем-лавой наиболее производительна, но при этой системе управление кровлей весьма сложно. Выемка заходками малопродуктивна и применяется только в условиях большого горного давления.

Система разработки с обрушением руды и покрывающих пород. Очистную выемку при этих системах производят путем обрушения руды в пределах обрабатываемого блока и последующего обрушения вмещающих пород. Обрушение блока производят принудительно, путем взрывания или естественным путем, в результате подсечки основания блока. К этой группе относятся подэтажное обрушение, этажное естественное и принудительное обрушение и массовое обрушение руды взрывами минных скважин.

При подэтажном обрушении шахтное поле разбивают на ряд блоков, а последние — на подэтажи; выемку ведут сверху вниз с последовательной отработкой одного подэтажа за другим. В пределах подэтажа очистные работы ведут от флангов к центру блока, отдельными зонами, в контурах которых вначале образуют камеры тех или иных размеров. Затем обрушают взрывом глубоких шпуров подсеченный массив и обрушенную руду выпускают через специальные рудоспуски. Вначале в рудоспуски идет чистая руда, затем в смеси с пустыми породами, которые обрушаются вслед за рудой и частично с ней перемешиваются. Различают три варианта рассматриваемого массива и выпуском 80—90% запасов под налегающими пустыми породами, в) камерные, при которых 30—45% запасов извлекают из камер, отделяемых от выработанных участков рудными целиками, которые обрушают после выпуска руды из камер. Каждый из этих вариантов подразделяется на различные виды, среди которых следует отметить вариант грушевидных заходов (рис. 106), когда верхнюю часть заходки расширяют, что придает ей форму груши; вариант «закрытый веер»; вариант системы подэтажного обрушения с отбойкой руды минными скважинами; камерный вариант и т. п.

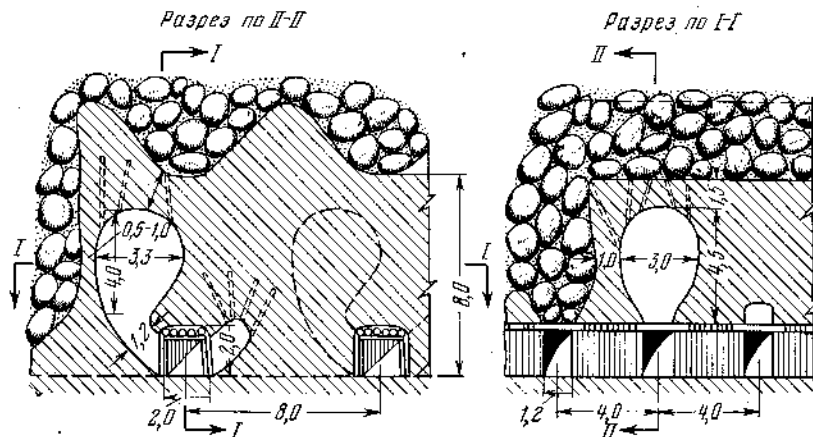


Рис. 106. Подэтажное обрушение — вариант наклонных грушевидных заходок

При этажном (блоковом) естественном обрушении проходят в блоке подэтажные окаймляющие выработки, ооконтуривающие участок, подлежащий обрушению, производят подсечку основания блока на высоту 3—6 м, после чего руда под действием собственного веса и давления налегающих пород постепенно начинает обрушаться, заполняя выработанное пространство; из последнего по рудоспускам в днище ведут выпуск руды.

При этажном (блоковом) принудительном обрушении разрушение рудного массива блока осуществляется массовыми взрывами зарядов.

При массовом обрушении руды взрывами минных скважин заряды размещаются в горизонтальных или наклонных скважинах, пробуриваемых станками вращательного бурения.

Комбинированные системы разработки. Эти системы представляют собой комбинации из вышеперечисленных систем.

5. Геологическая документация капитальных, подготовительных и нарезных горных выработок

Геологическая документация всех подземных горных выработок и скважин эксплуатационной разведки позволяет:

- установить истинные границы рудного тела и отдельных составляющих его типов руд и безрудных участков;
- выбрать наиболее рациональные системы разработки для отдельных частей месторождения и конструктивные элементы этих систем;
- выбрать наиболее рациональное и эффективное направление ведения всех видов горных работ;
- контролировать полноту выемки полезного ископаемого.

В зависимости от назначения, содержания и детальности первичной геологической документации ее подразделяют на специализированную, детальную и массовую.

Специализированная документация горных выработок применяется при решении частных вопросов по изучению месторождений полезных ископаемых, например: при изучении вещественного состава, структуры,

морфологии рудных тел, петрографии вмещающих пород месторождения и т. п. Эта документация ведется не систематически, только при проведении тематических или других исследований.

Для специализированных зарисовок необходимы высокой степени точности геологические наблюдения, поэтому их выполнение поручают квалифицированным специалистам.

Детальную геологическую документацию горных выработок производят только для наиболее интересных геологических участков рудного тела. Она позволяет непосредственно в забое установить структурные и текстурные особенности руд, парагенезис минеральных ассоциаций, уточнить особенности структуры рудного тела, пространственную приуроченность наиболее обогащенных участков оруденения и многие другие детали, позволяющие правильно установить геологическое строение месторождения. Детальная геологическая документация также, как и специализированная документация, должна выполняться квалифицированным специалистом или другим лицом под его непосредственным наблюдением.

Наибольшее распространение в практике рудничной геологической службы имеет массовая документация горных выработок. В ходе этого вида геологической документации составляют основные первичные геологические документы, отображающие характерные геологические особенности месторождения. Материалы массовой геологической документации являются исходными для составления погоризонтных геологических планов и разрезов.

Массовая геологическая документация горных выработок выполняется техником-геологом или рудничным геологом или, как исключение, коллектором под руководством и постоянным контролем геолога (с этой целью рудничный геолог периодически производит документацию горных выработок сам, во в присутствии коллектора).

Все виды геологической документации (специализированной, детальной и массовой) могут быть представлены или полными развертками (рис. 107), когда зарисовывается забой выработки, обе стенки, почва и кровля, или частичными развертками (рис. 108—110), когда документируются забой и кровля, или стенки и кровля, или забой и обе стенки и т. д.

Полные развертки при документации горных выработок, а также частичные развертки широко применяют при геологическом изучении месторождений, представленных мощными рудными залежами. Частичные развертки (кровля и забой) и зарисовки одной плоскости применяют при геологическом изучении месторождений, представленных жильными и другими телами, мощность которых не превышает сечения горных выработок.

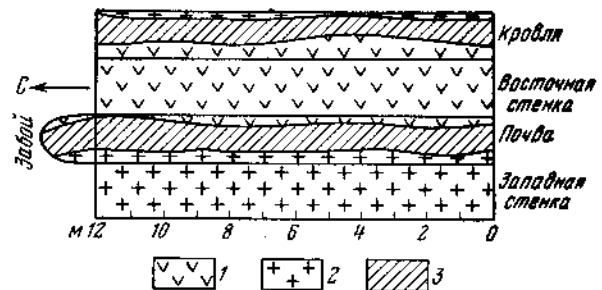


Рис. 107. Пример полной развертки при документации горизонтальной горной выработки.

1 — туфы; 2 — жильные диабазовые порфириды; 3 — зона оруденения

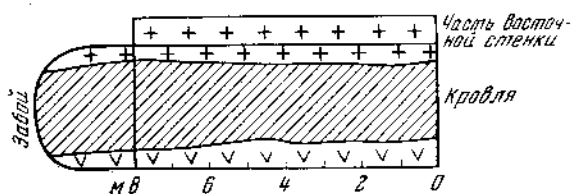


Рис. 108. Пример частичной развертки при документации горизонтальной горной выработки.
Условные обозначения см. на рис. 107

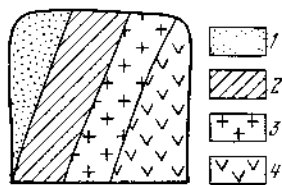


Рис. 109. Пример документации забоя горизонтальной горной выработки.
1 — песчаники; 2 — зона оруденения; 3 — жильный диабаз; 4 — туфы

Перечисленные виды геологической документации должны выполняться вслед за продвижением забоя горной выработки без отставания.

Геологическая документация подземных горных выработок ведется в определенной последовательности:

- подготовка забоя к осмотру — очистка его от пыли и грязи с помощью проволочной метелки или кайла и молотка или сильной струи воды;
- осмотр забоя или другой части горной выработки, подлежащей документации;
- отбор образцов и их просмотр;
- зарисовка забоя, замеры мощностей и элементов залегания рудных тел и вмещающих пород;
- описание забоя;
- привязка зарисовки к маркшейдерской точке;
- этикетирование и усадка проб и образцов.

Для производства геологической документации рудничный геолог должен иметь тесемочную или металлическую рулетку и складной метр для промеров расстояния, горный компас для измерения азимутов отдельных направлений и углов падения руд и пород, геологический молоток с короткой рукояткой, пикетажную книжку, набор простых и цветных карандашей и индивидуальное переносное освещение (карбидную или аккумуляторную лампу). Применение при документации цветных карандашей позволяет геологу применять меньшее количество условных знаков и штрихов.

Документация подземных горных выработок производится в специальных пикетажных книжках, вставляемых в жесткий переплет, например в переплет из алюминиевых пластин. Масштаб документации и размер пикетажных книжек определяются в зависимости от размеров месторождения. Наиболее удобный и широко применяемый размер пикетажных книжек 150 × 200 или 200 × 300 мм. Для отображения геологических данных пользуются условными обозна-

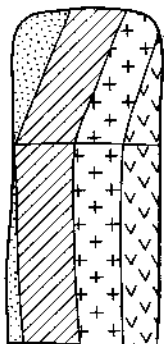


Рис. 110. Пример документации забоя и кровли горизонтальной горной выработки.
Условные обозначения см. на рис. 109

чениями, которые должны быть едиными на весь период деятельности геологической службы. Все подземные выработки, за исключением очистных, имеют небольшие площади обнажения и доступны для проведения геологических наблюдений во всех их частях. В этих выработках геолог имеет возможность без всяких специальных приспособлений произвести детальный осмотр и изучение вскрытых в них элементов геологического строения месторождения.

Иная картина наблюдается в очистных выработках, где площадь обнажения различна и колеблется от десятков до нескольких тысяч квадратных метров. Непосредственные геологические наблюдения различных частей рудного тела, обнаженных в очистном пространстве, в ряде случаев невозможны. Однако это не должно служить причиной для полного отказа от производства систематической геологической документации очистных выработок.

Рассмотрим приемы геологической документации различных подземных горных выработок в зависимости от формы и размеров рудных тел, выделив документацию очистных выработок особо.

Геологическая документация штореков, вскрывающих рудные тела вдоль их простирания, имеет первостепенное значение для геологического изучения многих месторождений. По данным геологической документации шторека можно составить полный горизонтальный разрез маломощного рудного тела и некоторой части вмещающих пород, проследить поведение рудного тела по простиранию, установить взаимоотношения рудного тела с вмещающими породами и распределение в нем полезных компонентов.

В мощных рудных телах, когда штореки проходят в лежачем боку или в центральных частях рудного тела и вскрывают только незначительную часть его мощности, геологическая документация штореков имеет меньшую ценность. Однако в практике геологической службы установлено, что не следует пренебрегать и этими данными.

Все горные выработки независимо от их назначения должны быть своевременно и качественно задокументированы и использованы для геологического изучения месторождения. Например, геологическая документация полевых штореков, проходимых по вмещающим породам лежачего, а иногда и висячего бока рудного тела, представляет ценный материал для изучения петрографического состава вмещающих пород, их метаморфизма и структурных особенностей месторождения.

В штореках, вскрывающих жильные месторождения с крутым углом падения и малой мощностью, документируют забой и кровлю, иногда только забой. В пологопадающих маломощных месторождениях документируют забой и стенки выработки или только одни стенки. В штореках, вскрывающих только часть мощного рудного тела, документируют обычно обе стенки, кровлю и забой, т. е. составляют полную развертку.

Документацию забоев в штореках производят систематически, через определенные интервалы (1, 2, 4 м и более) в зависимости от характера распределения оруденения в месторождении. Наиболее интересные участки рудного тела следует документировать возможно чаще. Документация забоев штореков, как правило, совпадает с местами взятия проб, а в от-

дельных случаях забой документируют и в интервалах между пробами.

Геологическая документация ортов, идущих вкрест простирания месторождения, имеет особенно важное значение для изучения месторождения. По данным документации ортов (а также квершлагов и штолен) можно установить взаимоотношение рудного тела с вмещающими породами, выявить в разных сечениях мощность рудного тела, изучить текстуры и структуры руд; по этим же материалам устанавливается пространственное и количественное распределение отдельных природных и промышленных типов руд.

Документация ортов, вскрывающих полную мощность рудного тела, используется как контрольный материал для проверки построений и выводов из данных первичной геологической документации разведочных скважин. Этот материал является первоисточником для составления погоризонтных геологических планов. Документируют орты систематически, метр за метром, причем зарисовывают или кровлю и обе стенки, или кровлю и одну стенку, или только стенки.

Квершлаг и штольни обычно документируют в виде разветрки — обе стенки и кровлю или только одну стенку и кровлю. Документацию этих выработок следует производить непрерывно, метр за метром, непосредственно за продвижением забоя, так как только в этом случае имеется возможность наблюдать не покрытые еще пылью и грязью или незакрепленные выработки и получать наилучшие результаты при меньшей затрате времени.

Восстающие и гезенки в маломощных рудных залежах проходят, как правило, по восстанию и падению этих залежей. Документация двух противоположных стенок восстающего или гезенка (рис. 111), направленных вкрест простирания залежи, не выходящей за пределы сечения этих выработок, дает по существу сплошной вертикальный разрез рудного тела, отражающий элементы его залегания, мощность, состав руд, взаимоотношение рудного тела с вмещающими породами, соотношение отдельных типов руд и минералов, вертикальную зональность минеральных образований и т. п.

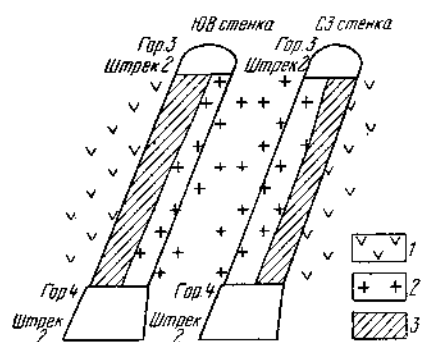


Рис. 111. Пример документации восстающего, вскрывающего маломощное крутопадающее рудное тело.
1 — туфы; 2 — жильные диабазы; 3 — зона оруденения

Рис. 112. Пример проходки восстающих при разработке мощных пологопадающих залежей горизонтальными штреками.

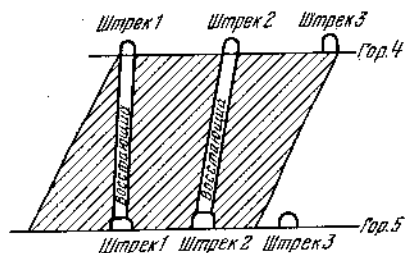


Рис. 112. Пример проходки восстающих при разработке мощных пологопадающих залежей горизонтальными штреками с закладкой (схематический разрез вкрест простирания)

Восстающие и гезенки в мощных рудных залежах проходят чаще всего вертикально, в соответствии с принятой системой разработки; вскрывают они только часть рудного тела. Их документация дает информацию меньшей ценности по сравнению с ортами, так как полученные данные геологических наблюдений при составлении геологических разрезов могут распространяться только на небольшие расстояния (рис. 112). Однако документация нескольких гезенков передко позволяет уточнить контуры и строение рудного тела или рудной толщи.

В пологозалегающих месторождениях вертикально пройденные восстающие вскрывают рудное тело почти по нормальной мощности. Документация этих выработок может явиться ценным материалом для составления детальных геологических разрезов, отражающих все особенности строения рудного тела.

Методика документации восстающих и гезенков зависит от формы и условий залегания месторождения. В восстающих и гезенках, вскрывающих маломощные крутопадающие рудные жилы, объектом документации являются, как указано, две противоположные их стенки, направленные вкрест простирания рудного тела. Документация этих стенок может выполняться как непрерывно; метр за метром, так и через определенные интервалы, зависящие от принятого расстояния для отбора забойных проб.

В восстающих, вскрывающих мощные полого- и крутопадающие рудные тела, объектом документации служит одна или две стенки выработки, ориентированные вкрест простирания рудного тела. В восстающих, вскрывающих полого или почти горизонтально залегающие рудные тела, следует документировать ту стенку выработки, которая имеет направление, параллельное принятому направлению геологических разрезов.

Если восстающий проходит по висячему или лежащему боку мощной полого- или крутопадающей рудной залежки, то объектом документации этой выработки должен быть забой или стенки, ориентированные вкрест простирания рудного тела.

6. Геологическая документация очистных выработок

Основной задачей геологической документации очистных выработок является контроль за полнотой выемки полезного ископаемого и борьба с потерями и разубоживанием, а также уточнение формы рудного тела и распределения в нем полезных компонентов, фиксация тектонических трещин в рудном теле и горнотехнических свойств руды и вмещающих пород.

Материалы геологической документации очистных выработок позволяют вносить соответствующие коррективы и первоначальные представления о форме рудного тела и безрудных в нем участков, а также о распределении полезных компонентов в рудном теле, что особенно важно при планировании и производстве добычных работ. По материалам геолого-маркшейдерской документации очистных выработок производят, кроме того, определение тоннажа добытой руды за соответствующий отчетный период.

Однако полноценная геолого-маркшейдерская документация очистных выработок может быть получена не во всех случаях, так как при некоторых

системах работ геолог не может производить наблюдения во всех частях очистной выработки.

Как отмечалось выше, большое разнообразие систем разработки месторождений не дает возможности разработать единую методику геологических наблюдений и документации очистных выработок; методы их документации различны и зависят в основном от системы разработки месторождения.

Методы документации имеют и некоторые общие черты, к числу которых в первую очередь относится трудность привязки отдельных частей задокументированной поверхности очистной выработки к планам горных работ. В том случае, когда геологическая документация очистных выработок производится на маркшейдерской основе, это затруднение почти исключается. Но поскольку маркшейдерская съемка очистного пространства проводится один раз в декаду или даже в месяц, то геологическая документация может проводиться здесь только в те же сроки. Это не всегда оправдывает себя, так как нередко при производстве очистных работ требуется систематическая документация очистного пространства, следующая непосредственно за отбойкой руды. Поэтому геологическую документацию очистных выработок, там где это возможно, следует выполнять одновременно с опробованием, корректируя ее после проведения маркшейдерской съемки очистного пространства.

Известное затруднение при производстве геологической документации очистных выработок вызывает также неровность документируемой поверхности, что особенно ощутимо при документации больших обнаженных поверхностей. Проектирование геологического содержания документируемой поверхности на горизонтальную, наклонную или вертикальную плоскость влечет за собой искажение нормальной мощности и пространственного положения документируемых элементов. Поэтому рекомендуется выполнять документацию неровных поверхностей очистных выработок отдельными небольшими частями (участками), пространственная увязка которых между собой дает реальное изображение этой поверхности.

Не менее важной особенностью документации очистных выработок является то, что они часто недоступны для непосредственного наблюдения. Геологическая документация и непосредственные наблюдения очистных выработок возможны при применении тех систем при которых отбойка руды производится мелкошпуровым способом. К ним относятся почвоуступная, потолкоуступная и камерно-столбовая системы, вариант потолкоуступных забоев в системе с магазинированием руды, системы с закладкой выработанного пространства, с креплением выработанного пространства, система слоевого обрушения. В этих случаях при документации рудничному геологу часто приходится использовать при наблюдении искусственные опоры, на которых работают бурильщики, — настил на распорной крепи, закладку и т. п., что, конечно, создает некоторые неудобства при документации.

В большинстве случаев, когда отбойка руды производится взрыванием длинных шпуров или миных скважин, нахождение людей в очистном пространстве исключается и геолог не имеет возможности документировать геологические элементы путем непосредственного наблюдения.

Просмотр стенок очистных камер и подготовительных горных выработок чаще всего не приводит к желаемым результатам вследствие запыленности стенок камеры и воздуха в ней. В этих условиях целесообразнее документировать керн и шлам миных скважин, обеспечивая при этом точную маркшейдерскую привязку их положения в пространстве. По данным документации керна и шлама можно уточнить контуры рудного тела, вещественный состав руд, определить полноту выемки балансовых руд. Рассмотренный случай относится в основном к системам разработки подэтажными штреками, к варианту отбойки руды миными скважинами в системах с магазинированием, к системам подэтажного и этажного обрушения и т. д.

Ниже рассмотрены некоторые особенности геологической документации очистных выработок при применении некоторых систем разработки месторождений.

При системе разработки подэтажными штреками документируют подэтажные штреки, проходимые через 7,5—15,0 м, и восстающие; при мощных рудных телах кроме штреков и восстающих документируют также орты, пройденные из этих штреков. Документация всех выработок производится непосредственно за продвижением забоя. По данным геологической документации восстающих, подэтажных штреков и ортов составляют разрезы и послойные планы.

При системе разработки с магазинированием руды документируют кровлю каждого или второго очистного слоя. Документацию можно производить как непрерывно, так и через определенные интервалы (2 или 4 м). По этим данным составляют послойные планы и вертикальные разрезы, вычерчиваемые обычно на листе ватмана стандартного размера.

При системе разработки с закладкой после отбойки каждого слоя руду убирают, а забой закладывают пустой породой, оставляя пространство между кровлей и почвой (закладкой) выработки в 1,8—2,0 м. При этой системе документируют кровлю каждого очистного слоя полностью или по частям. Документация производится непосредственно после отбойки руды либо после закладки очистного пространства. В последнем случае работы по геологической документации могут быть выполнены более качественно и с меньшей затратой времени, так как все части кровли доступны для непосредственного геологического наблюдения.

При системе разработки с распорной крепью документируют или забой очистной выработки, или ее кровлю. Забой документируют через каждые 2—3 м, а кровлю непрерывно, метр за метром, непосредственно за его продвижением. По отработанному горизонту на основании материалов документации очистных выработок можно составить продольные профили в плоскости жилы с изолиниями мощности. Эти профили дают наглядное представление о характере жилы, закономерностях изменения мощности и отдельных ее раздувов.

Приведенные примеры не исчерпывают всех встречающихся в практике методов геологической документации очистных выработок при различных системах разработки месторождений. Разнообразие типов месторождений полезных ископаемых и систем их разработки определяет разнообразие методов геологической документации очистных выработок

Документация обычно сопровождается отбором петрографических и рудных образцов. При этом следует иметь в виду, что образцы из подземных выработок отбираются значительно чаще, чем из открытых, так как документация под землей производится при искусственном, часто недостаточном освещении и требует необходимой корректировки по отобранным и изученным образцам.

Назначение образцов различно — одни из них являются контрольными, другие — служат объектом специального изучения петрографического состава вмещающих пород, а также минерального состава руд, их текстур и структур. Разумеется, одни и те же образцы могут быть использованы как контрольные и как объекты специального изучения.

Рудничный геолог изучает отобранные образцы при дневном освещении, описывает их в специальном журнале и на основе этих наблюдений вносит соответствующие коррективы в зарисовки и описания к ним, сделанные в шахте. Просмотр образцов и их описание осуществляется с помощью карманной или биноклярной лупы. Наиболее характерные образцы руд и вмещающих пород отбирают в систематическую коллекцию, которая хранится в специальных ящиках. Образцы, не подлежащие дальнейшему хранению, после использования уничтожаются. Из числа собранных образцов можно отобрать необходимое количество их для специальных исследований и для музея.

Помимо так называемой систематической коллекции, используемой для выполнения специальных исследований, на руднике должны быть созданы музейная и эталонная коллекции.

Эталонная коллекция должна характеризовать весь комплекс пород и руд месторождения. Сравнивая отбираемые образцы пород и руд с эталонными, рудничный геолог без особых затруднений может правильно определить образцы.

Большое значение для качественной геологической документации горных выработок имеет правильная их нумерация. Поэтому рудничный геолог вместе с маркшейдером еще до проходки горных выработок должны продумать систему нумерации. Нумерация горных выработок должна проводиться по единой системе, но отдельно для каждого их типа.

Эксплуатационные горизонты нумеруются по принципу их последовательности (сверху вниз), например: I горизонт, II горизонт и т. д., или по абсолютной отметке, например: горизонт +150 м, +90 м, +30 м и т. д.

Нумерацию выработок следует начинать от устья основной выработки (шахты, штольни), причем выработки, расположенные по правую сторону от нее, нумеруются четными номерами, а по левую — нечетными. Наименование выработок производится иногда по названиям стран света, например: «Северный штрек», «Восточный орт» и т. д., или по названиям стран света с нумерацией, например: «1-й Западный штрек», «2-й Восточный штрек» и т. д. Восстающие нумеруют по порядку номеров, начиная от устья штрека, например: «Штрек 1, встающий по порядку 5». В эксплуатационных камерах или блоках очистные слои нумеруют последовательно, в порядке их отработки.

Геологические материалы нумеруют в хронологическом порядке. Геологическим пробам из горных выработок и буровых скважин присваи-

вают порядковые номера по мере их отбора, геологическим образцам — номер пробы или самостоятельный порядковый номер.

Зарисовки забоев и отдельных участков выработок нумеруют в хронологическом порядке.

Все геологоразведочные, горнокапитальные горноподготовительные, эксплуатационные и нарезные выработки сразу после их заложения маркшейдер наносит на соответствующие маркшейдерские планы и данные по ним записывает в каталог горных выработок.

7. Применение фотографии для геологической документации горных выработок

Как было отмечено выше, геологическая документация подземных горных выработок в сочетании с их опробованием является важнейшей операцией при производстве геологоразведочных и эксплуатационных работ. Главным требованием, предъявляемым к документации, должна быть объективность и исчерпывающая полнота регистрируемых на зарисовке забоя, кровли или стенок горных выработок наблюдаемых фактов. Однако этим качеством даже самая совершенная зарисовка участка горной выработки в подавляющем большинстве не соответствует, что объясняется недостаточностью освещенности наблюдаемого объекта, организационно-техническими условиями выполнения работ, недостатком времени, уровнем квалификации исполнителя работ и его субъективными особенностями. В силу изложенных причин «ручная» документация горных выработок как правило, весьма схематична и лишь в далеком приближении отражает объективное геологическое строение наблюдаемого объекта.

Разработанный в ЦНИГРИ Н. И. Фурсиным и Г. П. Воларовичем метод геологической фотодокументации горных выработок позволяет устранить вышеотмеченные недостатки «ручной» документации, значительно повысить качество первичных геологических материалов, на которых основывается геометризация рудных тел и подсчет запасов. При геологической фотодокументации качество первичных геологических зарисовок и их объективность может быть значительно повышена.

Применяемые в настоящее время методы геологической документации горных выработок основаны на зарисовках «вручную» визуальных наблюдений геологов различной квалификации. Для получения геологической документации высокого качества даже опытным специалистам-геологам приходится тратить много времени и труда. Вместе с тем даже хорошо выполненная геологическая документация в виде зарисовки забоев или кровли и стенок горных выработок носит субъективный характер и не всегда отражает реальную картину документируемого объекта. Большие затруднения организационного и технического характера, возникающие при геологической документации подземных горных выработок, особенно при скоростных методах их проходки еще в большей степени осложняют эту весьма ответственную работу. Существенное влияние на качество и достоверность документации оказывает освещенность документируемого объекта и его доступность для наблюдений.

Метод геологической фотодокументации горных выработок позволяет получать материал, обеспечивающий объективное отображение многи

важных элементов геологического строения документируемого объекта. Фотографическое изображение геологических объектов отличается высокой детальностью и точностью размерных соотношений элементов фотоизображения. На фотоснимках отображается не только геометрическое расположение геологических тел, но и детали их внутреннего строения. Их изображение обычными зарисовками требует значительной затраты времени и не обеспечивает нужной детальности и достоверности документации. Кроме того, при геологической документации общепринятыми методами многие детали тектоники, состава пород и руд не всегда могут быть отображены на зарисовке. Геологическая фотодокументация горных выработок исключает эти недостатки и позволяет получать и сохранять в течение длительного времени объективное отображение сфотографированного объекта. При этом полученные фотографии в любое время могут быть использованы для последующего изучения при разведке и эксплуатации аналогичных месторождений.

Наиболее достоверное отображение исследуемого объекта дает метод стереоскопической фотодокументации, позволяющий под стереоскопом объемно воспринимать этот объект. Кроме того, при стереоскопической фотодокументации на фотографии отражены детали геологического строения документируемого объекта, которые остаются незамеченными на плоской фотографии вследствие малой величины контраста снимаемых объектов.

При правильно поставленной геологической фотодокументации, сопровождающейся описанием документируемого объекта, отбором образцов руд и пород и частичной предварительной расшифровкой объекта съемки, геологическое дешифрирование стереопар может быть выполнено очень точно, что обеспечивает успешное изучение геологических особенностей снимаемого объекта. Стереоскопическая фотодокументация позволяет составить геологическую картотеку фотоснимков последовательной усадки забоев. По материалам фотодокументации кровли горных выработок может быть составлен геологический фотоплан, а при фотодокументации стенок горных выработок — геологические фоторазрезы. С помощью стереоскопической фотодокументации можно зафиксировать места взятия бороздовых проб и контроль качества выбитой борозды.

Разумеется, что успешное применение рудничными геологами геологической фотодокументации возможно лишь в том случае, если они в совершенстве владеют необходимыми навыками масштабной фотографии.

Для фотографирования в подземных горных выработках Н. И. Фурсин рекомендует применять:

- зеркальную стереоскопическую фотокамеру «Спутник»;
- импульсную газоразрядную лампу-вспышку типа «Луч-61» или «Луч-59»;
- оптический дальномер к фотоаппарату «Смена»;
- тесемочную рулетку, складной штатив, масштабную линейку, уровень сферический или цилиндрический;
- приборы, аппаратуру и фотопринадлежности.

При геологической фотодокументации необходимо знать масштаб изображения. Последний обычно определяется с помощью масштабной линейки, которая фотографируется совместно с объектом съемки. Отноше-

ние длины масштабной мерки на изображении к ее длине в натуре дает масштаб изображения. Масштабная мерка (линейка) должна устанавливаться параллельно фокальной плоскости фотоаппарата. Допустимые отклонения не должны превышать 5°. Если объект съемки труднодоступен для установки масштабной линейки, можно ограничить измерением расстояния до центральной части фотографируемого объекта с помощью оптического дальномера от фотоаппарата «Смена». При геологической фотодокументации необходимо также знать, на каком расстоянии следует снимать тот или иной объект известных размеров, в противном случае изображение может выйти за пределы кадра или получиться слишком мелким.

Для подземной геологической фотодокументации можно использовать негативную пленку нормальной контрастности. Существенным фактором при выборе негативного фотоматериала является светочувствительность. Поскольку подземные объекты фотографирования обычно темновыцветные и отличаются малой отражательной способностью, то для съемки должны использоваться фотопленки высокой светочувствительности, но не свыше 130 ед. по ГОСТу. В отдельных случаях можно фотографировать на пленке с высшей и наивысшей светочувствительностью.

Фотографирование забоя лучше всего следует осуществлять непосредственно перед бурением шпуров, так как к этому времени забой освобождается от взорванной горнорудной массы и становится доступным для промывки от пыли, грязи и мелких частиц породы. Затем в центре забоя и на высоте фотографирования устанавливается в отвесном положении масштабная линейка. Следующей операцией является установление промерной рулетки расстояния от плоскости масштабной линейки до плоскости объектива фотоаппарата. Точка фотографирования должна располагаться строго на середине между стенками выработки, и ее привязывают к ближайшей маркшейдерской точке.

В пикетажную книжку необходимо записать данные привязки к маркшейдерской точке, значения расстояний от середины масштабной мерки и от точки фотографирования до левой и правой стенок горных выработок, высоту от подошвы забоя до середины масштабной мерки и высоту фотографирования от почвы выработки до объектов фотоаппарата, сорт и чувствительность фотопленки, диафрагму объектива, тип фотоаппарата и объектива, расстояние съемки, энергию вспышки и другие параметры. Анализ перечисленных данных позволит выбрать наиболее рациональный режим и условия фотографирования. Фотографирование забоя необходимо производить систематически, по мере его продвижения с интервалом 1,0—1,5 м.

Фотографирование кровли можно производить непрерывно, что достигается съемкой через определенные равномерные интервалы. Если кровлю фотографируют во всю ее ширину (2,4 м), между точками стоянок фотоаппарата по ширине выработки интервал должен быть 1,2 м. В этом случае перекрытие фотоснимков составит около 20 см. По отношению к горизонту фотоаппарат устанавливается с помощью уровня. Фотографирование кровли может производиться как непосредственно за проходкой забоя, так и с некоторым отставанием от него, если позволяют условия.

Фотографированию кровли предшествуют проложение линии съемки и разбивка на ней точек стоянок фотоаппарата через заранее рассчитанный интервал. В качестве линии съемки может быть использована мерная рулетка, а ее деления через определенный интервал могут служить точками стоянок фотоаппарата. Кровлю рекомендуется фотографировать со штатива с шаровой головкой, используя фотопленку чувствительностью 130 ед. ГОСТа. Энергия вспышки при съемке должна быть не менее 100 дж, диафрагма — 22.

Фотографирование стенок горных выработок вследствие небольшого расстояния между выработками сопряжено с некоторыми трудностями. По этой причине не представляется возможным получать изображение стенки во всю высоту с одной точки съемки. Для получения изображения стенки выработки размером $2,4 \times 2,4$ м с расстояния 2,0 м необходим специальный фотоаппарат, снабженный объективом с углом изображения по стороне кадра не менее 85° , фокусным расстоянием 30 мм. Существующими моделями фотоаппаратов фотографирование стенок горных выработок возможно лишь при фотографировании с двух точек, расположенных друг над другом. При документации обеих стенок горной выработки точки фотосъемки необходимо располагать по линиям съемки, проложенным у стенок друг против друга. В случае необходимости фотосъемку стенок целесообразно дополнить фотографированием кровли.

Стереоскопические фотоснимки изучаются под стереоскопом. Для предварительного изучения предназначаются контактные стереопары размером $5,5 \times 5,5$ см каждая, которые просматриваются в малом линзовом стереоскопе. Необходимо иметь в виду, что стереопары размером $5,5 \times 5,5$ см являются основным материалом геологической фотодокументации. Для более оперативного пользования этими фотоматериалами на обратной их стороне должны быть указаны данные, позволяющие найти их негативы, определить место и время съемки, масштаб изображения и др. Детальное изучение стереоизображений проводится под большим зеркально-линзовым стереоскопом на снимках, увеличенных до 11×11 см. На правых снимках увеличенных стереопар наносят тушью результаты дешифрирования. Одновременно дополняется описание изучаемого объекта. После дешифрирования снимка с последнего снимается на восковку зарисовка сфотографированной части горной выработки в масштабе фотоснимка. При копировании зарисовки прежде всего необходимо вычертить рамку по обводу белого контакта на отпечатке для совмещения зарисовки с фотоснимком. При монтаже фотопланов снимки приклеиваются к плотной чертежной бумаге. Смежные снимки совмещаются по характерным деталям, идентичным на каждом снимке.

Совмещение фотоснимков лучше всего проверять на светостоле. По материалам фотодокументации стенок горных выработок можно также смонтировать геологический фоторазрез, хотя эта операция и сопряжена с некоторыми трудностями.

Следует отметить, что применение метода стереоскопической съемки при геологической документации горных выработок позволяет получить обширную информацию по исследуемому объекту. Благодаря объемному восприятию изображения, объективности и точности фотодокументации

представляется возможным значительно повысить научное содержание геологической документации горных выработок и производительность труда.

8. Составление и пополнение сводных планов и разрезов

В процессе разведки и эксплуатации месторождения рудничный геолог собирает большое количество разрозненных геологических материалов, для практического использования которых требуется их анализ и систематизация. Последняя преследует цель графического изображения представлений геолога о пространственном положении, форме и качестве рудных тел, а также о распределении полезных компонентов в рудном теле.

Обобщенные материалы геологической документации горных выработок и разведочных скважин являются основой для решения практических задач геологической службы, а также для различных теоретических выводов.

Рудничный геолог, имея в своем распоряжении сводные геологические материалы по месторождению (погоризонтные планы, геологические разрезы и т. п.), более уверенно может решать вопросы о направлении дальнейших геологоразведочных и эксплуатационных работ.

Исходными материалами для составления сводной геологической графики являются маркшейдерские погоризонтные планы горных выработок и вертикальные разрезы вквост простирания рудного тела в масштабе от 1 : 100 до 1 : 500 для мелких и средних и от 1 : 500 до 1 : 2000 для средних и крупных месторождений. Методика составления погоризонтных геологических планов довольно проста и сводится к перенесению зарисовок отдельных горных выработок на маркшейдерский план.

Между документированными выработками, нанесенными на погоризонтный план, имеются участки, недоступные для геологической документации (рис. 113). Однако это не должно служить препятствием для создания полноценного геологического плана в плоскости соответствующего горизонта, так как, пользуясь методом интерполяции между соседними выработками и частичной экстраполяцией, можно составить достаточно достоверную картину геологического строения этого участка месторождения. Геологические планы составляют

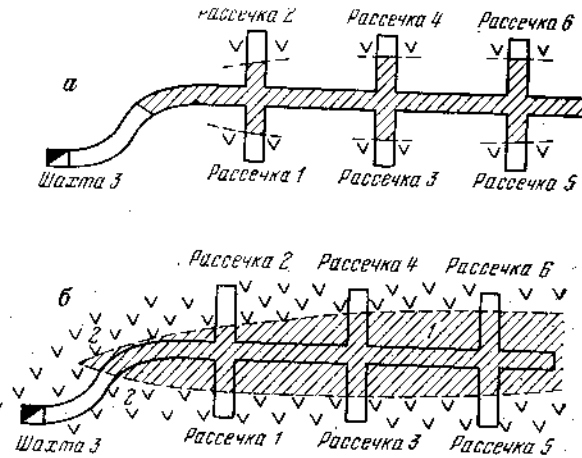


Рис. 113. Погоризонтный план участка месторождения, геологическое строение которого установлено методом интерполяции.

а — начальная стадия составления плана по фактическим материалам; б — окончательный план с данными, интерполированными, — туфы, 2 — руда.

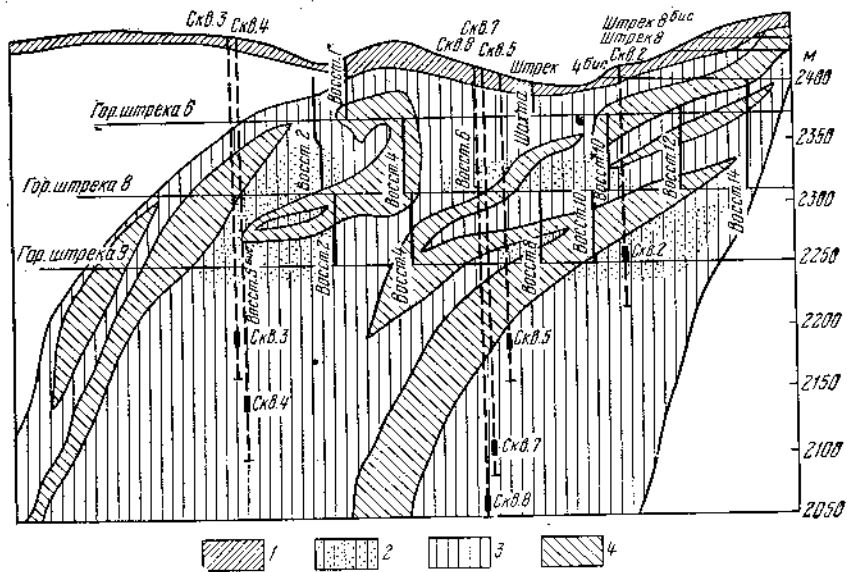


Рис. 114. Проекция рудного столба на вертикальную плоскость.
 1 — зона окисления; 2 — участки рудного тела с кондиционным содержанием кобальта; 3 — участки рудного тела с некондиционным содержанием кобальта; 4 — участки рудного тела с высоким содержанием кобальта

для каждого горизонта, вскрытого по простиранию разведочными или эксплуатационными выработками. Расстояния между отдельными эксплуатационными горизонтами различны и колеблются от 30 до 70 м и более. Такие же планы составляют для всех подэтажей, на которых ведутся горные работы или проходят минные скважины.

Метод составления вертикальных разрезов аналогичен методу составления погоризонтных геологических планов. Вертикальные разрезы составляют по данным документации горных выработок, вскрывающих месторождение вкрест его простирания, а также по данным буровой разведки.

Расстояния между вертикальными разрезами различны и колеблются от 10—12 до 150—200 м. Для большинства полиметаллических месторождений, месторождений медноколчеданных руд и руд редких металлов расстояния между вертикальными разрезами не превышают 50—60 м.

Помимо вертикальных разрезов вкрест простирания составляют продольные разрезы и проекции рудных тел на вертикальную, наклонную или горизонтальную плоскость.

Для жильных месторождений, а также для линз и линзообразных тел большое значение имеют продольные проекции, на которых наглядно представлено пространственное расположение и склонение рудных столбов, глубина их распространения, зональное распространение оруднения и локализация наиболее обогащенных участков (рис. 114). Кроме того, на продольную проекцию наносят горные выработки и контуры блоков

с запасами различных категорий. Очень важно, чтобы все погоризонтные планы, вертикальные и продольные разрезы были увязаны как между собой, так и с геологией поверхности. Составление сводных планов и разрезов необходимо поручать только квалифицированному инженеру-геологу, хорошо знающему месторождение.

Сводные погоризонтные планы и разрезы составляют на стандартных листах ватманской бумаги. Один экземпляр их хранится в геолого-маркшейдерском бюро, второй — на руднике. Иногда составляют еще один экземпляр, который хранится в специальном фонде, если таковой имеется на предприятии.

На всех планах и разрезах должны быть нанесены все горные выработки и буровые скважины, указаны номера горизонтов и их абсолютные отметки, номера геологических профилей и координаты. В нижнем правом углу листа в специальном штампе указывают наименование предприятия, рудника, участка, чертежа, номер листа, масштаб, фамилии составителя и руководителя, дату составления.

На сводных планах и разрезах геологические элементы закрашивают цветными карандашами или красками, а горные выработки и тектонические нарушения наносят тушью.

Сводные погоризонтные планы и вертикальные разрезы должны ежемесячно пополняться новыми геологическими данными, полученными в результате проведения геологоразведочных и эксплуатационных работ.

Глава XXIV

ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. Основные задачи гидрогеологического обслуживания горнодобывающих предприятий

Гидрогеологическое обслуживание горнодобывающих предприятий позволяет получить более полные сведения о распространении, условиях залегания, питания, фильтрационных свойствах и режиме водоносных горизонтов и поведении пород при вскрытии и эксплуатации месторождения. Вновь полученные данные позволят своевременно проводить комплекс мероприятий по планомерному осуществлению горных выработок и предупреждению их обводнения, которое может возникнуть в процессе эксплуатации месторождения.

Главной целью гидрогеологического обслуживания горнодобывающих предприятий является своевременное их обеспечение материалами, необходимыми для обоснования и проведения технической и экономической рациональной эксплуатации месторождения. Гидрогеологические наблюдения должны способствовать безопасному проведению всех видов горных работ.

Основными задачами гидрогеологической службы горнодобывающего предприятия является:

- гидрогеологические и инженерно-геологические наблюдения и исследования;
 - прогноз возможных изменений гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождения в процессе его эксплуатации, а также возможных водопритоков в горные выработки;
 - разработка и обоснование мероприятий по борьбе с поверхностными и подземными водопритоками;
 - прогноз изменения химического состава подземных (шахтных) вод и возможности вредного влияния их на горное оборудование;
 - определение возможности использования шахтных вод для водоснабжения;
 - разработка мероприятий по охране источников водоснабжения от истощения вследствие влияния эксплуатации месторождения;
 - изучение гидрохимических особенностей месторождения с целью выявления новых параллельных или слепых рудных тел;
 - определение параметров устойчивости полезного ископаемого и вмещающих пород;
 - исследование возможного влияния используемых систем разработки месторождения на его гидрогеологические и инженерно-геологические особенности;
 - анализ и обобщение материалов по гидрогеологии и инженерной геологии эксплуатируемого месторождения и разработка мероприятий по рационализации методов гидрогеологических и дренажных работ.
- Для выполнения выше отмеченных задач в штате геологического отдела горнодобывающего предприятия необходимо иметь специалистов соответствующего профиля. Гидрогеологические наблюдения должны проводиться в соответствии с Инструкцией по гидрогеологическому обслуживанию горнодобывающего предприятия, утверждаемой руководством этого предприятия или вышестоящей организацией.

2. Проведение гидрогеологических наблюдений на действующем руднике

В целях осуществления выше отмеченных задач работники гидрогеологической службы проводят систематические исследования и наблюдения в горных выработках и на поверхности месторождения за режимом поверхностных и подземных вод и физико-геологическими явлениями в пределах шахтного поля.

Гидрогеология месторождения первоначально изучается в ходе геологоразведочных работ одновременно с изучением геологического его строения. В геологическом отчете с подсчетом запасов, представляемом в ГНЗ, вопросам гидрогеологической характеристики месторождения отводится специальная глава, в которой дается описание всех водоносных горизонтов и их состава, устанавливаются статические уровни вод, гидро-статические напоры, коэффициенты фильтрации вод в различных породах и т. п. и, наконец, вычисляются возможные притоки вод в момент вскрытия месторождения и при развитии работ на нем.

Таким образом, рудничный геолог или гидрогеолог еще до начала подготовки месторождения к эксплуатации располагает необходимой информацией по гидрогеологической характеристике месторождения. Однако на этом не заканчивается изучение гидрогеологии месторождения, оно должно продолжаться, как и изучение геологии месторождения, в процессе его эксплуатации, поскольку в процессе разведки все выводы и заключения по гидрогеологии месторождения делаются на основании ограниченных и не вполне достоверных данных. Это относится и к расчетам ожидаемых притоков вод.

Можно привести многочисленные примеры, когда вычисленные цифры ожидаемых притоков вод в горные выработки оказались заниженными или завышенными в несколько раз, когда не были учтены отдельные обводненные зоны и т. д. Так, проходка ствола шахты Первомайской на Покровском железорудном руднике проектировалась при притоке $50 \text{ м}^3/\text{ч}$, в действительности же приток достигал $450 \text{ м}^3/\text{ч}$, что вызвало значительное увеличение сроков строительства шахты. Разработка Полуночного марганцевого месторождения по проекту должна была производиться при незначительных притоках воды, но в действительности, была встречена обводненная тектоническая зона, вода из которой затопила все горные выработки.

Таким образом, гидрогеологические наблюдения и соответствующая документация должны начинаться уже при вскрытии месторождения и продолжаться на протяжении всего периода его эксплуатации.

В начальный период, перед организацией систематических гидрогеологических наблюдений, рудничный геолог или гидрогеолог обязан собрать и образовать все геологические, гидрогеологические материалы по району и участку месторождения. Это позволит выяснить гидрогеологические особенности месторождения и наметить пути борьбы с рудничными водами. Как показывает опыт, эффективная борьба с подземными водами может быть обеспечена только при условии хорошей организации гидрогеологической службы.

Рудничный геолог или гидрогеолог должен обеспечить систематические гидрогеологические наблюдения при проходке разведочных, капитальных, подготовительных и эксплуатационных выработок. При проходке шахтных стволов рудничный геолог должен точно определить водоприток из каждого пересекаемого водоносного горизонта. Эти данные заносятся в специальные журналы гидрогеологических наблюдений.

При проходке горноподготовительных и очистных выработок имеется возможность изучить характер и степень трещиноватости и водоносности вмещающих пород, а также степень водоносности рудного тела. Благодаря тщательной документации горноподготовительных и очистных выработок можно установить основное направление трещиноватости вмещающих пород, выделить тектоническую трещиноватость, изучить характер пустот различного происхождения.

Результаты изучения режима подземных вод в горных выработках могут быть более полноценными, чем результаты, полученные при специальных гидрогеологических исследованиях, так как в горных выработках имеется возможность непосредственно наблюдать за условиями движения

вод в водоносных горизонтах, изменением напоров при вскрытии их горными выработками на различных глубинах.

Следует отметить, что сложные гидрогеологические условия, требующие организации специальной гидрогеологической службы и постоянных гидрогеологических наблюдений, имеются не на всех рудниках. Ряд месторождений залегает выше уровня грунтовых вод или вблизи от этого уровня, гидрогеологические условия здесь являются простыми и при их разработке не приходится иметь дело с грунтовыми водами.

Ниже дается классификация месторождений по гидрогеологическим условиям, из которой видно, что эти условия могут быть весьма различными, от самых простых до наиболее сложных.

3. Группировка месторождений по гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия месторождений твердых полезных ископаемых весьма разнообразны и зависят от многочисленных факторов. Основными факторами, влияющими на обводненность месторождения или инженерно-геологические условия его эксплуатации, являются:

- наличие на месторождении или вблизи его границ поверхностных водотоков или водоемов;
 - мощность и литологический состав пород, напоры воды на кровлю пласта, взаимосвязь водоносных горизонтов;
 - напоры подземных вод на почву пласта или на нижние горизонты разработок полезного ископаемого;
 - физико-механические свойства песчано-глинистых пород, степень трещиноватости и тектонической нарушенности вмещающих пород и полезного ископаемого, наличие или отсутствие закарстованности в рудном теле и во вмещающих породах;
 - степень изоляции полезного ископаемого водоупорными слоями;
 - характер современного и погребенного рельефа;
 - принятая система разработки месторождения;
 - положение месторождения по отношению к местному базису эрозии и отдельным водоносным горизонтам;
 - положение месторождения по отношению к поверхностным водоемам и водотокам, связь последних с водоносными горизонтами и сильно трещиноватыми тектоническими зонами и карстами;
 - физико-географические условия района, определяющие возможность накопления подземных вод;
 - наличие многолетней мерзлоты или таликов (немерзлой породы), положение месторождения по отношению к мерзлотному массиву и т. п.
- Естественно, что при таком разнообразии факторов разработка компактной и удовлетворительной группировки месторождений по гидрогеологическим условиям весьма затруднительна.

Разработкой такой группировки в последние годы занимались многие советские гидрогеологи. По степени сложности и трудности промышленного освоения месторождения подразделяются на четыре группы.

Группа I — месторождения с простыми гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями.

Группа II — месторождения с гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями средней сложности.

Группа III — месторождения со сложными гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями.

Группа IV — месторождения с очень сложными гидрогеологическими и инженерно-геологическими условиями.

Месторождения группы I характеризуются следующими природными факторами:

- месторождения залегают выше местного базиса эрозии;
- месторождения залегают ниже местного базиса эрозии, но физико-географические и геолого-тектонические условия не благоприятствуют интенсивному питанию и накоплению подземных вод;
- водопритоки в шахту или карьер не превышают 100—200 м³/ч;
- породы в горных выработках устойчивы;
- месторождения не требуют специальных осушительных мероприятий (Печенга, Коунрадское и др.).

Для месторождений группы II характерны следующие природные факторы:

- месторождения расположены ниже местного базиса эрозии;
- геолого-тектонические и физико-географические условия благоприятствуют питанию подземных вод;
- с поверхностными водотоками и водоемами водоносные горизонты месторождения связи не имеют;
- рудовмещающие породы обычно перекрыты рыхлыми образованиями различной мощности (до 15 м), которые в откосах карьеров подвергаются разрушению;
- приток воды в шахту или карьер колеблется от 200 до 500 м³/ч, в связи с чем иногда необходимо проведение комплекса мероприятий по предварительному осушению или снижению напора подземных вод (Алашаевское, Березовское и др.).

Характерными природными факторами для месторождений группы III являются следующие:

- геолого-тектонические и физико-географические факторы весьма благоприятны для накопления значительных запасов подземных вод, локализующихся в рыхлых образованиях;
- поверхностные водотоки и водоемы расположены вблизи шахты или карьера;
- притоки воды в горные выработки достигают 500—1000 м³/ч;
- рудовмещающие породы весьма неустойчивы и характеризуются слабой водоотдачей, в связи с чем до вскрытия и эксплуатации месторождения требуется проведение предварительных мероприятий по осушению или снижению напора подземных вод.

Для месторождений группы IV характерны следующие природные факторы:

- рудовмещающие породы перекрыты мощной толщей рыхлых образований, обильно насыщенных водой;

- водосемы и водотоки расположены вблизи шахтного поля;
- притоки воды в горные выработки колеблются от 1000 до 2000 м³/ч;
- перед началом горных работ требуется проведение большого объема работ по осушению или снижению напора подземных вод.

По степени сложности гидрогеологических условий в каждой из выше отмеченных четырех групп выделяются типы месторождений с простыми, сложными и очень сложными гидрогеологическими условиями. Ниже приводится краткая характеристика выше отмеченных типов месторождений и отдельных их подтипов.

Месторождения группы I приурочены к песчано-глинистому несцементированному комплексу пород. К этой группе относятся многочисленные месторождения бурого угля (Урал, Украина, Подмосковский бассейн), марганцевых руд (Никополь, Урал), россыльные месторождения золота, платины и других металлов, месторождения огнеупорных глин, кварцевых песков, трепела, фосфоритов, бурых железняков (Урал, Тула, Липецк) и др. Многие из этих месторождений залегают на относительно небольшой глубине и разрабатываются открытым способом, часть месторождений разрабатывается подземным способом. Месторождения рассматриваемой группы подразделяются на три типа.

Тип Ia. К этому типу относятся месторождения с простыми гидрогеологическими условиями, которые определяются залеганием полезного ископаемого выше местного базиса эрозии или физико-географической обстановкой, не способствующей накоплению подземных вод; тектонические нарушения и карсты отсутствуют, поверхностных водосемов и водотоков вблизи месторождений нет.

При разработке таких месторождений открытым способом водоотлив или не требуется, или он применяется лишь для откачки накапливающихся в карьере атмосферных осадков и небольших притоков грунтовых вод из маломощных водоносных горизонтов, покрывающих месторождение, или из почвы карьера. Образование устойчивых откосов в карьере затруднений не вызывает. При подземной разработке месторождений гидростатический напор в горных выработках не превышает 5—10 м, а общий приток воды в шахту — 100 м³/ч.

Предварительное водопонижение в этих условиях не требуется, специальная гидрогеологическая служба на руднике не организуется.

Гидрогеологическая документация проводится работниками геологической службы и ограничивается регистрацией сбрасываемых рудником вод (по учету времени работы насосов) и простейшими наблюдениями.

Тип Ib. К этому типу относятся месторождения со сложными гидрогеологическими условиями, зависящими от залегания полезного ископаемого значительно ниже уровня подземных вод и от физико-географической обстановки, благоприятствующей пополнению запасов подземных вод; в ряде случаев в толще пород всякого бока имеются обводненные пески, иногда тектонически нарушенные зоны или карсты, но не связанные с поверхностными водотоками и водосемами.

Обводненность этих месторождений значительная и в условиях карьерной разработки приходится применять мощные водоотливные средства для создания устойчивых откосов в карьере и во избежание в нем ополз-

невых явлений часто ведется углубка карьера с опережением водопонижения.

При подземной разработке таких месторождений гидростатическое давление достигает 5—7 кгс/см², а приток воды в шахту — 200—300 м³/ч и более.

При наличии тектонически нарушенных зон в пределах их могут создаваться условия, способствующие прорыву воды в горные выработки. Такой прорыв имел, например, место на Полуночном марганцевом руднике в 1948 г. Приток воды в шахту в момент прорыва достигал 3000 м³/ч, а в дальнейшем установился на уровне 500 м³/ч. Для нормальной работы рудника пришлось проводить водопонижение. Был создан цех водопонижения, который бурил скважины диаметром до 300 мм; для откачки воды применялись глубинные насосы АТН-10 и АТН-6. Через два года водопонижение составило 60 м, что дало возможность вести эксплуатационные работы в нормальных условиях. На глубине 80 м, с которой ведется откачка воды из скважин, приток воды в настоящее время достигает 300 м³/ч.

Тип Iv. Месторождения этого типа находятся в аналогичных с типом Ib гидрогеологических условиях, усложняемых наличием вблизи от месторождений водотоков или водосемов, связанных с водоносными горизонтами месторождения или с тектоническими зонами.

При разработке таких месторождений приходится иметь дополнительно значительную мощность водоотливных установок в карьере или шахте, а в ряде случаев осуществлять специальные мероприятия по изоляции водосемов от просачивания или прорыва воды в карьер. Притоки воды в шахте при отсутствии специальных мероприятий могут достигать 500—800 м³/ч и более.

В таких условиях находится, например, участок «Тягун» Зырянского железного рудника Алапаевской группы месторождений железных руд. Здесь доказана связь грунтовых вод участка с протекающей поблизости р. Нейвой. Для исключения возможности попадания речных вод в горные выработки на этом участке запроектирована проходка скважин, оборудованных глубинными насосами. Вдоль этой линии будет создана дополнительная депрессионная воронка и воды, поступающие со стороны реки, будут перехвачены этими скважинами.

Естественно, что при разработке месторождений со сложными и особенно сложными гидрогеологическими условиями на рудниках должна быть создана специальная гидрогеологическая служба, осуществляющая водопонижение, регистрирующая уровни грунтовых вод в различных пунктах месторождения и развитие депрессионной воронки, а также все допритоки в различных выработках и т. п. При отсутствии специального гидрогеологического аппарата в составе геологической службы должен быть опытный гидрогеолог, под руководством которого и при его участии должны проводиться все гидрогеологические наблюдения и специальные работы.

Месторождения группы II приурочены к скальному или полускальному комплексу пород. К этой группе относятся многочисленные месторождения железных руд (Кривой Рог, Урал, Сибирь), угля (Донбасс, Кузбасс, Урал), цветных и редких металлов, строительного камня и др.

Месторождения обычно залегают на различной глубине, часть из них залегает на относительно небольшой глубине или даже выходит на поверхность и разрабатывается или может разрабатываться открытым способом.

Водообильность этой группы месторождений зависит от степени трещиноватости и тектонической раздробленности пород и размеров областей распространения и условий питания водоносных горизонтов и размеров трещинных тектонических зон.

Тип IIa. К этому типу относятся месторождения с простыми гидрогеологическими условиями, зависящими от физико-географических условий, неблагоприятствующих накоплению подземных вод, от отсутствия вблизи месторождения крупных водотоков и водоемов и пересекающих их крупных тектонических нарушений. Месторождения этого типа часто развиты на мелкие блоки с ограниченными областями питания водоносных горизонтов.

В условиях карьерной разработки для таких месторождений характерны небольшие притоки вод, обычно довольно быстро дренируемых; первоначальный приток при углубке карьера на новый горизонт сравнительно быстро снижается до незначительных размеров.

При подземной разработке месторождений, находящихся в указанных гидрогеологических условиях, приток воды в шахту не превышает $100 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Тип IIб. Месторождения этого типа характеризуются сложными гидрогеологическими условиями, обусловленными физико-географической обстановкой, благоприятствующей питанию водоносных горизонтов, развитых на месторождении. В ряде случаев рудовмещающая толща включает водоносные пески или трещиноватые карбонатные породы, а также крупные водообильные тектонические зоны.

Обводненность таких месторождений значительная, при вскрытии новых горизонтов в карьере или шахте водопритоки весьма значительные, в ряде случаев в несколько раз превышающие нормальные, которые устанавливаются по истечении того или иного отрезка времени.

Примером месторождений этого типа является Высокогорское железорудное месторождение. В 1952 г. нижней площадкой Высокогорского карьера являлась площадка с абсолютной отметкой $+130 \text{ м}$ (глубина 90 м). Приток воды в карьер из трещиноватых известняков лежащего бока составлял $200-250 \text{ м}^3/\text{ч}$. Для дальнейшей углубки карьера в известняках были пройдены дренажные скважины, которые вскрыли новые водообильные системы трещин. Уровень депрессионной воронки в области карьера повысился, скважины начали фонтанировать и общий приток в карьер повысился до $900 \text{ м}^3/\text{ч}$. По мере откачки вековых запасов воды приток постепенно снизился и достиг $500 \text{ м}^3/\text{ч}$; на этом уровне он остается и по настоящее время, хотя карьер дополнительно углублен на 20 м .

Совершенно очевидно, что при разработке месторождений данного типа необходимо постоянно следить за развитием и изменением депрессионной воронки и вести другие основные гидрогеологические наблюдения, для чего на руднике должна быть организована гидрогеологическая служба.

Тип IIв. Месторождения этого типа отличаются от месторождений типа IIб наличием крупных водотоков или водоемов, в той или иной мере

сообщающихся с водоносными горизонтами или с зонами тектонических нарушений. Водообильность таких месторождений весьма значительна. При вскрытии новыми эксплуатационными горизонтами трещиноватых зон здесь также значительно увеличивается приток воды, в связи с чем подготовка новых горизонтов к эксплуатации должна проводиться с необходимой осторожностью при наличии резервных водоотливных средств.

Приток воды в шахту может достигать на месторождениях этого типа $500-600 \text{ м}^3/\text{ч}$ и более.

Месторождения группы III залегают в карбонатных породах, характеризующихся значительной закарстованностью. К этой группе относятся месторождения различных полезных ископаемых — бокситов, никелевых руд, угля (Кизеловский бассейн), гипса, горючих сланцев (Прибалтика) и др., обводненность которых связана с сильно трещиноватыми и закарстованными известняками и доломитами.

Тип IIIa. Сравнительно несложные гидрогеологические условия месторождений этого типа обусловлены, по-первых, залеганием их выше или вблизи от местного базиса эрозии, во-вторых, физико-географической обстановкой, не благоприятствующей пополнению запасов подземных вод. Благодаря отмеченным особенностям первоначальная обводненность месторождений, если она имела место, сравнительно быстро снижается и разработка их осуществляется при ограниченном использовании водоотливных средств. Максимальный возможный приток воды в шахту при разработке месторождений этого типа составляет $150 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Тип IIIб. Сложные гидрогеологические условия месторождений этого типа обусловлены значительным гидростатическим давлением карстовых вод. При разработке месторождений имеют место значительные притоки вод, часто неупорядоченно повышающиеся при вскрытии новых карстовых зон. В связи с этим при разработке необходимо иметь значительный резерв мощности водоотливных установок.

Тип IIIв. Весьма сложные гидрогеологические условия месторождений этого типа обусловлены залеганием их значительно ниже местного базиса эрозии, среди мощной толщи водоносных закарстованных карбонатных пород. Физико-географическая и геолого-тектоническая обстановка благоприятствует усиленному питанию подземных вод, в пределах месторождения имеются крупные поверхностные водотоки, водоемы и суходолы, область питания известняков характеризуется значительными размерами. На месторождениях развиты крупные тектонические нарушения. Отмеченные особенности месторождений обусловили весьма интенсивную обводненность месторождений, в связи с чем необходимо проводить постоянный специальный надзор за гидрогеологическими условиями и водопритоками в горные выработки. Приток воды в шахту может достигать в условиях этих месторождений $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$.

К группе IV относятся месторождения, залегающие в зоне многолетней мерзлоты; например, месторождения различных полезных ископаемых северной части СССР, залегающие в слое многолетнемерзлых пород либо под этим слоем.

В условиях многолетней мерзлоты гидрогеологические особенности месторождения определяются их положением по отношению к таликам,

развитым обычно в мерзлотном массиве, главным образом под крупными реками и водоемами.

Тип IVa. Простые гидрогеологические условия месторождений этого типа обусловлены залеганием полезного ископаемого в толще многолетнемерзлых пород или выше местного базиса эрозии. Некоторое усложнение гидрогеологических условий разработки этих месторождений связано с оттаиванием мерзлотного слоя вблизи от горных выработок, в результате чего притоки воды в горные выработки могут постепенно возрастать.

Тип IVб. Месторождения этого типа находятся в сложных гидрогеологических условиях, обусловленных их приуроченностью к подмерзлотной талой зоне водоносных пород. По этой причине притоки воды в горные выработки здесь значительны и для обеспечения нормальных условий при проходке горных выработок необходимы соответствующие меры борьбы с водопритоками.

Тип IVв. Очень сложные гидрогеологические условия этого типа месторождений обусловлены наличием вблизи них крупных поверхностных водотоков или водоемов, имеющих связь с водоносными горизонтами месторождения. В ряде случаев эта связь возникает в процессе эксплуатации месторождения. Для обеспечения нормальных условий производства горных работ на месторождениях требуется выполнение специальных мероприятий по борьбе с подземными водами.

Из приведенного обзора видно, что гидрогеологические условия многих месторождений являются сложными или весьма сложными, в связи с чем необходимо систематическое их изучение для разработки мероприятий по борьбе с подземными водами и по предупреждению аварийных прорывов воды в горные выработки. Таким изучением, как отмечено выше, занимается геологическая или специальная рудничная гидрогеологическая служба.

4. Направление работ по изучению гидрогеологических условий месторождений

В карьерах и шахтах, вскрывающих месторождения ниже уровня грунтовых вод, наряду с геологической документацией необходимо производить систематическую гидрогеологическую документацию, детальное изучение общей трещиноватости пород и руд, а также сильно трещиноватых и карстовых зон, последние часто имеют решающее влияние на обводненность месторождений и развитие оползневых явлений в карьерах.

Независимо от степени сложности гидрогеологических условий месторождения в процессе его разведки, а также от геологического и гидрогеологического изучения прилегающего района должны быть с той или иной степенью детальности и достоверности выявлены и уточнены:

— площади распространения водоносных горизонтов, условия их залегания, области питания и дренажа, литологический состав слагающих их пород и основные особенности режима подземных и поверхностных вод;

— положение месторождения по отношению к ближайшим рекам и водоемам, возможность фильтрации или прорыва вод из них в горные выработки;

— размер ожидаемых водопритоков в горные выработки, включая глубокие горизонты месторождения и мероприятия по борьбе с подземными водами;

— возможные изменения режима подземных и поверхностных вод в процессе эксплуатации месторождения и связанные с ними изменения водопритоков;

— возможности предварительного осушения рудных тел с целью улучшения условий производства горных работ;

— возможные варианты расширения водоснабжения предприятия;

— инженерно-геологические условия на участке месторождения.

В дальнейшем все полученные данные уточняются на основе специальных гидрогеологических работ, наблюдений при эксплуатационных разведках, систематической гидрогеологической документации в процессе эксплуатации месторождения и стационарных наблюдений за режимом подземных и поверхностных вод.

Гидрогеологические наблюдения в карьере или шахте включают:

— систематическую регистрацию общего притока воды, установление сезонных колебаний и других закономерностей количественного и качественного изменения водопритока;

— регистрацию водопритоков из отдельных толщ или массивов горных пород, отдельных зон, горизонтов, участков и забоев месторождения, а также выявление закономерности изменения водопритока с глубиной, скорости дренирования водоносных горизонтов, вскрытых горными выработками и дренажными сооружениями;

— установление характера водопритоков в отдельных пунктах месторождения и зависимости их от строения пород и тектонической их нарушенности;

— регистрацию уровней воды в специальных наблюдательных скважинах, если они на руднике имеются;

— регистрацию отметок появления воды в скважинах эксплуатационной разведки, устанавливающихся уровней в них, фактов потери нагнетаемой в скважины воды, наблюдения за развитием депрессионной воронки, возникающей при откачке воды из горных выработок;

— установление температур грунтовых вод и степени их минерализации;

— регистрацию уровней воды в соседних с карьером или шахтой источниках и водоемах;

— изучение сильно трещиноватых и карстовых зон, степени их обводненности, взаимосвязи и связи их с водоемами;

— специальное изучение общей трещиноватости руд и пород, слагающих месторождение.

Для выполнения этих задач рудничный геолог или гидрогеолог организует систематическое изучение колебаний уровней воды в специальных наблюдательных скважинах и горных выработках, расположенных в пределах эксплуатируемого шахтного поля и прилегающих к нему участков месторождения.

Главное внимание необходимо уделять изучению выходов подземных вод в горные выработки и установлению их приуроченности к тому или

инному литологическому горизонту пород. Выходы подземных вод, представляющие наибольший интерес в гидрогеологическом отношении, подвергаются специальному изучению (дебит воды, ее температура и химический состав в различные периоды года).

Все результаты гидрогеологических наблюдений должны фиксироваться в специальном журнале гидрогеологических наблюдений, где отмечаются размеры притоков и характер поступления подземных вод в горные выработки, постепенное увеличение водопритоков в горные выработки или появление значительных масс подземных вод после производства буровзрывных работ.

Наряду с этим в журнале гидрогеологических наблюдений отмечается интенсивность каплежа, площадь его распространения и другие водоявления, устанавливаемые в пределах горных выработок.

Гидрогеологические наблюдения в горных выработках следует сопровождать геологическими зарисовками обнажений в местах выходов подземных вод, отражать эти наблюдения на погоризонтных геологических планах и разрезах.

При наличии на руднике различных дренажных устройств, например дренажных скважин, сквозных и забивных фильтров, колодцев и пр., устанавливают постоянное наблюдение за их дебитом, температурой и химизмом вод. Результаты наблюдений за дренажными устройствами фиксируют в журнале гидрогеологических наблюдений.

Правильное определение водопритоков в горные выработки имеет большое практическое значение, так как на основе этих данных разрабатываются профилактические меры по борьбе с рудничными водами.

Наиболее часто основная масса воды в штреках поступает из груди забоя, а в кварцитах обычно из всех частей выработки на всем ее протяжении. Для определения количества воды, поступающей в горные выработки, недалеко от забоя последних проходят неглубокий зумпф, в который собирается вода. Откачка воды из этого зумпфа насосом необходимой производительности позволяет определить водоприток в горные выработки за любой отрезок времени.

Другой способ определения дебита подземного источника заключается в устройстве водосливов треугольной, трапециoidalной или прямоугольной формы, в которых замеряют высоту вытекающей струи воды. Таким образом определяют сечение струи и по таблицам в гидрогеологических и гидротехнических справочниках находят размер дебита.

Размер общего притока воды в карьер или шахту определяют замерами в пункте сброса его из водоотливных труб при помощи водосливов, наполнением сосудов известной емкости, по регистрации времени работы водоотливных насосов (при известной их производительности) или, наконец, по скорости заполнения водосборника при выключении насосов (при известной емкости водосборника или известном его сечении).

Данные систематических определений притока воды в карьер или шахту оформляют в виде графиков, по оси абсцисс которых откладывают те или иные отрезки времени (сутки, недели, месяцы), а по оси ординат — средние притоки воды в карьер за соответствующие отрезки времени. Эти графики отражают сезонные колебания притоков, повышение притоков

при вскрытии новых нижележащих горизонтов месторождения или при вскрытии трещиноватых и карстовых зон, а также колебания, связанные с ливневыми явлениями и т. п. Даты этих явлений с указанием их характера отмечают на графиках.

Количество воды, поступающей из отдельных толщ, массивов, зон, участков и забоев, определяют при помощи водосливов или путем приближенной визуальной оценки отдельных притоков, чаще всего в процентах от суммарного притока в карьер. Эти данные можно указывать на графиках общего притока в карьер.

Данные о притоках воды из отдельных толщ, массивов горных пород и отдельных трещинных зон месторождения и сведения о характере истечения воды из них позволяют прогнозировать возможные водопритоки по мере развития горных работ и вскрытия водонасыщенных участков.

Уровни воды в скважинах и колодцах определяют замеряя хлопучками расстояние до воды от устья этих выработок, а в водоемах регистрируют по специально установленным рейкам. Полученные абсолютные отметки уровней воды в различных точках месторождения на определенную дату оформляют в виде карты гидроизогипс, по которой устанавливается характер депрессионной воронки, связанной с откачкой воды из карьера.

Серия последовательно (во времени) составленных карт гидроизогипс позволяет установить направление и скорость развития депрессионной воронки и уточнить прогнозы в отношении дальнейших водопритоков в карьер или шахту.

Температуры грунтовых вод в различных пунктах их истечения определяют непосредственным замером, степень минерализации — соответствующими химическими анализами. Измерение температур воды в неглубоких скважинах производят при помощи так называемого родникового термометра, а в глубоких скважинах — специальным глубинным термометром, рассчитанным на большие давления. Для этих целей используют также герметически закрывающиеся термометрические гильзы, в которых помещают ленивые или максимальные термометры. Измерение температуры воды фонтанирующих скважин, а также воды при откачках производят на дневной поверхности путем погружения родникового термометра или термометра без оправы в струю воды.

Наблюдения за температурой грунтовых вод и степенью минерализации помогают решить вопросы о взаимосвязи отдельных горизонтов грунтовых вод, о связи грунтовых вод с поверхностными водами в водоемах, источниках и т. п. Регистрация уровней воды в соседних с карьером или шахтой источниках и водоемах устанавливает наличие или отсутствие их связи с грунтовыми водами и помогает предостеречь от внезапного прорыва воды и катастрофического затопления карьера или шахты.

При гидрогеологических наблюдениях рудничный геолог (гидрогеолог) должен уделить особое внимание изучению гидрогеологических особенностей различных тектонических нарушений (трещин, сбросов, кливажа и др.), так как они нередко являются местом прорыва напорных подземных вод и пливунов.

При изучении сильно трещиноватых тектонических зон регистрируют элементы их залегания, мощность и состав пород в пределах этих зон,

наличие зияющих трещин, характер истечения воды из этих зон, углы откоса, образуемые породами, слагающими эти зоны, последивают, насколько это представляется возможным, зоны по простиранию и падению, устанавливают характер взаимного пересечения таких зон в карьере, выясняют наличие их связи с различными водоносными горизонтами и поверхностными водоемами и т. п.

В условиях карбонатных пород тектонические трещинные зоны часто сопровождаются карстами, которые могут быть заполнены обломочным и глинистым материалом или только водой. Объемы таких карстов или серии карстов вдоль трещинной зоны могут достигать многих сотен тысяч, а иногда и миллионов кубических метров, и неожиданное вскрытие их карьером или подземными выработками может повести к временному затоплению выработок. Поэтому трещиноватые и карстовые зоны старательно прослеживаются и изучаются как в ходе разведочных, так и эксплуатационных работ.

Для установления зон максимальной трещиноватости и закарстованности известняков широко применяются также геофизические методы (электропрофилирование, электроразведывание и каротаж скважин).

Изучение трещиноватости пород и установление максимально трещиноватых и карстовых зон имеет большое практическое значение для выяснения характера движения подземных вод, поскольку позволяет при проходке горных выработок заблаговременно принимать профилактические меры против затопления их водой. С этой целью рекомендуется проходку забоя горной выработки опережать скважинами или глубокими шпурами, задаваемыми веерообразно.

При изучении гидрогеологических условий месторождения нельзя ограничиваться только наблюдениями за водопоявлениями в горных выработках рудника. Для многих месторождений количество водопритока в подземные горные выработки находится в прямой зависимости от характера поверхности месторождений. В связи с этим рудничный геолог (гидрогеолог) должен нанести на геологическую карту месторождения все места возможного скопления атмосферных осадков (канавы, ямы, шурфы, карьеры, озера, болота и др.), расположенные в пределах эксплуатируемого шахтного поля.

Таким образом, для правильного определения гидрогеологических условий месторождения необходимо иметь полные данные о водопоявлениях как в подземных горных выработках, так и на поверхности месторождения.

5. Гранулометрический анализ рыхлых пород и определение их пористости

Вода в обводненных рыхлых породах заполняет все поры между зернами. Пористость пород, т. е. относительное количество пустот в породе, зависит от размеров и формы слагающих ее частиц (гранул). Поэтому при изучении водоносности пород выясняют гранулометрический состав их, т. е. определяют процентное содержание частиц различного размера. Гранулометрический анализ рыхлых пород дает основание для определения их фильтрационных (водопроницающих) и физико-технических свойств

Методы гранулометрического анализа различны. Наиболее простым и широко распространенным методом является ситовый анализ.

Для изучения рыхлых пород этим методом необходимо иметь набор сит с отверстиями разного диаметра, например 10, 5, 3, 1, 0, 5, 0,25, 0,1 мм. Рыхлую породу помещают на сито с отверстиями самого крупного диаметра, под которым размещены другие сита с отверстиями последовательно уменьшающегося диаметра. При легком встряхивании мелкие частицы исследуемого материала постепенно просеиваются через сита. Самые тонкие частицы рыхлых пород, задержавшиеся на сите с отверстиями самого малого диаметра, обычно промываются водой. После этого частицы, задержавшиеся на ситах с отверстиями различного диаметра, сортируют и взвешивают. Определив вес частиц различного диаметра и зная исходный вес исследуемых рыхлых пород, можно определить процентное содержание частиц различного диаметра, входящих в состав исследуемой породы.

При изучении гранулометрического состава рыхлых грунтов пользуются также методом, основанным на разнице скорости падения частиц разного диаметра в спокойной или движущейся воде.

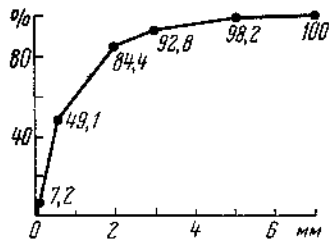
Сущность этого метода заключается в следующем. Навеску испытуемой рыхлой породы, предварительно растертую, помещают в сосуде с водой определенного объема и взмучивают, после чего дают возможность осесть крупным частицам. Затем воду с более мелкими частицами, находящимися во взвешенном состоянии, сливают в другой сосуд. Разбавив определенным объемом воды оставшуюся часть материала, снова его взмучивают и потом сливают. Эти операции продельвают до тех пор, пока сливаемая из сосуда вода не будет содержать мути (будет прозрачной). Осевший материал после выпаривания и высушивания взвешивают и определяют весовое отношение частиц разной крупности.

Имеются и другие методы гранулометрического анализа рыхлых пород, описание которых можно найти в специальных курсах по гидрогеологии.

При проведении гранулометрического анализа рыхлых пород принята следующая классификация фракций по диаметрам частиц (в мм):

Крупные валуны	Более 300
Мелкие »	От 300 до 100
Щебень угловатый или галька окатанная	» 100 » 10
Древса угловатая или гравий окатанный	» 10 » 2
Грубый песок	» 2 » 1
Крупный »	» 1 » 0,5
Средний »	» 0,5 » 0,25
Мелкий »	» 0,25 » 0,10
Пыль	» 0,10 » 0,01
Ил	» 0,01 » 0,001
Глина	Менее 0,001

Все результаты гранулометрического анализа регистрируют в специальном журнале и для наглядности представляют в виде графиков. Принцип построения графиков следующий. На оси абсцисс откладывают



Диаметр частиц, мм	Содержание фракции, %	Сумма, %
От 7 до 5	1,8	100,0
От 5 до 3	5,4	98,2
От 3 до 2	8,4	92,8
От 2 до 1	35,3	84,4
От 1 до 0,5	41,9	49,1
От 0,1 до 0,01	5,8	7,2
От 0,01 до 0,001	1,4	1,4

Рис. 115. Результаты гранулометрического анализа рыхлых пород. По оси ординат отложена сумма процентных содержаний частиц различного размера, по оси абсцисс — диаметры частиц

в определенном масштабе диаметры фракций, а на оси ординат — нарастающую сумму процентных содержаний различных фракций — от мелких к крупным (рис. 115).

По данным гранулометрического анализа обычно судят о степени пористости рыхлых пород, которая зависит от размера зерен, однородности материала, их формы и сложения пород. Ниже приводятся данные о средней пористости различных пород и рыхлых отложений (в %):

Интрузивные породы . . .	0,16	Пески однородные . . .	35,0
Кварциты	0,8	Глины	45,0
Известняки	4,8	Почвы обрабатываемые	55,0
Песчанники	15,9	Гравий	55,5
Гипсы	16,8		

6. Специальные работы по изучению водообильности глубоких горизонтов месторождения

Большое значение для изучения водообильности глубоких горизонтов месторождения имеют глубокие буровые разведочные или специальные гидрогеологические скважины. Позональное (с интервалом 50 м) опробование откачной воды из этих скважин до глубин, доступных современной технике, позволяет установить водообильность глубоких горизонтов месторождения.

Для определения водообильности глубоких горизонтов месторождения используют также геофизические методы. С этой целью воду в буровых скважинах искусственно насыщают поваренной солью и немедленно после этого производят каротаж скважин. Если в скважине наблюдается движение воды по трещинам, то степень засоления воды будет резко падать, что хорошо фиксируется каротажем.

Насыщение воды в скважине поваренной солью производят с целью обеспечения электропроводности раствора. Количество засыпаемой в скважину соли колеблется от 5 до 50 кг и более, в зависимости от глубины скважины, дебита и скорости потока — при небольших глубинах и малом дебите и скорости потоков требуется минимальное количество соли, при глубоких скважинах и больших дебитах



Рис. 116. График зависимости расхода шахтных водопритоков от глубины

и скорости потоков — максимальное. Если глубокие горизонты месторождения не вскрыты разведочными или гидрогеологическими скважинами, степень водообильности этих горизонтов может быть установлена по аналогии с другими сходными месторождениями или методом экстраполяции. Методом экстраполяции для определения ожидаемой водообильности глубоких горизонтов можно пользоваться только в том случае, когда на месторождении будет установлена зависимость расхода шахтных водопритоков от глубины (рис. 116).

Полученные при помощи одного из вышеописанных методов данные о водообильности глубоких горизонтов имеют только предварительный характер. Для окончательной оценки водообильности глубоких горизонтов месторождения необходимо проведение специальных гидрогеологических исследований.

7. Обработка материалов гидрогеологических наблюдений

По результатам гидрогеологических наблюдений, проведенных в процессе разведки или эксплуатации месторождения, составляют гидрогеологический отчет. В гидрогеологическом отчете или в разделе по гидрогеологии месторождения общего геологического отчета указывают объемы и методику проведенных гидрогеологических работ, приводят данные об уровнях, химизме и температуре вод всех водоносных горизонтов, динамике изменения режима подземных вод. Кроме того, приводят необходимые сведения об общих водопритоках, величине водопритока на единицу длины горных выработок, величине изменения уровней различных водоносных горизонтов, а также дают характеристику прорыва подземных вод. В отчете должны найти отражение проведенные мероприятия по осушению горных выработок, данные о режиме подземных вод в связи с расширением фронта горных работ или вскрытием новых горизонтов месторождения. При обработке материалов гидрогеологических наблюдений необходимо определять ожидаемый водоприток в горные выработки, коэффициент фильтрации различных пород, устойчивость горных выработок, предельное снижение статических уровней, радиус влияния депрессионной воронки, связь дебиты и понижения уровня вод.

Для большей наглядности полученных выводов текстовую часть отчета необходимо иллюстрировать различными графиками и схемами, характеризующими гидрогеологические особенности месторождения. Например, можно показать зависимость водопритока в горные выработки от времени года, что позволит установить степень участия атмосферных осадков в обводнении горных выработок.

На топографическом плане месторождения необходимо показать гидрографию месторождения, с указанием данных о расходе постоянных водотоков при их максимуме и минимуме, а также отметить естественные выходы подземных вод.

Общее геологическое строение месторождения должно быть представлено на геоморфологических и литологических картах и разрезах. На последних должна быть отмечена литология и водоносность пород, слагающих данный разрез.

Координаты устья X Азимут наклона Угол наклона
Y

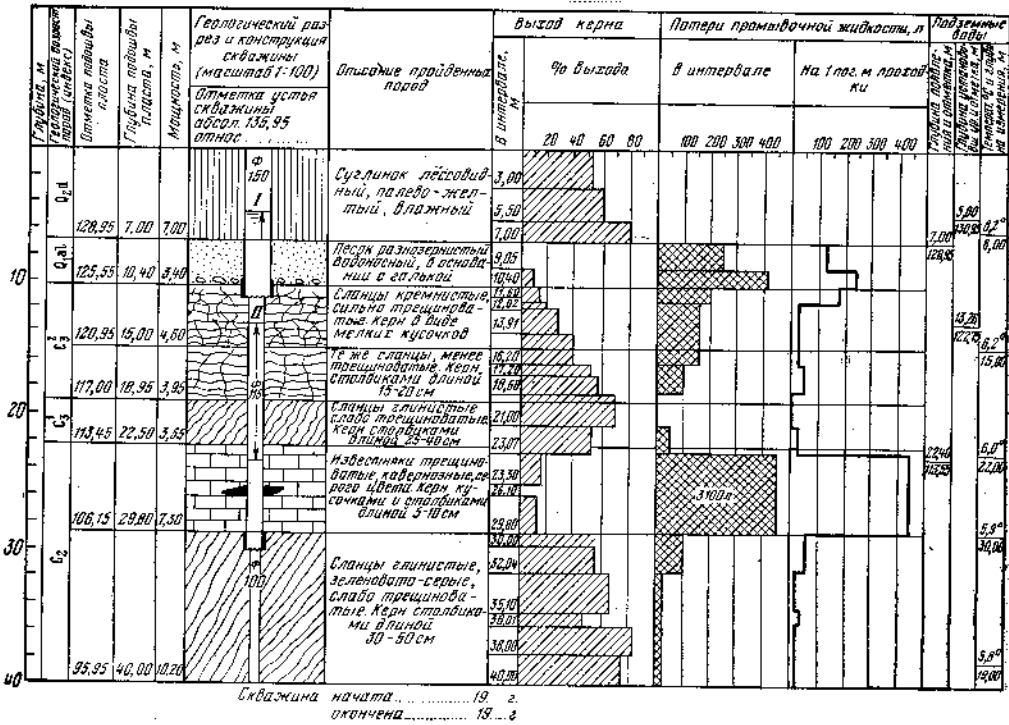
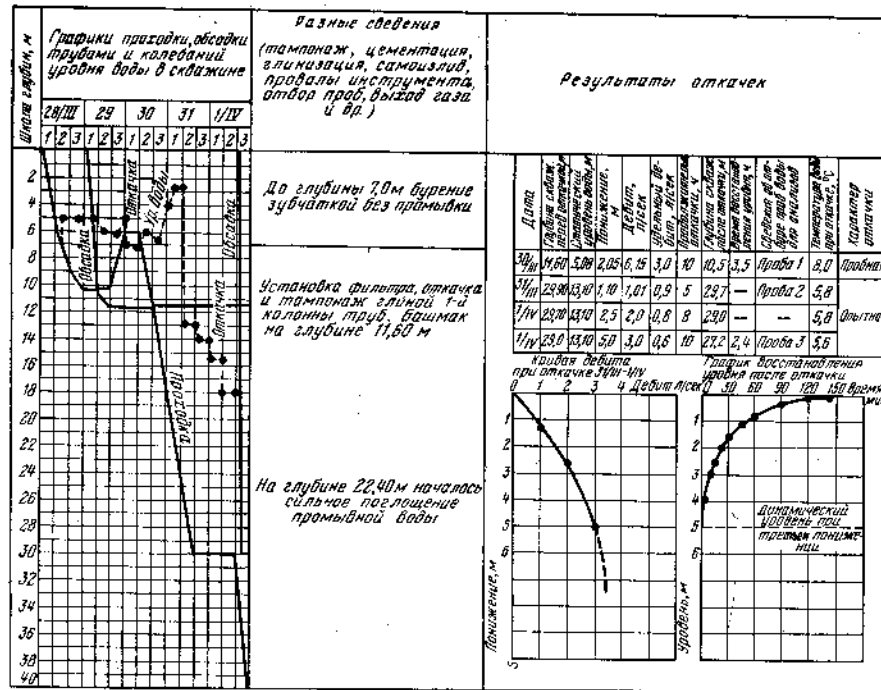


Рис. 117. Геолого-технический разрез гидрогеологической скважины.

Для каждой гидрогеологической скважины обычно составляют геолого-технический разрез, на котором строят геологическую колонку скважины, с указанием ее конструкции, глубины обсадки, тампонажа, цементации и т. п. (рис. 117). На этом разрезе по данным наблюдений за уровнем и температурой воды в скважине с правой стороны вычерчивают график колебаний уровня воды при углубке скважины и график температуры воды. Кроме того, на разрезе составляют графики, характеризующие выход керна и потери промывочных вод в зависимости от глубины скважины.

Сведения о пробных откачках представляют в виде:

- специальных журналов откачки скважин;
- графика восстановления уровня воды в скважине непосредственно после откачки;
- графика колебаний динамического уровня воды и дебита во время откачки в зависимости от времени, а также кривой дебита скважины.



логической скважины. По Ю. В. Мухому

Глава XXV

ПОТЕРИ И РАЗУБОЖИВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ

1. Значение учета потерь и разубоживания руд

Под потерями, или под потерянными запасами, полезного ископаемого понимается часть балансовых его запасов, или не извлеченная из недр при разработке месторождения, или вывезенная в отвалы с пустыми породами, или, наконец, утерянная при транспортировке.

Под разубоживанием понимается засорение кондиционных руд или полезного ископаемого пустыми породами или некондиционными (забалансовыми) рудами.

При нормальных условиях подземной разработки месторождений потери составляют 5—12% от количества полезного ископаемого, предназна-

ченного к разработке; при сложных условиях потери возрастают, достигая 20% и более.

При открытой разработке потери полезного ископаемого хотя и ниже, чем при подземной разработке, однако и здесь они могут достигать существенных величин. Так, на одних только Богословских карьерах на Северном Урале за период с 1946 по 1955 г. потеряно при добыче более 6 млн. т угля.

В связи с огромным ростом добычи полезных ископаемых в СССР за последние годы и соответственным увеличением при этом безвозвратных потерь, проблема борьбы с потерями приобретает большое народнохозяйственное значение.

В 1949 г. было организовано Главное управление Государственного горного надзора при Совете Министров СССР, на базе последнего в 1954 г. был создан Комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совете Министров СССР (комитет Госгортехнадзора).

В задачу Комитета входил прежде всего контроль за технически правильной разработкой месторождений при соблюдении условий максимального использования запасов полезных ископаемых в недрах, т. е. надзор за технически правильным ведением горных работ при соблюдении условий по борьбе с излишними потерями и разубоживанием полезных ископаемых.

Для осуществления этого Комитету дано право контролировать правильность планируемых горными предприятиями потерь и разубоживания: все горные предприятия Советского Союза обязаны согласовывать с Комитетом рассчитываемые ими и предусматриваемые в ежегодных производственных планах горных работ плановые потери и разубоживание руд.

Советские специалисты на базе высокопроизводительной отечественной горной техники добились значительных успехов в деле рационализации систем разработки месторождений и сокращения потерь и разубоживания руд. Борьба за максимальное извлечение полезных ископаемых из недр стала законом горнорудных предприятий нашей страны. Немалую пользу в этом отношении приприсит установление рациональной классификации потерь руды, так как без этого затруднен, а иногда невозможен правильный учет потерь и борьба за максимальное извлечение руды из недр.

Причины, обуславливающие возникновение потерь и разубоживания полезных ископаемых при разработке месторождений, весьма разнообразны. Учет их на горных предприятиях долгое время не был поставлен надлежащим образом, что мешало разработке мероприятий по их уменьшению. В 1953 г. Главным управлением Государственного горного надзора была разработана «Единая инструкция по учету потерь и разубоживания твердых полезных ископаемых при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений (при подземных и открытых работах)», обязательная для всех горных предприятий, ведущих добычу твердых ископаемых. В соответствии с этой инструкцией ниже дается классификация потерь различных видов полезных ископаемых и намечаются мероприятия по их устранению.

2. Классификация потерь полезных ископаемых

Для успешной борьбы с потерями и разубоживанием и их предупреждения рудничным геологом, маркшейдером и другим техническим персоналом рудника обязаны правильно классифицировать потери и разубоживание и знать причины, их вызывающие. Согласно «Единой инструкции» различают потери проектные, нормативные, плановые и эксплуатационные.

Потери проектные — это часть балансовых запасов полезного ископаемого, предусматриваемая техническим проектом к безвозвратному оставлению в недрах при отработке всего месторождения или его части. Ту часть балансовых запасов, которая предусмотрена проектом к извлечению из недр, называют промышленными запасами. Очевидно, что промышленные запасы определяются путем исключения из балансовых запасов проектных потерь. Погашенные балансовые запасы — это часть отработанных балансовых запасов (как извлеченная, так и не извлеченная из недр), а также потерянная в целиках.

Потери нормативные — это рассчитанные и установленные потери полезного ископаемого для каждой применяемой системы разработки.

Потери плановые — потери полезного ископаемого, устанавливаемые при составлении годовых планов горных работ в соответствии с геологическими и горнотехническими условиями эксплуатации месторождения и нормативами потерь при определенных системах разработки. Плановые потери ежегодно согласовываются с территориальными управлениями Госгортехнадзора.

Потери эксплуатационные — часть балансовых запасов полезного ископаемого, фактически оставленная в недрах. Эти потери находятся в прямой зависимости от применяемой системы разработки и от правильности ведения горных работ. К эксплуатационным потерям относится часть балансовых запасов, вывезенная в отвалы с пустыми породами. Эти потери называют также фактическими потерями.

Потери в зависимости от причин, их вызывающих, подразделяют на четыре группы:

1) потери полезного ископаемого по горно-геологическим и гидрогеологическим условиям, неизбежные при любой рациональной системе разработки;

2) потери полезного ископаемого, зависящие от применяемой в данном случае системы разработки, но при условии соответствия этой системы геологическим, гидрогеологическим и горнотехническим условиям разработки месторождения;

3) потери полезного ископаемого в предохранительных и барьерных целиках;

4) потери полезного ископаемого от неправильного ведения горных работ.

К потерям полезного ископаемого по горно-геологическим и гидрогеологическим условиям относят предусмотренные проектом потери:

а) в целиках, оставляемых для предохранения горных выработок от прорыва в них воды из подземных водоемов или пльвунов, а также от обрушения слабой кровли выработок;

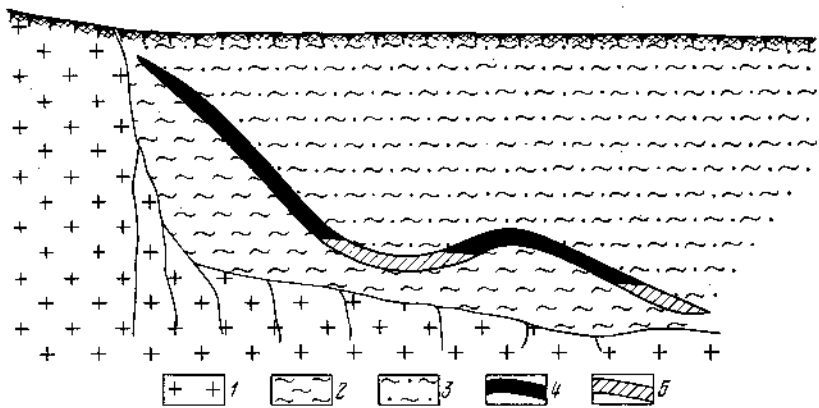


Рис. 118. Потери руды по гидрогеологическим условиям на Полупочном руднике.

1 — сильно трещиноватые порфириды с напорными грунтовыми водами; 2 — аргиллиты; 3 — диатомиты; 4 — марганцевые руды; 5 — марганцевые руды, оставшиеся в недрах во избежание прорыва воды из порфиридов

б) в участках с тектоническими нарушениями пластов, залежей или жил в зонах сбросов, сдвигов и смятий;

в) связанные со сложностью контуров рудного тела и невозможностью по этой причине при нормальной работе извлечь из недр все запасы в ответвлениях от него.

К этой группе также относят потери в целиках, не предусмотренных проектом, необходимость оставления которых в процессе эксплуатации вызвана дополнительно установленными геологическими условиями, подтвержденными соответствующей документацией.

На рис. 118 показаны потери руды, связанные с возможностью прорыва напорных вод в горные выработки из трещиноватых порфиридов. По заключению гидрогеологов между очистным пространством и порфиритами должен оставаться предохраняющий от прорыва слой аргиллитов не менее 10 м; все руды, отслесненные от порфиридов слоем аргиллитов менее 10 м, попадают, таким образом, в потери по гидрогеологическим условиям.

Пример барьерного целика между рекой и карьером, снижающий приток воды в карьер и гарантирующий от возможности внезапных прорывов в карьер больших ее масс, дан на рис. 119.

На рис. 120 показаны потери руды в целиках, предохраняющих очистную выработку от обрушения в нее рыхлых пород висячего бока, что может привести к чрезмерному разубоживанию руд, а также потери из-за непол-

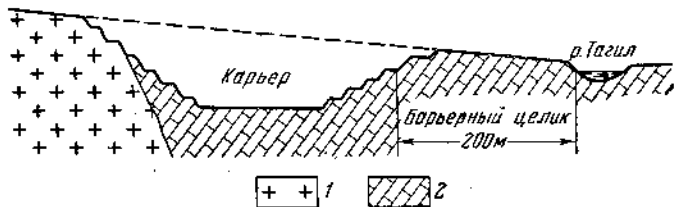


Рис. 119. Барьерный целик между руслом р. Тагила и Ивановским известняковым карьером.

1 — интрузивные породы; 2 — известняки

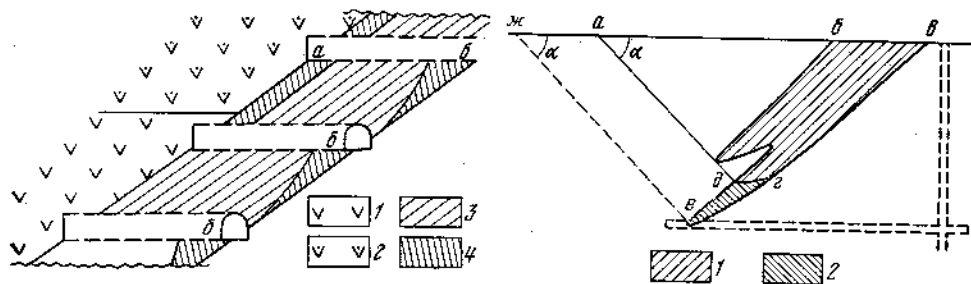


Рис. 120. Потери руды в целиках для предохранения от обрушения в очистную выработку слабой кровли (а) и потери от неполноты обрушения руды (б).

1 — интрузивные породы; 2 — дресва интрузивных пород; 3 — обрушаемая руда; 4 — руда, остающаяся в целиках

Рис. 121. Потери руды по горно-геологическим условиям.

1 — руда, извлекаемая открытым способом; 2 — руда, остающаяся в недрах при открытой разработке

ноты выемки, связанной с углом залегания, меньшим угла естественного откоса для руд.

Случай потерь по горно-геологическим условиям приведен на рис. 121. Здесь запроектирован карьер в пределах границ *абевда* при вполне удовлетворительном соотношении объема вскрыши к объему руды, обусловленном результирующим углом откоса карьера α . В потери в этом случае попадает руда в контуре *дге*. Для отработки этих небольших объемов руды необходимо взять очень большой объем вскрыши — *адёж* либо пройти шахту и квершлаг из нее, как это показано пунктиром. Ни то, ни другое решение экономически нецелесообразно и руда нижних горизонтов попадает здесь в потери.

К потерям полезных ископаемых, зависящим от системы разработки (в пределах установленных норм), относят потери в разного рода целиках (междублоковых, междуканальных, потолочных и др.), оставленных в соответствии с принятой проектом системой разработки; сюда же относят потери в закладке выработанного пространства и потери от неполноты выпуска отбитого (обрушенного) полезного ископаемого. На открытых работах к этой группе относят потери в кровле и почве залежи, а при селективной выемке — также и потери в контактовых зонах. Эти потери чаще всего являются наибольшими; величина и виды потерь при различных системах разработки различны.

Так, при системах с обрушением руды и покрывающих пород имеют место потери, обусловленные неполнотой обрушения рудных слоев или блоков, преждевременным обрушением пустых пород, неполнотой выпуска руды из выработанного пространства и т. п. При системах с закладкой происходит потери в закладочном материале, при перепуске по рудоспускам, в надштрековых и подштрековых целиках и др. При системах с магзинированием руд потери могут быть вызваны неполнотой выпуска руды из выработанного пространства, а также неполнотой выемки междублоковых, надштрековых и подштрековых целиков. При системах с открытым забоем потери обусловлены неполнотой выпуска и уборки руды

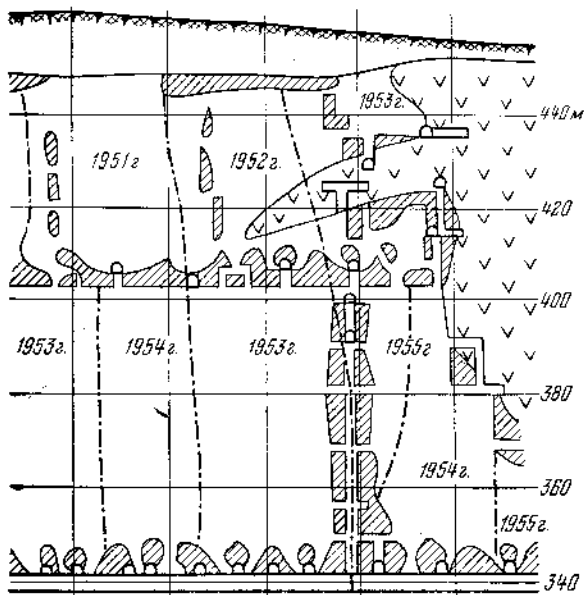


Рис. 122. Вертикальная проекция отработанной части месторождения с оставленными в недрах междублоковыми и подштрековыми целиками (заштрихованы). 1951—1955 гг. — даты отработки отдельных частей месторождения.

млением избежать излишнего разубоживания руды этими породами, что, естественно, повлияет на качество товарной руды. К потерям полезных ископаемых в предохранительных целиках относят потери в целиках, предназначенных для охраны стволов шахт, наземных сооружений, водоемов и рек, городов и поселков; в эту группу входят также потери в барьерных целиках.

В потери этой группы включают запасы только тех целиков, которые находятся в пределах отработанных контуров и заводом не будут обрабатываться в дальнейшем. Потери в отработанной части целиков в зависимости от причины их возникновения относят к другим соответствующим группам, предусмотренным классификацией.

На рис. 123 показан предохранительный це-

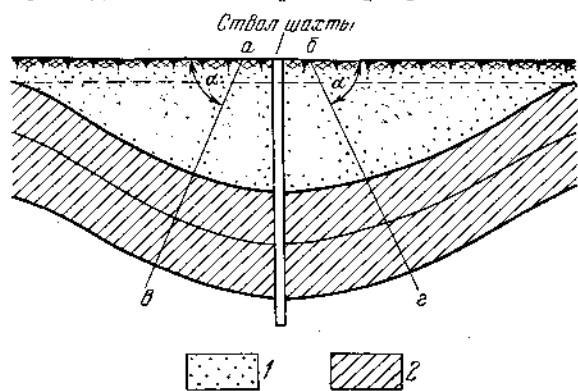


Рис. 123. Предохранительный целик (а, б) шахты. 1 — вмещающие породы; 2 — пласты полезного ископаемого

из выработанного пространства, а также местным обрушением руды вместе с вмещающими породами.

На рис. 122 дана вертикальная проекция отработанной части Сарановского хромитового месторождения с пансоном надштрековых целиков по двум эксплуатационным горизонтам. Из рисунка следует, что в некоторых целиках первого этапа остались необрушенными потолочины, в центральной части оставлен неизвлеченный междублоковый целик, обрушение которого оказалось невозможным, так как вдоль его проходит зона сброса. Кроме того, ряд целиков оставлен вдоль контактов руды с жильными породами. Оставление этих целиков обусловлено стре-

лик, оставляемый вокруг шахты. Углы откоса рассчитываются по определенным правилам, в зависимости от физических свойств вмещающих пород. Судя по разрезу, создается впечатление, что в потери здесь попадет очень большая часть рудного тела. Однако такое размещение эксплуатационной шахты допускается лишь в тех случаях, когда полезное ископаемое приурочено к синклинали складке значительной протяженности и оставляемое в целике полезное ископаемое составляет незначительный процент от общих запасов.

К потерям от неправильного ведения горных работ относят:

- потери в разного рода целиках, не предусмотренных проектом горных работ, но остающиеся в недрах невынутыми;
- потери в предохранительных целиках, оставляемые для ограждения очагов подземных пожаров или предупреждения прорыва подземных вод, скопившихся в горных выработках в результате неправильного ведения горных работ;
- потери, связанные с выемкой законсервированных под подземными пожарами запасов;
- потери от подработки залежей или пластов с балансовыми запасами в целиках, оставляемых в выработанном пространстве при завале горных выработок, в целиках недоработанных участков, в подработанных блоках и этажах. На открытых работах к этой группе относят потери от завалов и потери в неотработанных участках. К этой группе относят также все сверхнормативные потери полезного ископаемого. Следует отметить, что сверхнормативные потери возникают при несоблюдении очередности отработки отдельных этажей и отдельных участков в этаже, а также при преждевременной выемке целиков, несвоевременном креплении горных выработок и других отклонениях от общепринятых правил эксплуатации месторождений.

Кроме того, потери этой группы могут возникать при недостаточной или несвоевременной разведанности отдельных этажей и отдельных участков в этаже. Недостаточная или несвоевременная разведка параллельных рудных тел и апофиз также приводит к сверхплановым потерям руды (рис. 124).

Недоброкачественное выполнение геолого-маркшейдерской документации также приводит к излишним потерям и разубоживанию руды. Большие потери руды при плохой геологической документации чаще всего имеют место в месторождениях с неясными или сложными границами рудных залежей или при комплексном характере руд и недостаточной их сробованности. Это обстоятельство должно всегда учитываться рудничными геологами.

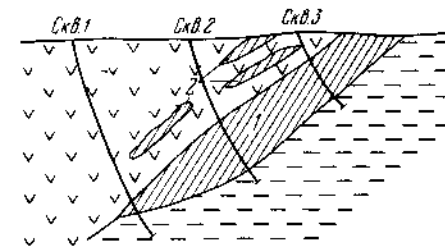


Рис. 124. Параллельные рудные тела (2), не установленные разведкой и попадающие в обрушение при отработке основной залежи (1)

3. Обзор различных случаев разубоживания руд

Разубоживание руд происходит при любых системах разработки рудных месторождений. Размер разубоживания зависит прежде всего от формы и размеров рудных тел, характера распределения в них полезных компонентов или рудных и безрудных прослоев.

Естественно, что при разработке мощных, однородных по составу рудных залежей разубоживания возможно только в периоды подхода отдельных горизонтов очистной выработки к контактам залежи с вмещающими ее породами, и в целом по рудному телу разубоживание будет минимальным. В менее мощных залежах периоды работы на контактах наступают чаще и общий размер разубоживания становится выше. В маломощных залежах нормального сечения горная выработка проходится не только по руде, одновременно с рудой частично захватываются и вмещающие породы. Здесь при прочих равных условиях разубоживание будет максимальным.

Кроме того, разубоживание тем выше, чем сложнее конфигурация рудного тела и чем сложнее внутреннее его строение.

Наконец, размер разубоживания зависит от системы горных работ, ценности руды и возможности обогащения разубоженной руды путем механической ее переработки.

При селективной разработке месторождения открытым способом разубоживание руд всегда меньше, чем при массовой добыче. При малопроизводительных подземных системах работ (слоевая выемка) разубоживание всегда ниже, чем при высокопроизводительных системах (этажное обрушение и т. п.).

Чем более ценным является полезное ископаемое, тем меньше для него допускаются потери в отбитой от целика массе, а следовательно, значительно разубоженная руда из приконтактной зоны не отвозится в отвалы пустых пород, а смешивается с остальной массой руды и поступает в дальнейшую переработку, повышая ее разубоживание. В других случаях, когда разубоживание руд должно быть минимальным, неизбежно увеличиваются потери за счет удаления смешанных разубоженных руд из приконтактных зон (рис. 125) в отвал пустых пород или некондиционных руд.

При сравнительно простых процессах обогащения руд, к числу которых относятся прежде всего промывка глинистых руд и магнитная сепарация магнетитовых руд, для упрощения процесса горных работ допускают иногда значительное разубоживание. Для этого, конечно, следует иметь некоторую резервную мощность обогатительных фабрик.

Значительное разубоживание магнетитовых руд в процессе добычи в ряде случаев оправдывается получением в отходах сепарации щебенки крепких пород, используемой в строительстве и компенсирующей излишние затраты на дробление избыточного количества разубоженной руды.

При открытой селективной разработке руд различными приемами в смежных рудных забоях происходит как разубоживание руд, так и потеря некоторой части руд, смешиваемой с породой.

При подземной разработке мощных пологопадающих месторождений системами с открытым очистным пространством (сплошная выемка, камер-

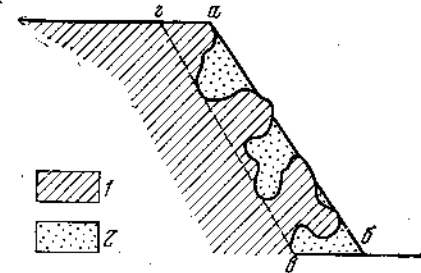


Рис. 125. Возможные границы разделения руды и породы при экскаваторной добыче невзорванной массы.

1 — руда; 2 — порода; а-б — граница разделения при условии соблюдения минимальных потерь и разубоживания; е-е — граница разделения при условии соблюдения полной недопустимости разубоживания

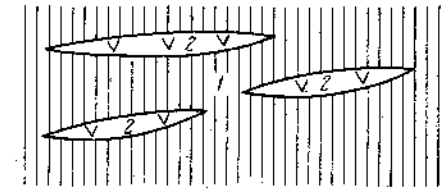


Рис. 126. Участок рудного тела (1) с прослоями забалансовых руд (2), вынимаемыми совместно с промышленными рудами

но-столбовая выемка, выемка подэтажными штреками) величина разубоживания руды колеблется от 5 до

25%. Источником разубоживания при этом являются смешивание руды с безрудными или забалансовыми прослоями (рис. 126), отслаивание пустых пород или непромышленных руд кровли или боков выработки и смешивание отвалившихся участков с рудой.

При подземной разработке месторождений различной мощности системами с искусственным поддержанием выработанного пространства (магазинирование руды, разработка слоями с одновременной закладкой и, возможно, частичным креплением, разработка с распорной кровью и креплением квадратными окладами) величина разубоживания колеблется от 2% (слоевая выемка) до 30% (системы с магазинированием руды и с распорной кровью). Причинами разубоживания при этих системах разработки являются отслаивание и смешивание с горной массой безрудных или непромышленных участков, вышлагаживание угла падения рудного тела (особенно при системе с магазинированием руды), прорыв закладки в очистное пространство и смешивание ее с рудой (система горизонтальных слоев), дефекты разведки месторождения и геолого-маркшейдерской документации.

Рисунки 127 и 128 наглядно иллюстрируют источники разубоживания руды при разработке мощных рудных залежей системой горизонтальных слоев с закладкой.

При разработке маломощных жил сульфидных медно-никелевых руд или руд редких металлов руда может разубоживаться в 2—3 раза (рис. 129). Широко применяемая при этом ручная сортировка руды сокращает разубоживание только частично.

При эксплуатации месторождений системами с обрушением (слоевое, подэтажное и этажное) величина разубоживания различна. Так, при слоевом обрушении разубоживание колеблется от 2 до 5%, при подэтажном обрушении с высотой подэтажа до 6 м — достигает 10—15%, а при высоте свыше 6 м — 15—30%. Причинами разубоживания является сложность формы рудного тела, наличие безрудных и непромышленных прослоев в рудном теле, большая высота подэтажа.

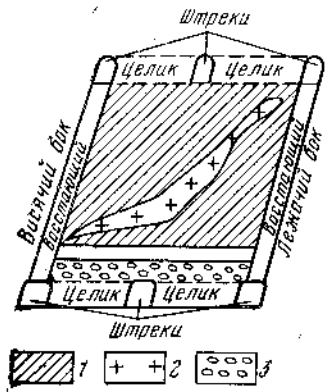


Рис. 127. Разрез по оси камеры при разработке горизонтальными слоями с закладкой. 1 — руда; 2 — безрудные породы; 3 — закладка в выработанном пространстве

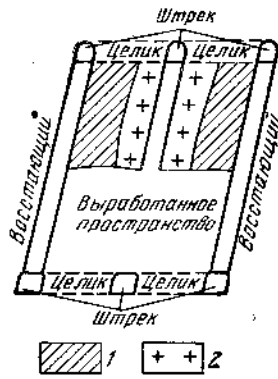


Рис. 128. Разрез по оси камеры при разработке горизонтальными слоями с закладкой. 1 — руда; 2 — безрудные породы

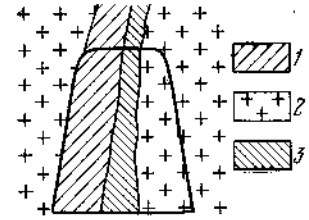


Рис. 129. Разрез вкрест простирания рудной жилы. 1 — рудная жила; 2 — вмещающие породы; 3 — безрудные породы, отбираемые вместе с рудой

При применении комбинированных систем разработки месторождения величина разубоживания колеблется от 10 до 20%. Источниками разубоживания являются недостаточно плотная закладка камеры и смешивание закладочного материала с рудой при выемке целиков, слабая разведанность месторождения и дефекты геолого-маркшейдерской документации, несоответствие при взрывании веса заряда характеру руды, прорыв налегающих обрушенных пород в камеру вместе с потолочной до взрыва целика.

4. Учет потерь полезного ископаемого в недрах

Учет потерь ведется систематически геологической службой совместно с маркшейдерской службой рудника по мере развития горных работ. Учет ведется как по руде, так и полезным компонентам, входящим в состав руды. При разработке полиметаллических месторождений потери и разубоживание полезного ископаемого определяются по основным компонентам, устанавливаемым вышестоящими организациями.

Из принятых четырех групп потерь планируются потери только первых трех групп. Потери четвертой группы, вызванные неправильным ведением горных работ, не планируются и не включаются в нормы потерь. В отдельных случаях, для обеспечения безопасного ведения горных работ, при составлении годовых планов предусматривается оставление целиков на соответствующих участках (у старых выработок, очагов ликвидированных пожаров и др.), но в формы потерь они не включаются и учитываются по четвертой группе (потери от неправильного ведения горных работ).

«Единой инструкцией» предписывается вести учет потерь отдельно по каждому блоку, участку, этажу, уступу, горизонту, карьере и в целом по руднику. Однако такой учет во многих случаях является чрезмерно громоздким и требует участия в нем значительного количества персонала. Поэтому в «Единую инструкцию» внесено дополнительное примечание, согласно которому при затруднительности отдельного учета потерь по отдельным блокам, участкам, уступам и т. п. разрешается вести учет потерь в целом по руднику, шахте или карьере. Порядок учета в каждом отдельном случае устанавливается отраслевыми главными управлениями министерств.

Для полного отражения фактических потерь маркшейдеры и геологи рудников обязаны систематически замерять и фиксировать на планах и разрезах все теряемые целики полезного ископаемого, систематически производить позабойное опробование, делать зарисовки и проводить замеры мощностей разрабатываемой залежи и заносить результаты обмеров целиков и замеров мощностей рудных тел в журналы замеров горных выработок.

Отнесение неотработанных запасов к потерям в пределах контура отработанных (погашенных) запасов за отчетный период производится по паспорту блока (участка), маркшейдерским планам и разрезам, составляемым в соответствии с требованиями технической инструкции по производству маркшейдерских работ.

Контур потерянных участков (целиков) за каждый отчетный период обводят на маркшейдерских планах цветными линиями разного цвета (по годам). Внутри контура участка указывают дату оставления целика. Все потерянные целики обозначают в соответствии с принятыми условными обозначениями на маркшейдерских планах и учитывают в специальном журнале учета целиков полезного ископаемого.

Фактические потери полезного ископаемого в недрах состоят из потерь в целиках и из отбитого обрушенного полезного ископаемого, оставленного в подготовительных и очистных выработках.

Для определения величины потерь в недрах и степени разубоживания полезного ископаемого должны быть известны следующие исходные данные:

Б — погашенные балансовые запасы полезного ископаемого в недрах, т или м³;

Д — количество добытого полезного ископаемого, т или м³;

с — содержание компонента в полезном ископаемом, %, г/т или г/м³;

а — содержание компонента в добытом полезном ископаемом, %, г/т или г/м³;

в — содержание компонента во вмещающей (разубоживающей) полезное ископаемое породе, %, г/т или г/м³;

В — количество разубоживающей породы, попавшей в полезное ископаемое при добыче, т или м³.

Потери полезного компонента в процентах определяют по формуле

$$П = 1 - \frac{Д(а-в)}{В(с-в)} 100.$$

Если содержание полезного компонента в разубоживающей породе $B = 0$, то формула примет вид:

$$П = \left(1 - \frac{Дa}{Bc}\right) 100,$$

где $П$ включает потери в целиках и в отбитом полезном ископаемом.

Количество потеряннго полезного ископаемого в абсолютной величине (в т, м³) определяют по формуле

$$П = \frac{БП}{100}.$$

Для полезных ископаемых, в которых содержание одного компонента в добытом полезном ископаемом не является характеризующим условием кондиционности полезного ископаемого (огнеупорная глина, известняки, доломитизированные известняки, доломиты и др.), потери определяются по абсолютным значениям как разность между балансовыми запасами погашенного участка и добытым на этом участке количеством полезного ископаемого, из которого исключена разубоживающая порода.

Определение потерь способами, при которых не принимаются в расчет содержание полезного компонента, например: серы в медноколчеданной руде и т. п., не может быть надежным и не допускается при вычислении потерь.

Добытая и складированная в специальных отвалах руда, которая по технологическим или другим причинам не может быть переработана, к потерям не относится. Там, где это возможно, потери руды определяются непосредственными замерами. Если непосредственный замер потеряннй руды невозможен, то они определяются по приведенным выше формулам.

5. Учет разубоживания полезного ископаемого при добыче

Разубоживание полезного ископаемого определяют или по соотношению разубоживающей породы и добытого полезного ископаемого, или по содержанию в полезном ископаемом и разубоживающей породе основного компонента.

Разубоживание полезного ископаемого P по количеству разубоживающей породы B и добытой массы D , включающей как руду A , так и разубоживающую породу B , определяют по формуле

$$P = \frac{B}{D} \cdot 100 = \frac{B}{A+B} 100,$$

где A — количество полезного ископаемого, извлеченного из погашенных балансовых запасов, т или м³.

Количество породы, разубоживающей добытое полезное ископаемое, определяет маркшейдерская служба по результатам замеров.

Разубоживание по содержанию основного компонента в полезном ископаемом и в разубоживающей породе определяют (в %) по формуле

$$P = \left(1 - \frac{a-b}{c-b}\right) 100.$$

Если разубоживающая порода не содержит полезных компонентов, т. е. $b = 0$, то формула эта примет вид:

$$P = \left(1 - \frac{a}{c}\right) 100.$$

Количество разубоживающей породы B может быть определено по формуле

$$B = D \cdot P \text{ или } B = D \frac{c-a}{c-b}.$$

Определение разубоживания производят по основному компоненту, содержащемуся в полезном ископаемом. Мощность прослоек пустой породы, включенных в полезное ископаемое и вызывающих неизбежное разубоживание, в соответствии с существующими положениями учитывается проектом разработки или годовым планом горных работ.

На всех горных предприятиях должен быть организован учет разубоживания полезного ископаемого в целом по шахте (руднику) или по карьере.

При определении разубоживания полезного ископаемого, засоренного глинистой пульпой при ликвидации подземного пожара или проведении противопожарной профилактики, а также при выщелачивании компонента растворами, за исходное содержание компонента в балансовых запасах полезного ископаемого следует принимать содержание, установленное до заилочки или пуска воды на участок.

6. Исходные данные для учета потерь и разубоживания

Для учета потерь полезных ископаемых при разработке месторождений на шахтах и карьерах должна вестись книга первичного учета потерь в соответствии с принятой их классификацией.

Позабойное опробование массива и опробование добытого полезного ископаемого, а также определение исходных величин B , c , D , a , B и b , необходимых для учета потерь и разубоживания, производится в соответствии со специальными инструкциями, с учетом особенностей разрабатываемых месторождений и условий работы горнорудных предприятий. В этих инструкциях должны быть предусмотрены нормы точности определения исходных величин согласно установленным требованиям по учету запасов, добычи полезного ископаемого, забойного и товарного опробования, замеров горных выработок, а также инструкциям по производству маркшейдерских работ и шахтной геологической службы.

Определение исходных величин по потерям производят отдельно по участкам (блокам), принятым в качестве учетных единиц; учет в пределах последних при селективной разработке ведут отдельно по сортам полезного ископаемого. Итог потерь подводят по системам разработки.

Все исходные данные, используемые для определения величины потерь и разубоживания, должны быть достаточно надежными; в противном случае можно получить результаты, не соответствующие действительности.

Вес руды, вынутой из массива рудного тела, определяют путем тщательного маркшейдерского обмера выработанного пространства и его

систематической геологической документации. Обмер выработанного пространства, особенно в мощных месторождениях с неправильными контурами рудного тела, представляет собой довольно сложную и ответственную операцию, требующую от исполнителя большой объективности, аккуратности и ответственности в работе.

Наряду с замером выработанного пространства участковый маркшейдер должен своевременно производить обмер вывалов и выпусков ранее потерянной руды и наносить эти данные на маркшейдерские планы. Для большей уверенности в полученных данных маркшейдерский обмер выработанного пространства следует производить ежедекадно; для проверки подекадных обмеров в конце каждого месяца производят общий обмер всего выработанного за месяц пространства.

Рекомендуемый порядок учета руды, вынутой из массива рудного тела, не является универсальным для всех систем разработок месторождений. Например, при системах разработки месторождений с магазинированием руды он не применим. При данной системе разработки вес руды, вынутой из массива рудного тела, заменяют весом выпускаемой руды из магазина. Естественно, такая замена может быть эффективной только в том случае, если будет обеспечен тщательный контроль за учетом выпуска руды из каждого магазина в отдельности.

Существенное значение для правильного определения веса руды, вынутой из массива, имеет объемный вес руды. На практике нередко допускают замену объемного веса для данного забоя или блока средним весом для рудника в целом. Использование при определении тоннажа руды, отбитой от массива того или иного блока, среднего для месторождения объемного веса приводит к грубым ошибкам. Для того чтобы избежать этой ошибки, следует проводить систематические определения объемного веса руды по каждой камере или блоку.

Определение веса добытой руды (рудной массы) из участка или камеры производят разными способами:

— взвешивание всех вагонеток с рудой из каждой камеры или блока на автоматических весах, устанавливаемых на каждом эксплуатационном горизонте рудника;

— взвешивание всех выдаваемых из шахты вагонеток с рудой на автоматических весах, устанавливаемых на околовольном дворе;

— подсчет всех выдаваемых вагонеток с рудой из камер или блоков (принимается для всех вагонеток ранее установленный средний вес).

Подсчет вагонеток с рудой производят как на эксплуатационном горизонте рудника (у рудоспуска), так и у устья шахты или штольни на поверхности. Средний вес руды в вагонетке устанавливают путем взвешивания руды в пяти или десяти вагонетках, при обязательном учете кусковатости руды и степени заполнения вагонеток.

Среднее содержание основного и сопутствующих компонентов в рудах, находившихся в пределах выработанного пространства, определяют как средневзвешенное на опробованную мощность рудного тела или на тоннаж руды, соответствующий каждой пробе. Боковые породы, несущие то или иное оруденение и вынимаемые совместно с рудным телом, опробуют и включают в подсчет среднего состава руды.

Если в рудном теле имеются прослойки пустых пород или забалансовых руд, выемка которых предусмотрена совместно с промышленной рудой, то среднее содержание в руде из массива рудного тела определяют с учетом включения этих прослоев. Если же эти прослойки вынимают раздельно, то их опробуют, но при определении среднего состава руды в массиве данные опробования во внимание не принимают. Безрудные боковые породы, частично попадающие в руду, опробуют, но в подсчет среднего состава руды в массиве также не включают.

Для определения среднего содержания основного и сопутствующих компонентов в добытой руде (рудной массе) могут быть использованы данные химических анализов проб, товарного повагонного опробования руды, пульпы обогатительных фабрик и руды, поступающей на металлургиче-

Таблица 66

Данные о потерях и разубоживании руды на некоторых рудниках и карьерах Урала

Наименование объектов	Система разработки	Потери, %		Разубоживание, %	
		плано-вые	факти-ческие	плано-вые	факти-ческие
Открытые работы					
Первый Северный рудник	Открытая слосвая выемка	2,0	2,3	10,3	11,4
Ауэрбаховский карьер	То же	1,2	1,2	4,0	1,8
Баяловский »	» »	1,2	1,3	4,0	5,9
Гороблагодатский »	Параллельная развозка уступов при тушковых заездах	3,5	3,9	14,6	9,4
Высокогорский »	То же	3,0	2,0	8,0	3,0
Естюнинский »	» »	2,8	2,7	8,0	12,7
Лебяжинский »	» »	3,0	2,6	15,0	16,8
Первоуральский »	» »	1,0	4,8	4,0	4,9
Бакальские карьеры	» »	4,0	4,4	3,5	2,3
Подземные работы					
Шахта Южная Гороблагодатского рудника	Открытыми забоями из подэтажных штреков	4,0	3,5	10,0	20,3
Шахта Эксплуатационная Лебяжинского рудника	То же	5,0	5,0	16,6	23,6
Шахта Магнитовая Высокогорского рудника	Система этажных скважин открытыми забоями из подэтажных штреков	3,4	4,7	7,2	8,0
Шахты Алапаевского рудника	Подэтажное обрушение	16,4	15,9	7,0	4,7
Шахты Бакальского рудника	Открытыми забоями из подэтажных штреков, камерно-столбовая, открытые камеры	21,0	23,0	3,0	2,8
Шахты Кусинского рудника	Открытыми забоями из подэтажных штреков и камер-магазины	10,5	9,4	—	—
Шахта Капитальная Сарановского рудника	Открытыми забоями из подэтажных штреков	16,0	19,7	—	—

ский завод (пробы отбираются с транспортерных лент через определенные промежутки времени).

Методика вычисления средних содержаний по сумме проб изложена в соответствующих разделах.

Размеры фактических потерь и разубоживания в условиях различных систем открытой и подземной разработки приведены в табл. 66.

7. Мероприятия по сокращению потерь и разубоживания

Борьба с потерями и разубоживанием полезных ископаемых является важным мероприятием общегосударственного значения. Маркшейдерская служба горного предприятия совместно с геологической службой ведет учет добытой и потерянной руды, а также учет потерь и разубоживания, оформляет списание погашенных запасов с баланса предприятия, разрабатывает и через руководство предприятия представляет на утверждение в министерство проект нормативных и плановых потерь и разубоживания.

Маркшейдерский отдел проводит систематическую инструментальную съемку очистных и всех прочих горных выработок и рудных отвалов, составляет новые и систематически пополняет ранее составленные рабочие планы горных выработок.

Геологический отдел проводит систематическую геологическую документацию горных выработок и опробование руд и пород в массиве, совместно с отделом технического контроля производит опробование отбитой горнорудной массы. Геологический отдел производит также отбор проб для определения влажности и объемного веса руды, по результатам опробования вычисляет среднее содержание полезных компонентов в массиве рудного тела, в отбитой рудной массе и во вмещающих породах, попадающих в руду.

Отдел технического контроля (ОТК) проводит систематическое взвешивание и опробование рудной массы, отправляемой на обогатительную фабрику или металлургический завод для ее переработки. Этот отдел осуществляет опробование бедных руд, складированных в отвалы, а также опробование вскрышных пород и пород, применяемых в качестве закладочного материала. В конце каждого месяца ОТК по данным суточного учета и опробования горнорудной массы определяет количество добытой и переработанной руды за отчетный период и средний ее состав. Иногда часть работ, находящихся в ведении ОТК, проводится геологической службой. Главный геолог предприятия должен иметь исчерпывающую информацию о работе ОТК.

Химическая лаборатория предприятия обеспечивает своевременный химический анализ забойных проб, проб товарного опробования рудной массы, бедной руды и породы, продуктов переработки руды на обогатительных фабриках и металлургических заводах. Химическая лаборатория производит также определение влажности и объемного веса руды.

Горный отдел и геолого-маркшейдерская служба предприятия совместно с горным надзором рудника проводят всесторонний анализ потерь и разубоживания руды, выявляют их причины и намечают мероприятия для их устранения.

Важное значение для сокращения потерь руды имеет систематический контроль со стороны горного надзора за сортировкой, погрузкой и транспортировкой руды. Так, при сортировке необходимо следить за тем, чтобы руда не попадала в породу. Горный надзор обязан также обеспечивать систематический контроль за погрузкой руды, не допуская при этом перегрузки и недогрузки вагонеток и наличия щелей в их кузовах во избежание потерь при транспортировке.

Наряду с этим геологический и горный надзор предприятия должны своевременно принимать меры для максимальной выемки руды из приконтактных частей рудного тела, по возможности не допуская оставления в недрах маломощных рудных тел, являющихся ответвлениями от основного рудного тела, следить за тем, чтобы при отработке пологопадающих рудных тел в почве и кровле выработок, в бермах и бортах карьеров оставалось наименьшее количество руды.

В целях борьбы с потерями необходимо постоянно совершенствовать технологию переработки руд на обогатительных фабриках и металлургических заводах, повышать извлечение не только основных, но и сопутствующих полезных компонентов при обогащении и металлургическом переделе руд.

Наряду с отмеченными мероприятиями для сокращения потерь полезных ископаемых необходимо:

- организовать складирование бедных руд в специальных отвалах;
- вводить резервные мощности и создавать новые мощности на обогатительных фабриках с целью обогащения разубоженных руд из приконтактных зон и использования для нужд народного хозяйства бедных, в некоторых случаях и некондиционных руд;
- использовать хвосты обогатительных фабрик и пыли металлургических заводов для извлечения из них как основных, так и сопутствующих компонентов;
- постоянно рационализировать системы разработки месторождений и организацию добычных работ, максимально механизировав эти работы.

Для сокращения величины разубоживания руды необходимо:

- при открытой разработке месторождения вести тщательную селекцию;
- не допускать смешивания руды с породой, доставляемой для закладки очистного пространства, предупреждать возможные нарушения настила в очистных камерах и блоках;
- проводить шпуровое опробование приконтактных частей рудного тела в месторождениях с неясными контактами последнего с тем, чтобы не допускать возможную отбойку породы вместе с рудой;
- производить селективную выемку маломощных рудных жил (например, месторождения редких металлов) и безрудных участков в мощных рудных телах;
- не допускать вывалов вмещающих пород с боков рудного тела и смешивания их с рудой.

Выполнение этих мероприятий позволит сократить потери и разубоживание руды, увеличить производство черных, цветных и редких металлов, улучшить технико-экономические показатели работы горного предприятия.

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ РУД И УЧЕТ ИХ ДВИЖЕНИЯ НА РУДНИКЕ

1. Основные параметры для подсчета запасов

Подсчитывая запасы полезного ископаемого, заключенного в месторождении, необходимо одновременно установить, сколько этого полезного ископаемого находится в каждой интересующей промышленность части месторождения, определить минеральный и химический состав и физические свойства полезного ископаемого во всех выделенных при подсчете частях и блоках месторождения и получить необходимые данные для решения вопроса о составе полезного ископаемого, об условиях залегания этого полезного ископаемого, о горнотехнических условиях предстоящей его разработки и т. п.

При подсчете запасов устанавливается ряд величин, характеризующих как все месторождение в целом, так и отдельно его части — подсчетные блоки. К таким величинам в первую очередь относятся:

— запасы руды в месторождении в целом Q и в отдельных его частях и подсчетных блоках — q_1, q_2, \dots, q_n при количестве таких частей и блоков, равном n ;

— запасы металла в валовых запасах руды всего месторождения P и в отдельных его частях и блоках — p_1, p_2, \dots, p_n .

Для подсчета запасов руды в недрах и содержащегося в пей металла необходимо определить ряд других величин, а именно:

— объем руды в пределах всего месторождения V и в отдельных его частях и блоках — v_1, v_2, \dots, v_n ;

— средний объемный вес руды $d_{\text{ср}}$ для всего месторождения и для отдельных его частей и блоков — d_1, d_2, \dots, d_n .

— среднее содержание металла $C_{\text{ср}}$ для всего месторождения и для отдельных его частей и блоков — c_1, c_2, \dots, c_n .

Запасы руды равны объемному ее весу (в т/м³), умноженному на объем руды (в м³):

$$Q = d_{\text{ср}} V;$$

$$q_1 = d_1 v_1, \quad q_2 = d_2 v_2, \quad \dots, \quad q_n v_n = v_n d_n$$

или в общем виде $q = d v$.

Запасы металла в руде равны среднему содержанию металла в руде в процентах, деленному на 100 и умноженному на запас руды:

$$P = \frac{C_{\text{ср}}}{100} Q \quad \text{и} \quad p = \frac{c}{100} q.$$

Объем руды месторождения v и объем отдельных его частей и блоков — v_1, v_2, \dots, v_n чаще всего определяются как произведения площади месторождения S и средней мощности $M_{\text{ср}}$, а для отдельных участков или блоков — как произведения соответствующих площадей s_1, s_2, \dots, s_n на их средние, присущие им мощности m_1, m_2, \dots, m_n ,

$$V = M_{\text{ср}} S \quad \text{и} \quad v = m s.$$

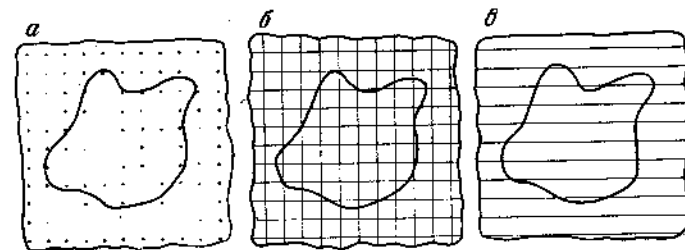


Рис. 130. Точечная (а), квадратная (б) и линейная (в) палетки для измерения площадей

Следует указать, что объем полезного ископаемого не во всех случаях определяют умножением средней мощности на соответствующую площадь, однако эти величины имеют большое значение как при геологической характеристике месторождения, так и при решении вопросов его разработки, поэтому в ходе разведки и подсчета запасов их устанавливают с необходимой точностью.

Таким образом, основными величинами или параметрами, которые чаще всего должны быть установлены для подсчета запасов полезного ископаемого в месторождении, являются:

— площади полезного ископаемого — S и s_1, s_2, \dots, s_n ;

— мощности полезного ископаемого — $m_{\text{ср}}$ и m_1, m_2, \dots, m_n ;

— объемные веса полезного ископаемого — $d_{\text{ср}}$ и d_1, d_2, \dots, d_n ;

— содержания металла в полезном ископаемом — $C_{\text{ср}}$ и c_1, c_2, \dots, c_n .

Эти параметры дают основание для определения запасов как всего месторождения, так и отдельных его частей — Q и q_1, q_2, \dots, q_n , а также запасов какого-либо компонента в составе полезного ископаемого — P и p_1, p_2, \dots, p_n .

Определение площадей. Площади месторождения и отдельных рудных тел оконтуривают и измеряют на планах, разрезах, проекциях рудных тел на вертикальную или горизонтальную плоскость. Вопросы оконтуривания рудных тел рассмотрены ниже, здесь мы остановимся лишь на измерении площадей. Площади при установлении объемов рудных тел определяют или планиметром и палеткой, или непосредственным измерением параметров простых геометрических фигур.

Измерение площадей планиметром производят обычным способом, описанным в курсах геодезии и топографии. Если разница между первым и вторым измерениями не превышает 5%, для подсчета принимается среднее из двух измерений; при разнице, превышающей 5%, обмеры повторяют до тех пор, пока разность между двумя соседними промерами не будет ниже 5%.

Определение площадей с помощью палетки дает приблизительно ту же точность, что и определение планиметром. Палетка (рис. 130) представляет собой лист прозрачной бумаги, разграфленной параллельными линиями через 10 или 5 мм (линейная палетка) или на квадраты со сторонами 10 или 5 мм (квадратная палетка), или, наконец, содержащей только точки по квадратной сетке (точечная палетка).

Наиболее удобна в работе точечная палетка. Ее накладывают в произвольном положении на измеряемую площадь и подсчитывают количество точек, находящихся в пределах этой площади. Затем изменяют положение палетки по отношению к контуру измеряемой площади и производят второй подсчет количества точек. Если разница между двумя подсчетами составляет не больше 5%, берут среднее из двух наблюдений и по площади, соответствующей одной точке, определяют размер всей площади. Если разность между двумя подсчетами количества точек превышает 5%, подсчеты повторяют пока не будет достигнута необходимая точность. При измерении небольших площадей, на которых укладывается менее 20 точек палетки, применение этого метода затруднено. Поэтому для измерения небольших площадей рекомендуется использовать палетки с большим числом точек на единицу площади.

Вычисление площади по геометрическим формулам производят в тех случаях, когда площадь ограничена прямыми линиями и представляет собой сравнительно простую фигуру. Сложные фигуры для вычисления площади расчленяют на серию простых фигур, сумма площадей которых дает площадь всей сложной фигуры.

Определение мощности рудных тел производят по пересечениям рудного тела горными выработками и буровыми скважинами. При четких контактах руды с вмещающими породами замеры мощности производят при геологической документации разведочных и эксплуатационных выработок. Если рудное тело представлено несколькими типами или сортами руд, мощность каждого из них замеряют и записывают отдельно. Мощности, как правило, замеряют с точностью до сотых долей метра.

В том случае, когда разведочная или эксплуатационная выработка пересекает рудное тело под некоторым углом к направлению истинной его мощности, для вычисления истинной мощности по замерам в выработке пользуются следующей приближенной, но достаточной для целей подсчета запасов формулой:

$$m = l \cos(\beta - \alpha) \cos \gamma,$$

где m — истинная мощность рудного тела;

l — мощность рудного тела по замеру в выработке;

β — угол падения рудного тела;

α — зенитный угол наклона выработки в рудном теле;

γ — угол падения между азимутом выработки и азимутом падения рудного тела.

Если азимут выработки совпадает с азимутом падения рудного тела, т. е. угол $\gamma = 0$ и $\cos = 1$, формула приобретает следующий вид:

$$m = l \cos(\beta - \alpha).$$

Во многих случаях истинную мощность рудного тела на участке выработки, пересекающей рудное тело под некоторым углом к направлению истинной мощности, определяют путем замера на геологических разрезах или на специально построенных графиках.

Определение объемного веса. Объемный вес должен определяться для каждого из сортов руд, участвующих в подсчете запасов; он зависит от

минерального и химического состава руды и ее влажности в момент определения. В ряде случаев наблюдается четкая корреляция между химическим составом руды и ее объемным весом. Установив по серии наблюдений такую корреляцию, в дальнейшем по каждой химической пробе руды можно определить соответствующий этой пробе объемный вес.

Наличие четкой корреляции между составом руды и ее объемным весом наблюдается, например, в некоторых типах железных руд, состоящих из смеси магнетита (или мартита) с удельным весом 5,0 (4,8—5,2) и алюмосиликатов с удельным весом 2,8—2,9. Естественно, что для этих руд существует определенная зависимость между содержанием железа (магнетита, мартита) и объемным весом руды. Пользуясь графиком (рис. 131), можно с допустимой точностью определить объемный вес руды по содержанию в ней железа.

Определение содержания компонентов. Содержание компонентов в руде определяют в соответствующих лабораториях. Рудничный геолог обязан точно указывать, на какие компоненты следует анализировать геологические пробы и давать лаборатории соответствующие задания.

Содержание компонента в пробах определяют в виде металла или его простейшего соединения или в виде минерала. Содержание металла или его химического соединения для коренных рудных месторождений определяют в весовых процентах или в граммах на 1 т руды, а содержание металла для россыпных месторождений (золото, платина) — в граммах (или миллиграммах) на 1 м³.

Надежность определения содержания ценных компонентов в рудах проверяют внутренними и внешними контрольными анализами, результаты которых прилагают к материалам подсчета запасов.

Для подсчета запасов используют лишь те результаты анализов, расхождения по которым не превышают установленных соответствующей инструкцией ГКЗ норм.

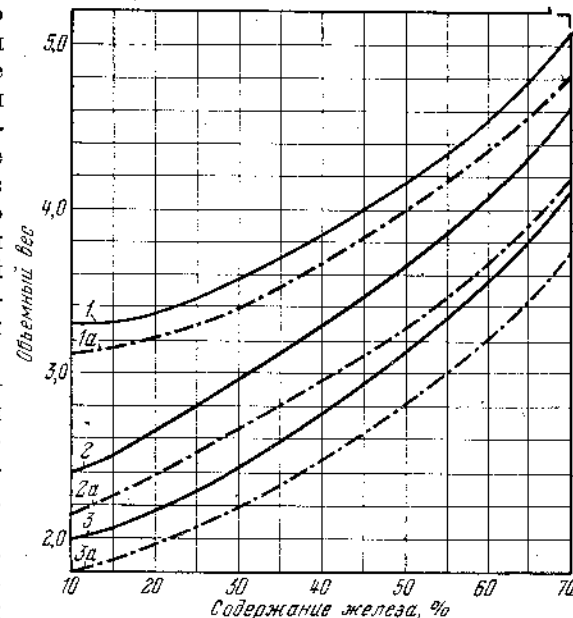


Рис. 131. Кривые зависимости объемного веса железных руд Высокогорского месторождения от содержания в них железа.

1, 2, 3 — средние кривые зависимости, установленные по керну для магнетитовых, полумартитовых и мартитовых руд; 1a, 2a, 3a — средние кривые для крупнотонусковой рудной массы, с учетом их трещиноватости (5% для магнетитовых и 10% для полумартитовых и мартитовых руд)

2. Оконтуривание рудных тел и блоков

Наиболее сложной и ответственной операцией подсчета запасов является оконтуривание рудных тел и графическое изображение их формы в соответствующем масштабе. При оконтуривании рудных тел должны быть учтены данные опробования и документации всех выработок, пройденных с целью разведки и подготовки месторождения к эксплуатации, а также материалы документации и опробования естественных обнажений рудных тел.

Одним из основных документов для подсчета запасов является проекция рудного тела на вертикальную или горизонтальную плоскости. Проекция месторождения или отдельных рудных тел на горизонтальную плоскость составляется для месторождений с пологим залеганием рудных тел, проекция на вертикальную плоскость — для месторождений с крутопадающими рудными телами. Для рудных тел со средним углом падения составляют проекции на наклонные плоскости.

Плоскости, на которые проектируются рудные тела, должны быть параллельны средним направлениям простирания рудных тел. В том случае, когда направление простирания рудного тела в какой-либо его части резко изменяется, соответственно изменяют и простирание плоскости проекции.

На проекциях прежде всего определяют так называемый внутренний контур рудного тела путем соединения прямыми отрезками ближайших друг к другу выработок, вскрывших рудное тело. Одновременно при наличии внутри этого контура отдельных выработок или групп выработок, установивших отсутствие оруденения и наличие так называемых «безрудных окон» в рудном теле, вокруг этих «пустых» выработок по соседним рудным выработкам проводят контур, аналогичный первому.

Затем путем интерполяции и экстраполяции, характер которых обуславливается теми или иными правилами, рассмотренными ниже, проводят «внешний контур залежи», соответствующий естественной границе распространения руд, или, иначе говоря, линии нулевой мощности залежи. Таким же контуром ограничивают «безрудные окна» внутри рудной залежи.

В некоторых случаях внешний контур рудной залежи проводят не по нулевой, а по какой-либо иной мощности залежи (0, 5, 1, 2 м и т. д.), принятой в качестве предельной при промышленном использовании залежи. В других случаях внешний контур залежи проводят по бортовому (предельно минимальному для промышленного использования) содержанию металла или минерала в руде. Такой метод широко применяется при оконтуривании россыпных, осадочных и некоторых магматогенных месторождений, где содержание металла от центральных частей рудного тела к его периферии постепенно понижается и балансовые руды постепенно переходят в забалансовые или в безрудные породы. При этом чаще всего пикавого выклинивания рудных тел не наблюдается.

Бортовое содержание металла устанавливают либо только для балансовых руд и в этом случае руды с содержанием металла ниже бортового в подсчет не включают, либо для балансовых и забалансовых руд. В первом случае внешний контур рудной залежи проводят по бортовому содержанию для балансовых руд, во втором — по бортовому содержанию для

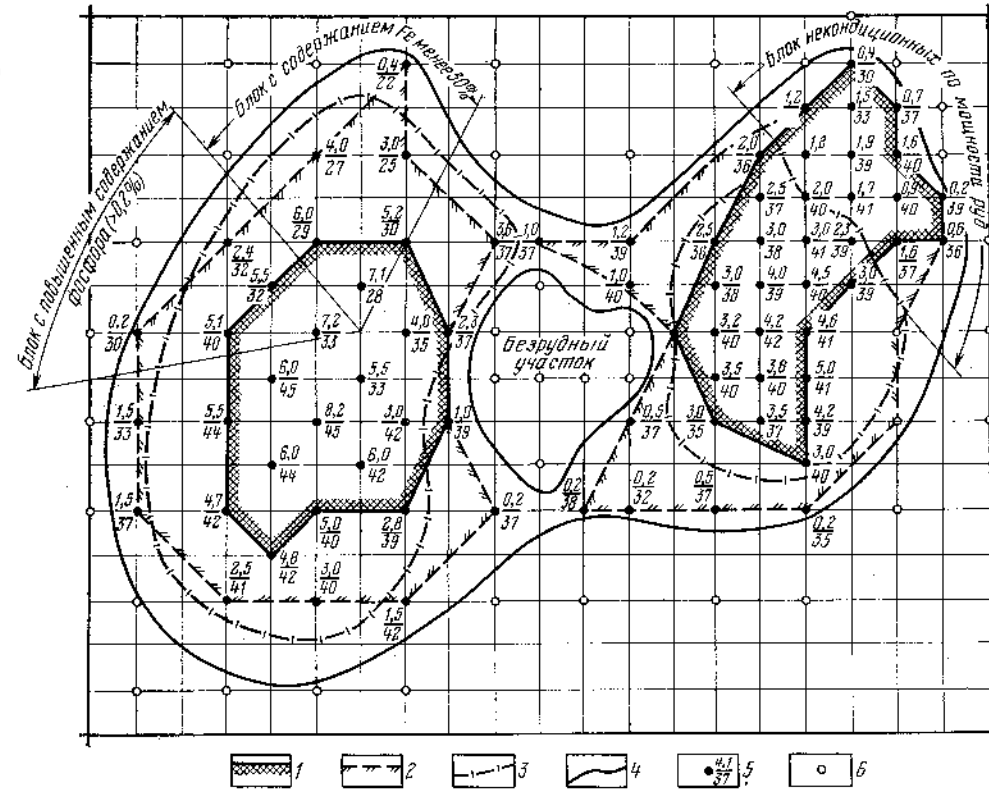


Рис. 132. Оконтуривание рудной залежи с выделением отдельных типов руд, балансовых и забалансовых по мощности и по составу руд и категорий запасов.

1 — граница запасов категории А; 2 — граница внутреннего контура — граница запасов категории В; 3 — изолиния мощности 2 м — граница кондиционных по мощности руд; 4 — изолиния нулевой мощности — внешний контур месторождения; 5 — рудные выработки (верхняя цифра — мощность залежи, нижняя — содержание железа в руде); 6 — безрудные выработки

забалансовых руд и внутри этого контура определяют контур балансовых и забалансовых руд.

При установлении минимальной промышленной мощности рудной залежи внешний контур может быть проведен по нулевой мощности и внутри этого контура балансовые и забалансовые руды оконтуривают по минимальной мощности.

Пример оконтуривания сложной по составу рудной залежи с выделением отдельных типов руд, балансовых и забалансовых по мощности и по составу руд приведен на рис. 132. На этом рисунке оконтурирована залежь бурых железняков, для которых промышленная мощность установлена в 2 м, бортовое содержание для балансовых руд по железу — не менее 30%, по фосфору не более 0,20%, а для забалансовых руд — мощность залежи нулевая, содержание железа — не менее 20%, содержание фосфора не нормируется. Кроме внешнего и внутреннего контуров здесь

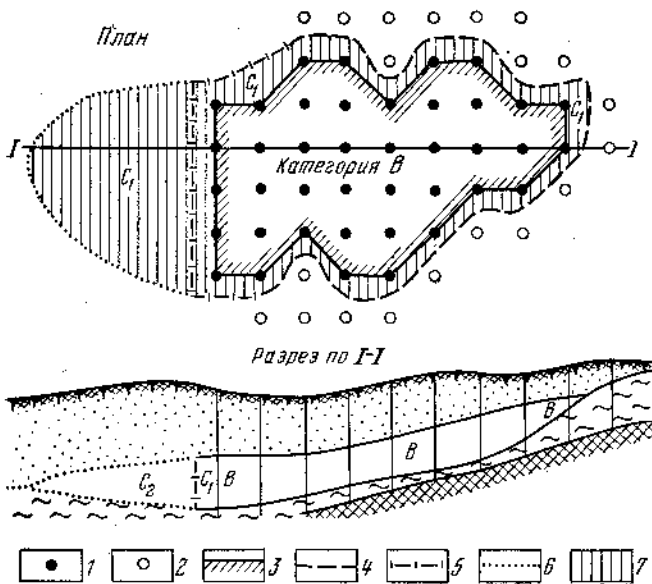


Рис. 133. Оконтуривание на плане и в разрезе рудной залежи способами ограниченной и неограниченной экстраполяции.

1 — скважины, пересекшие рудную залежь; 2 — скважины, не обнаружившие рудную залежь; 3 — внутренний контур разведанной залежи; 4 и 5 — внешний контур рудной залежи, установленный ограниченной (4) и неограниченной (5) экстраполяцией; 6 — межконтурная зона; 7 — площадь запасов категорий С₁ и С₂.

установлены также границы между балансовыми и забалансовыми по составу и по мощности рудами и граница между запасами различных по степени разведанности категорий.

В ряде случаев может возникнуть необходимость выделения забалансовых руд по горнотехническим или гидрогеологическим условиям, разграничение площадей, пригодных для открытых и подземных работ (например, по заданному соотношению между мощностью покрывающих пород и мощностью рудной залежи), выделения отдельных сортов руд и т. д. Все эти операции входят в задачу оконтуривания месторождения и разбивки его на отдельные подсчетные блоки.

Как указано выше, внутренний контур проводят через крайние выработки, вскрывшие рудное тело с промышленными параметрами. Эти выработки соединяют прямыми отрезками, и внутренний контур представляет собой замкнутый многоугольник.

Внешний контур чаще всего проводят за пределами крайних разведочных выработок либо методом ограниченной экстраполяции между рудными и безрудными выработками, либо методом неограниченной экстраполяции, когда закоптурные разведочные выработки отсутствуют.

Пример ограниченной и неограниченной экстраполяции дан на рис. 133. Здесь в пределах разведанной части месторождений внешний контур проведен в виде плавной линии, соединяющей точки, расположенные посередине между скважинами, ветротившими руду, и соседними скважинами, не вскрывшими руды и ограничивающими расстояния экстраполяции, вследствие чего экстраполяцию в данном случае и называют ограниченной.

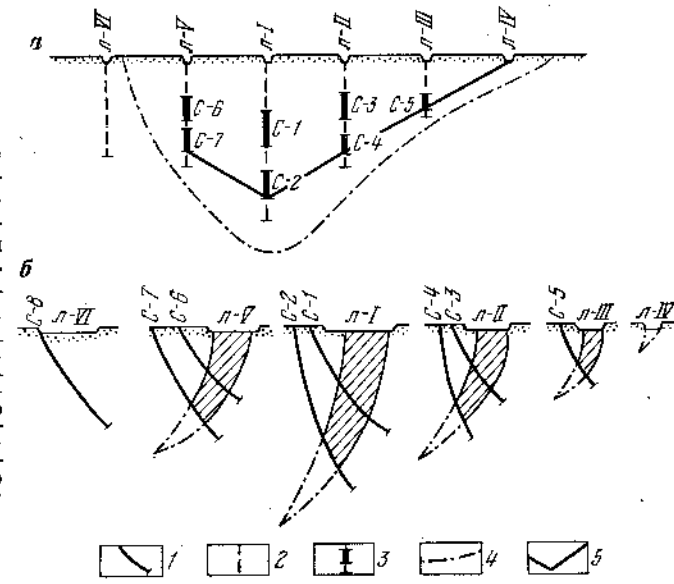


Рис. 134. Проведение внешнего контура рудного тела в проекции его на вертикальную плоскость (а) путем отстройки границы выклинивания тела на геологических разрезах (б).
1 — скважины в разведочных линиях (С-1, ..., С-8); 2 — проекция скважин на вертикальную плоскость; 3 — проекция на вертикальную плоскость рудных интервалов по скважинам; 4 — внешний контур рудного тела; 5 — внутренний контур рудного тела; л-1, ..., л-VI — разведочные линии

В левой, неразведанной, части месторождения внешний контур не ограничивается безрудными выработками. Здесь этот контур продолжен от крайних рудных скважин на расстояние, составляющее половину общей длины разведанной части месторождения. Зону месторождения, расположенную между внешним и внутренним контурами, называют межконтурной зоной.

Совокупность приемов проведения внешнего контура в условиях неограниченной экстраполяции подразделяют на три группы.

К первой группе относятся приемы, при которых учитывается смена пород, фаций или структур, благоприятных для локализации оруденения, породами, фациями или структурами, неблагоприятными для оруденения. Если на геологических картах представляется возможным установить границу такой смены, то последняя является границей экстраполяции.

Ко второй группе относятся приемы, при которых используют данные по изучению рудного тела. Наиболее применимы эти приемы при уменьшении мощности залежей от центра к периферии, когда граница полного выклинивания легко отстраивается по серии геологических разрезов или на плане с линиями разных мощностей рудного тела.

В том случае, когда нет ни геологических, ни морфологических оснований для установления внешнего контура при неограниченной экстраполяции, используют некоторые формальные приемы (группа третья), связанные с плотностью разведочной сети, системой эксплуатационных работ или с размерами рудного тела.

Рассмотрим некоторые из примеров проведения внешнего контура в условиях неограниченной экстраполяции.

На рис. 134 показан способ проведения внешнего контура рудного тела на вертикальной проекции этого тела путем предварительной

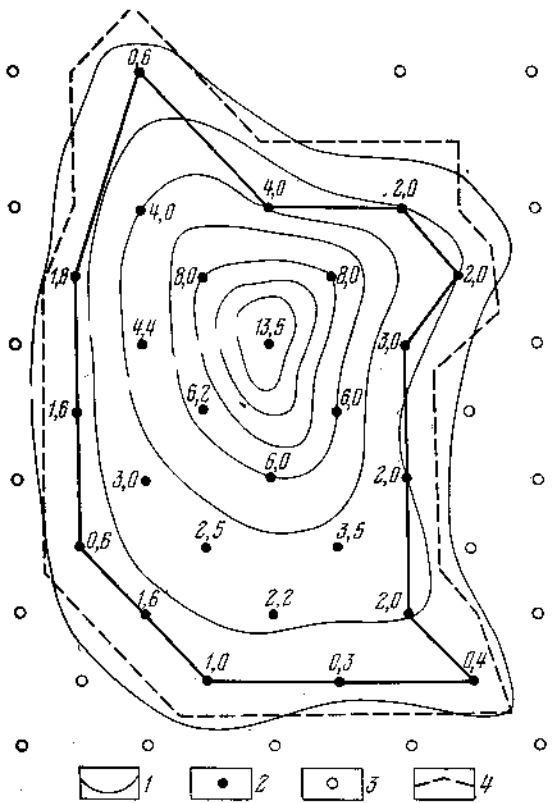


Рис. 135. Оконтуривание рудной залежи по ее мощностям.

1 — изолинии вертикальных мощностей залежи; 2 — скважины, встретившие залежь (цифры — мощность залежи); 3 — скважины, не обнаружившие рудную залежь; 4 — нулевой контур рудной залежи, проведенный через средние точки между рудными и безрудными скважинами

тур в левой части рисунка совпадает с внутренним контуром, в правой — определен способом ограниченной экстраполяции, затем продолжен на глубину прямыми линиями до горизонта, лежащего ниже пройденного ряда скважин на нормальную высоту эксплуатационного этажа, по которому и проведен внешний контур методом неограниченной экстраполяции. В том случае, когда рудное тело разведано горизонтальными подземными выработками из ствола шахты и ниже последнего горизонта нет других выработок, т. е. внутренний контур проходит по этому горизонту, оконтуривание рудного тела при изометричном сечении производят по методу полушария или конуса, а при удлиненном сечении — по методу треугольника или полотна (рис. 137).

Основанием полушария и конуса при изометричных рудных телах является сечение тела на внутреннем контуре, а радиусом шара или высотой

отстройки границы выклинивания на геологических разрезах, перенесения точек выклинивания с этих разрезов на указанную проекцию и соединения этих точек плавной кривой.

На рис. 135 показан способ оконтуривания рудной залежи на плане линий равных мощностей этой залежи. Здесь линию нулевой мощности проводят аналогично другим изолиниям; не обязательно эта линия должна проходить через точки, лежащие посередине отрезков между рудными и безрудными скважинами (в одних случаях она проходит дальше от этих точек, в других ближе к ним).

На рис. 136 показан способ оконтуривания крутопадающей рудной залежи в проекции ее на вертикальную плоскость. Внутренний контур четко ограничивается по канавам, пройденным на поверхности, по подземным горным выработкам двух горизонтов (этажах подземных работ) и скважинам в двух следующих, более глубоких горизонтах. Внешний контур

конуса — половина среднего поперечного разреза этого сечения. Основанием треугольника и полотна также является сечение рудного тела на его внутреннем контуре, а высотой треугольника — половина наибольшего отрезка в сечении тела, а полотна — четвертая часть этого отрезка.

При оконтуривании рудных залежей необходимо кроме разрезов на вертикальную или горизонтальную плоскости использовать вертикальные разрезы по всем разведочным линиям или горизонтальные разрезы и другие вспомогательные графические материалы, составленные с учетом данных, полученных в процессе эксплуатации месторождения.

При наличии нескольких залежей проекции их на соответствующие плоскости строят отдельно, а вертикальные и горизонтальные разрезы и некоторые другие графические материалы могут быть и общими.

Для тел изометричных, столбообразных и неправильных (сложных) форм составляют проекции на горизонтальную плоскость и одновременно, если необходимо, на одну или две взаимно перпендикулярные вертикальные плоскости. Кроме того, в этом случае составляют также вертикальные, а иногда и горизонтальные разрезы и другие вспомогательные графики.

При определении границ между различными категориями запасов пользуются указаниями о необходимой плотности разведочных выработок для этих категорий, изложенными для различных полезных ископаемых и групп месторождений в соответствующих инструкциях ГКЗ.

Точность оконтуривания месторождения и подсчета запасов зависит от многих геологических факторов и принятой методики разведки. Точность подсчета запасов

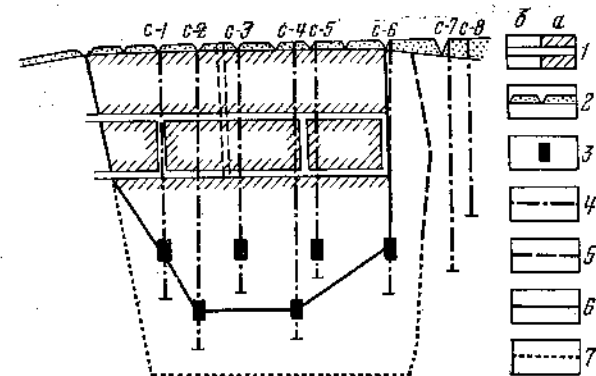


Рис. 136. Оконтуривание крутопадающего рудного тела в проекции его на вертикальную плоскость.

1 — горные выработки, пройденные по руде (а) и по породам (б); 2 — каналы, вскрывшие коренные породы; 3 — рудные интервалы, подсеченные скважинами; 4 — безрудные скважины; 5 — внутренний контур интерполяции; 6 — внешний контур ограниченной экстраполяции; 7 — внешний контур неограниченной экстраполяции

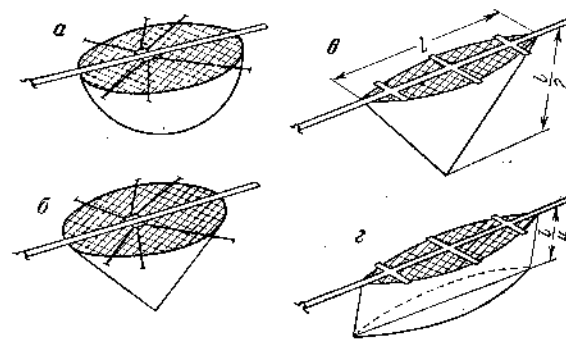
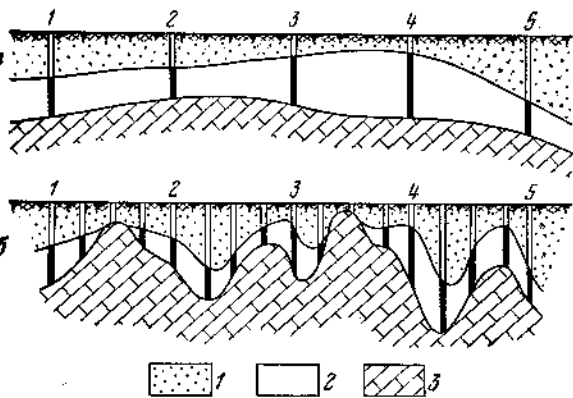


Рис. 137. Экстраполяция контуров рудного тела по методам:

а — полушария, б — конуса, в — плоского конуса (треугольника), г — клинообразного тела (полотна)



зависит прежде всего от точности оконтуривания рудного тела. Естественно, чем сложнее морфология рудного тела, тем большей может быть погрешность при подсчете запасов.

Степень отклонения изображенной на графических материалах формы месторождения от действительной зависит от степени сложности этой формы: чем она сложнее, тем более вероятны значительные погрешности в ее изображении, а следовательно, и в определении объема рудного тела и запасов руд.

При прочих равных условиях изображаемая форма месторождения или формы отдельных ее частей тем ближе к действительным формам, чем более густой сетью разведочных выработок пересечено месторождение или отдельные его части. Кроме того, на достоверность изображения формы месторождения оказывает влияние общая геологическая его изученность, позволяющая устанавливать степень надежности применяемой при оконтуривании месторождения интерполяции и экстраполяции.

Интересно отметить, что для месторождений силикатных никелевых руд Среднего Урала, отличающихся крайней изменчивостью их формы и состава, были установлены следующие значительные отклонения в цифрах запасов в сторону уменьшения по сравнению с теми, которые подсчитывались по сетке скважин 10×10 м:

При сети	отклонение	составило	
10×10 м	составило	4,3%	
» » 20×10 »	» »	11,6 »	
» » 20×20 »	» »	24,5 »	
» » 30×30 »	» »	30,5 »	
» » 40×40 »	» »	47,2 »	

Такие же значительные отклонения в сторону уменьшения запасов при сгущении сети разведочных выработок имеют место на инфильтрационных месторождениях бурых железняков Северного Урала.

На рис. 138 приведены разрез Самского месторождения, составленный по данным разведочных выработок, пройденных через 50 м (рис. 138, а), и разрез по той же линии, составленный с учетом проходки дополнительных выработок через 12,5 м (рис. 138, б). Подстилающие месторождение известняки имеют явно выраженный карстовый характер. Сравнение пло-

щадей рудного тела в первом и втором разрезах показывает, что сгущение сети разведочных выработок вносит существенные поправки в запасы, подсчитанные первоначально по более редкой сети разведочных выработок.

Наряду с этим необходимо подчеркнуть, что для многих крупных, правильных по форме и относительно постоянных по составу руд месторождений запасы могут быть определены с вполне достаточной точностью по разведочной сети 50×50 м, 100×100 м и даже более редкой сети.

Погрешность в определении запасов как всего месторождения, так и отдельных его частей зависит от погрешности определения объемного веса, принятого при подсчете запасов. Средний объемный вес, как правило, вычисляют по некоторому количеству непосредственных его определений, каждое из которых имеет ту или иную погрешность. Чем более изменчив состав руд и чем значительнее колебания объемного веса в отдельных пунктах месторождения, тем большие ошибки содержатся в цифрах средних объемных весов, а следовательно, и в цифрах подсчета запасов.

При определении объемного веса методом выемки целика точность объемного веса зависит от точности замера вынутого объема полезного ископаемого и точности взвешивания исследуемого материала.

Следует отметить, что из-за громоздкости полевых определений объемного веса полезного ископаемого и невозможности производить такие определения в блоках, не вскрытых горными выработками, при подсчете запасов всей залежи полезного ископаемого приходится оперировать, в лучшем случае, несколькими полевыми определениями объемного веса. При этом для многих блоков непосредственные определения объемных весов могут отсутствовать, что связано с необходимостью условно принимать для них по аналогии с другими блоками тот или иной объемный вес или вычислять для всей залежи некоторый средний объемный вес, пользуясь имеющимися определениями.

Лабораторные определения объемных весов, например по кускам бурового зерна, отличаются низкой точностью, так как при этом не могут быть учтены имеющиеся в полезном ископаемом полости и трещины, а вещественный состав отдельных кусков не всегда соответствует общему среднему составу полезного ископаемого.

Наконец, на достоверность подсчета запасов руд и определения качественного их состава влияет степень химической и технологической изученности руд в отдельных частях месторождения, гидрогеологические особенности месторождения и другие факторы.

Существенное значение для подсчета запасов имеет вычисление среднего содержания полезного компонента.

Для последовательного усреднения состава применяют ряд приемов и формул, от сложных — для месторождений с резко изменяющимся составом руд до упрощенных, соответствующих тем случаям, когда колебания состава по отдельным пробам сравнительно невелики и месторождение опробовано (разведано) по относительно правильной сети, вследствие чего упрощение подсчетных формул не сказывается существенно на конечных результатах.

При определении в полезном ископаемом среднего содержания какого-либо компонента по серии имеющихся наблюдений необходимо

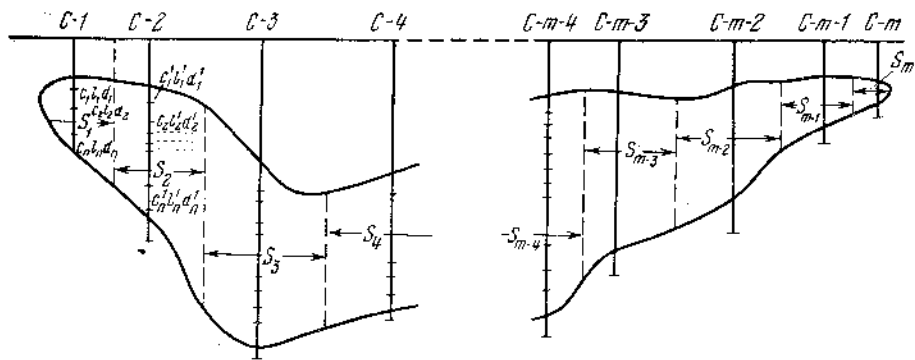


Рис. 139. Схема, иллюстрирующая последовательное усреднение состава руд в одном из геологических разрезов месторождения.

1-я стадия: вычисление произведений ld и cid в каждой пробе скв. 1, а затем всех остальных скважин;

2-я стадия: вычисление $\sum_{1}^{n} cid$, $\sum_{1}^{n} ld$ и c_{cp} для скв. 1 ($c_{cp} = \frac{\sum_{1}^{n} cid}{\sum_{1}^{n} ld}$) и аналогично для всех остальных

скважин; 3-я стадия: измерение площадей $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ рудного тела, тяготеющих к скв.

1, 2, 3, ..., m ; 4-я стадия: вычисление c_{cp} для каждой скважины и затем c_{cp} для всего разреза

$$\left(c_{cp} = \frac{\frac{1}{m} \sum_{1}^{m} Sc}{\sum_{1}^{m} S} \right)$$

установить для каждого из них так называемый «вес наблюдения». Обычно при усреднении состава в качестве весов отдельных наблюдений принимают те массы полезного ископаемого, на которые можно распространить показания отдельных проб. Рис. 139 иллюстрирует последовательное усреднение состава руд в одном из геологических разрезов.

3. Способы подсчета запасов

В геологической литературе описано около двадцати различных способов подсчета запасов. Однако в практике применяют не более четырех-пяти, а именно: способы разрезов, эксплуатационных блоков, ближайшего района, геологических блоков и треугольников. Из названных пяти способов наиболее широко применяют способ разрезов и способ эксплуатационных блоков. Этими двумя способами производится до 70% всех подсчетов. Способами ближайшего района и геологических блоков производится до 27% подсчетов, и только 3% подсчетов приходится на другие способы.

Способ разрезов. Применение этого способа подсчета предусматривает проведение разведочных выработок по линиям (сечениям). Линии и разведочные выработки на линиях должны быть более или менее равномерно распределены в пределах подсчетного контура (рис. 140, а, б). Разведочные выработки на линиях должны вскрывать полное пересечение рудных тел.

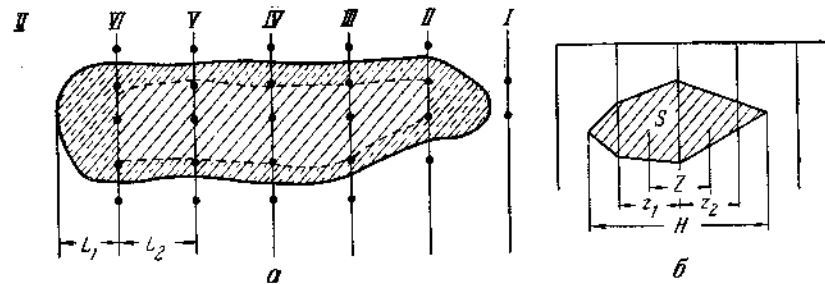


Рис. 140. Схема построения плана рудного тела (а) и разреза (б)

При подсчете запасов этим способом по разведочным данным строят горизонтальные или вертикальные геологические разрезы, на которые наносят подсчетные контуры соответственно горизонтального или вертикального сечения рудного тела. В связи с этим данный способ подсчета имеет две разновидности: способ вертикальных разрезов и способ горизонтальных разрезов. Принцип подсчета для обоих способов один и тот же. Составленные вертикальные или горизонтальные разрезы пересекают рудное тело месторождения на отдельные участки или блоки, которые, за исключением приконтурных блоков, ограничены двумя разрезами (плоскостями). Приконтурные блоки с одной стороны ограничены разрезом, а с другой — контуром поверхности рудного тела.

Запасы руды и металлов определяют в каждом блоке, т. е. в каждом участке рудного тела, ограниченного вертикальными или горизонтальными разрезами. Сумма запасов отдельных блоков дает общие запасы рудного тела или месторождения. Подсчет запасов в каждом отдельном блоке может быть произведен различными способами.

Разбивка рудного тела на блоки может быть произведена по разведочным линиям (рис. 141, а) или по условным плоскостям, проходящим через середину расстояния между разведочными линиями (рис. 141, б). В последнем случае составленный разрез по разведочной линии будет являться средним разрезом. Площадь рудного тела этого разреза принимается для подсчета средней площади сечения блока. Следует иметь в виду, что последний способ разбивки рудного тела на блоки можно применять только для месторождений с равномерным распределением полезных компонентов. Для месторождения с неравномерным и тем более с крайне неравномерным характером оруденения применять этот способ разбивки рудного тела на блоки не рекомендуется.

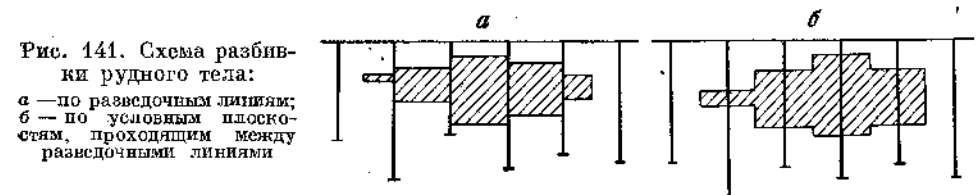


Рис. 141. Схема разбивки рудного тела: а — по разведочным линиям; б — по условным плоскостям, проходящим между разведочными линиями

Средняя мощность определяется двумя способами: среднеарифметическим и средневзвешенным на расстояние влияния соответствующей разведочной выработки.

В первом случае

$$M_{\text{ср}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}{n},$$

где m_1, m_2, m_3 — мощность рудного тела, вскрытого разведочными выработками;

n — число разведочных выработок, по которым произведен замер мощности рудного тела.

Во втором случае

$$M_{\text{ср}} = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + m_3 l_3 + \dots + m_n l_n}{\sum l},$$

где $M_{\text{ср}}$ и $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ — то же, что в предыдущей формуле;
 $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ — расстояние влияния разведочных выработок.

Средняя площадь блоков определяется среднеарифметическим способом из площадей сечений, ограничивающих данный блок.

Объем блока определяют путем умножения средней площади сечения блока $S_{\text{ср}}$ на расстояние между сечениями L .

Для определения объема блока может быть применено несколько формул. Например, когда площади сечений рудного тела, ограничивающих блок, более или менее одинаковы,

$$V = \frac{S_{\text{ср}1} + S_{\text{ср}2}}{2} L,$$

$S_{\text{ср}1}$ и $S_{\text{ср}2}$ — площади сечений ограничивающих блок;
 L — расстояние между сечениями.

Когда площади сечений, ограничивающих блок, имеют изометричную форму и по величине расходятся более чем на 40%,

$$V = \frac{S_{\text{ср}1} + S_{\text{ср}2} + \sqrt{S_{\text{ср}1} S_{\text{ср}2}}}{2} L,$$

где $S_{\text{ср}1}, S_{\text{ср}2}$ и L — то же, что и в предыдущей формуле.

Для приконтурных блоков, опирающихся только на одно сечение, определяют по формуле клина

$$V = \frac{SL}{2},$$

или по формуле конуса

$$V = \frac{SL}{3},$$

где V и S — то же, что и в предыдущих формулах;

L — расстояние от плоскости сечения блока до его выклинивания.

В том случае, когда подсчетные блоки ограничиваются плоскостями, проходящими через середину расстояния между разведочными линиями

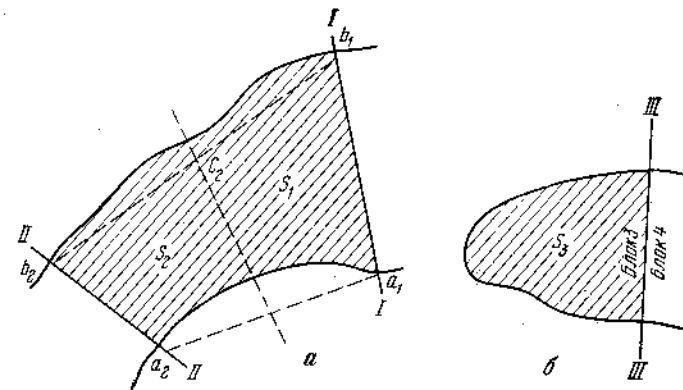


Рис. 142. Схема разбивки рудного тела на блоки непараллельными сечениями.
а — план; б — разрез

(рис. 142), объем блока определяют как произведение площади S сечения на расстояние влияния этого сечения L

$$V = SL,$$

где S — площадь сечения на разрезе блока;

L — расстояние влияния сечения, равное полусумме расстояний от этого сечения до ближайших сечений

$$\left(L = \frac{l_1 + l_2}{2} \right).$$

Среднее содержание для блока определяют в зависимости от характера оруденения тремя способами:

1) среднеарифметическим

$$C = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_n}{n};$$

2) средневзвешенного на мощность, если имеется зависимость между мощностью и содержанием, а также, если разведочные выработки распределены более или менее равномерно,

$$C = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3 + \dots + c_n m_n}{\sum m};$$

3) средневзвешенного на мощность и длину влияния выработки при наличии зависимости между мощностью и содержанием, а также при условии неравномерного распределения разведочных выработок

$$C = \frac{c_1 m_1 l_1 + c_2 m_2 l_2 + c_3 m_3 l_3 + \dots + c_n m_n l_n}{m_1 l_1 + m_2 l_2 + m_3 l_3 + \dots + m_n l_n}.$$

Таким образом, определив основные средние параметры, необходимые для подсчета запасов, можно определить запасы руды и металлов для каждого блока в отдельности по формулам

$$q_1 = v_1 d,$$

$$P_1 = q_1 c_1,$$

где q_1 — запасы руды по блоку;

v_1 — объем соответствующего блока;

d — объемный вес руды по блоку;

c_1 — среднее содержание полезного компонента по блоку;

P_1 — запасы металла по блоку.

Сумма запасов отдельных блоков составит запасы по месторождению в целом.

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + \dots + q_n,$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n.$$

где Q — запасы руды по месторождению в целом, т;

P — запасы металла по месторождению в целом, т.

Разновидностью способа разрезов является подсчет запасов по линейному способу. Этот способ подсчета предусматривает:

а) подсчет запасов участков, расположенных между двумя выработками на разведочных линиях при ширине этих участков в 1 м;

б) суммирование запасов, определенных так, как указано в пункте «а». Сумма этих запасов будет составлять запасы в ленте шириной в 1 м соответствующей линии;

в) определение запасов в участках, заключенных между сечениями, или в участках, прилегающих к каждому сечению;

г) определение общих запасов по месторождению.

Запасы участков при ширине их в 1 м, расположенных между двумя выработками на разведочной линии, подсчитываются на геологоразведочных разрезах, построенных вдоль разведочной линии.

Объем такого участка определяют по формуле

$$v_1 = \frac{m_1 + m_2}{2} a \cdot 1,$$

где v_1 — объем участка, расположенного между двумя выработками в сечении по разведочной линии, при ширине участка вкрест линии в 1 м;

m_1 и m_2 — мощности рудного тела по разведочным выработкам;

a — расстояние между разведочными выработками на линии.

Запасы руды q_1 и запасы металла P_1 по участку определяют по формулам

$$q_1 = v_1 d$$

$$P_1 = q_1 c_1$$

где q_1 — запасы руды, т;

P_1 — запасы металла, т;

c_1 — содержание полезного компонента, %.

В ленте шириной в 1 м по каждой разведочной линии запасы определяются как сумма частных запасов отдельных участков, заключенных между разведочными выработками разведочной линии при ширине, равной 1 м.

Имея запасы в ленте шириной в 1 м для каждой линии, можно определить запасы, расположенные между линиями, или запасы, расположенные по площади влияния каждой линии. Тогда в первом случае запасы определяют по формуле

$$Q = \frac{Q_I + Q_{II}}{2} l,$$

где Q — запасы, заключенные между разведочными линиями I и II;

Q_I и Q_{II} — запасы в лентах шириной в 1 м по разведочным линиям I и II;

l — расстояние между разведочными линиями.

Если площади сечений различаются на величину, превышающую 40%, для подсчета запасов на площади между сечениями применяют следующую формулу: запасы руды

$$Q = \frac{Q_I + Q_{II} + \sqrt{Q_I \cdot Q_{II}}}{3} l;$$

запасы металла

$$P = \frac{P_I + P_{II} + \sqrt{P_I \cdot P_{II}}}{3} l.$$

Значения параметров в этих формулах указаны выше.

Для определения запасов, расположенных на площади влияния каждой линии, пользуются формулой

$$Q = Q_1 \cdot k,$$

где Q — запасы на площади, прилегающей к разведочной линии;

Q_1 — запасы в ленте шириной 1 м по разведочной линии;

k — расстояние влияния разведочной линии, определяемое как полусумма расстояний между соседними линиями.

Сумма запасов по участкам будет представлять собой общие запасы по рудному телу или месторождению.

Изложенный выше принцип подсчета запасов применим для месторождений, разведанных параллельными линиями. Если разведочные линии непараллельны (см. рис. 142), для определения запасов применяют формулы, предложенные А. С. Золотаревым. Если угол между разрезами менее 10° ,

$$Q = \frac{(Q_I + Q_{II})(H_I + H_{II})}{4}$$

Если угол между разрезами более 10° ,

$$Q = \frac{\alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{(Q_I + Q_{II})(H_I + H_{II})}{4}$$

где Q — запасы на площади между разведочными линиями I и II;
 Q_I и Q_{II} — запасы в лентах шириной в 1 м по разведочным линиям I и II;
 H_I и H_{II} — перпендикуляры, опущенные из центра тяжести сечений I и II до противоположной разведочной линии;
 α — угол между разведочными линиями.

Для подсчета запасов месторождений, разведанных непараллельными сечениями, можно пользоваться также формулой, предложенной А. П. Прокофьевым,

$$V = mS,$$

где V — объем части рудного тела, прилегающей к одному из непараллельных разрезов;

m — средняя мощность рудного тела по сечению, вычисленная непосредственно или полученная путем деления площади сечения на его длину по линии;

S — площадь рудного тела, прилегающая к сечению и ограниченная линией, проведенной из середины отрезков, соединяющих концы разрезов в плане.

Все расчетные операции по подсчету запасов способом разрезов производятся по соответствующим формулярам. Некоторые из этих формуляров приведены в табл. 67—72.

Таблица 67

Формуляр определения средних содержаний и мощностей способом среднеарифметического

№ проб	Мощность, м	Содержание полезных компонентов, %				
		Cu	Mo	B	FeO	Sa

Таблица 68

Формуляр определения содержаний и мощностей по выработкам способом средневзвешенного

№ проб	Мощность, м	Содержание полезного компонента с, %	Произведение содержания на мощность cm	Среднее содержание полезного компонента с, %

Таблица 69

Формуляр определения средних содержаний и мощностей по разрезам способом среднеарифметического

Выработки	Мощность m , м	Содержание полезного компонента с, %, г/т

Таблица 70

Формуляр определения средних содержаний и мощностей по разрезам способом средневзвешенного

№ п/п	Выработка	Мощность m , м	Среднее содержание полезного компонента по выработке с, %, г/т	Расстояние между выработками, м	Произведение мощности на влияние выработки mi	Произведение мощности на влияние выработки и среднее содержание mic	Среднее содержание $\frac{\sum mic}{\sum mi}$	Средняя мощность по разрезам, м $\frac{\sum mi}{\sum i}$

Таблица 71

Формуляр подсчета запасов способом разрезов

№ блока	№ разреза	Площадь рудного тела по разрезу S , м ²	Расстояние между разрезами L , м	Объемы блоков V , м ³	Объемный вес d	Запасы руды Q , т	Среднее содержание полезных компонентов по разрезу C , г/т	Запасы полезного компонента P , кг

Таблица 72

Формуляр для записи результатов подсчетов запасов линейным способом

№ орта	Мощность m , м	Объемный вес d	Произведение мощности на объемный вес md	Расстояние между ортами l , м	Запасы руды q , т	Содержание полезного компонента по орту с, %	Среднее содержание полезного компонента между ортами с, %	Запасы металла P , т

Вычислительные операции при этом способе подсчета несложны.

Недостатком указанного способа подсчета является ограниченность применения, так как он дает надежные результаты в том случае, когда месторождение разведано строго по линиям, по которым можно составить геологические разрезы.

Способ эксплуатационных блоков. Этот способ находит широкое применение для подсчета запасов месторождений жильного типа, разведка которых осуществляется в основном горными выработками. Последние в процессе разведки месторождения расчленяют его на отдельные эксплуатационные блоки. Под эксплуатационным блоком подразумевается участок рудного тела размером примерно 60×40 м, ооконтуренный с четырех сторон горными выработками.

При этом способе запасы подсчитываются по каждому блоку в отдельности. Сумма запасов отдельных блоков характеризует запасы по всему месторождению.

Для подсчета запасов способом эксплуатационных блоков необходимо иметь следующие графические материалы: проекцию рудного тела на вертикальную или горизонтальную (в зависимости от угла падения рудного тела) плоскость и план опробования горных выработок, ооконтуривающих данный блок.

Для подсчета запасов этим способом необходимо иметь следующие параметры: среднюю мощность тела по блоку, площадь и объем блока, объемный вес руды и среднее содержание полезных компонентов в руде.

Мощность рудного тела по блоку определяется среднеарифметическим способом:

$$M_{\text{бл}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + \dots + m_n}{n},$$

где m_1, m_2, \dots, m_n — мощность рудного тела в точках опробования выработок, ооконтуривающих данный блок;

n — число сечений, по которым произведено опробование.

Среднее содержание полезных компонентов по блоку определяется как среднеарифметическое:

$$C_{\text{ср}} = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_n}{n},$$

где $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ — содержание компонента в точках опробования горных выработок, ооконтуривающих данный блок;

n — число сечений, по которым произведено определение содержания полезных компонентов.

Если между мощностью рудного тела и содержанием полезных компонентов существует определенная зависимость, среднее содержание по блоку определяется как средневзвешенное на мощность

$$C_{\text{ср}} = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3 + \dots + c_n m_n}{\sum m}$$

Значения параметров те же, что и в предыдущей формуле.

Площадь блока

$$S = H \cdot L,$$

где H — высота блока;

L — длина блока.

Площадь блока может быть определена также при помощи планшета или палетки.

При пологом падении рудного тела, когда оно спроектировано на плоскость, не параллельную рудному телу, площадь определяется по формуле

$$S = \frac{S_1}{\cos \alpha},$$

где S_1 — проекция площади блока;

α — угол между плоскостью падения рудного тела и плоскостью, на которую оно спроектировано.

Имея данные, характеризующие среднюю мощность, среднее содержание и площадь блока, можно определить сначала объем блока, а затем запасы руды и полезных компонентов.

Объем блока

$$V = S \cdot M,$$

где S — площадь блока;

M — средняя мощность по блоку.

Запасы руды по блоку

$$Q = V \cdot d,$$

где V — объем блока, м³;

d — объемный вес руды.

Запасы металла

$$P = Q \cdot C,$$

где Q — запасы руды,

C — среднее содержание металла по блоку.

Результаты вычисления средней мощности, среднего содержания и запасов по отдельным эксплуатационным блокам записывают по формулам, приведенным в табл. 73—75.

Таблица 73
Формуляр для записи результатов вычислений средней мощности и среднего содержания

№ п/п	№ проб	Мощность m , м	Среднее содержание компонента c , %	Примечание

Таблица 74

Формуляр для записи результатов вычислений среднего содержания по блоку при наличии зависимости между содержанием и мощностью рудного тела

№ п/п	№ проб	Мощность рудного тела m , м	Содержание компонента c , %	Произведение мощности на содержание mc	Примечание

Таблица 75

Сводная таблица запасов по отдельным эксплуатационным блокам

№ п/п	№ блока	Категория запасов	Площадь блока, m^2	Средняя мощность по блоку, м	Объем блока, m^3	Объемный вес	Запасы руды, т	Среднее содержание компонента, %	Запас металла, т	Примечание

Выше был рассмотрен способ подсчета запасов для блоков, ооконтуренных горными выработками с четырех сторон. На практике приходится сталкиваться с различными случаями. Приведем некоторые из них.

Блок ооконтурен с трех сторон горными выработками. Средняя мощность и среднее содержание определяются по трем ооконтуривающим сторонам (рис. 143, а). Эти средние данные обычно условно распространяются на четвертую неоконтуренную сторону блока.

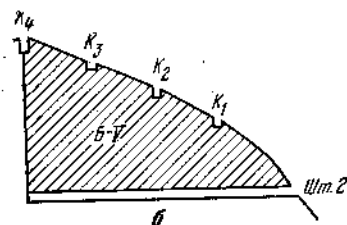
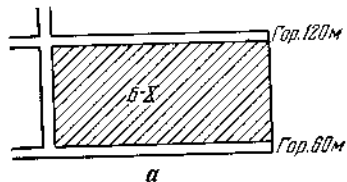


Рис. 143. Схема ооконтуривания рудных тел при подсчете запасов способом блоков.

а — блок ооконтурен с трех сторон горными выработками; б — блок ооконтурен с двух сторон горными выработками

Если блок ооконтурен только с поверхности и по простиранию штреком, среднее содержание и мощность для блока вычисляются как среднеарифметические (или как средневзвешенное при определении содержания) по данным опробования поверхности и штрека (рис. 143, б).

Очень часто верхние горизонты месторождения разведуют горными выработками, а нижние — буровыми скважинами. Нижний контур блока в данном случае определяется точками пересечения рудного тела скважинами.

Вычисление средних мощностей $M_{\text{бл}}$ и содержаний полезного компонента $C_{\text{бл}}$ по блоку А. П. Прокофьев рекомендует производить по формулам

$$M_{\text{бл}} = \frac{M_1 L_1 + M_2 L_2}{L_1 + L_2},$$

где M_1 — средняя мощность по штреку;
 M_2 — средняя мощность по скважинам;
 L_1 — протяженность стороны блока по штреку;
 L_2 — протяженность стороны блока по скважинам

и

$$C_{\text{бл}} = \frac{C_1 M_1 L_1 + C_2 M_2 L_2}{M_1 L_1 + M_2 L_2},$$

где C_1 — среднее содержание по штреку;
 C_2 — среднее содержание по скважинам;
 M_1, M_2, L_1, L_2 — то же, что в предыдущей формуле.

Достоинством этого способа подсчета является, во-первых, простота графических построений и всех вычислительных операций, во-вторых, возможность выделения блоков или даже отдельных участков с различным качеством руды.

Недостатком данного способа подсчета запасов является ограниченность его применения, так как он может быть использован только тогда, когда месторождение в процессе разведки расчленено горными выработками на отдельные блоки, а горные выработки вскрывают рудное тело по всей его мощности.

Способ ближайшего района. Иногда этот способ подсчета запасов называют способом многоугольников (рис. 144). Впервые применение его было обосновано А. К. Болдыревым в 1914 г. Сущность подсчета заключается в том, что вокруг каждой точки пересечения рудного тела разведочной выработкой выделяются участки, все точки которого ближе расположены к этой выработке, чем к любой другой. Мощность и содержание по данной выработке распространяются на такой участок. Следовательно, основной задачей при подсчете запасов этим способом является разбивка ооконтуренного рудного тела на ряд отдельных участков, число которых должно соответствовать числу разведочных выработок.

Участки, на которые разбивается рудное тело, представляют собой прямые многогранные призмы, основанием которых служат многоугольники, построенные вокруг разведочной выработки, а высотой — мощность рудного тела, устанавливаемая по разведочной выработке (рис. 145).

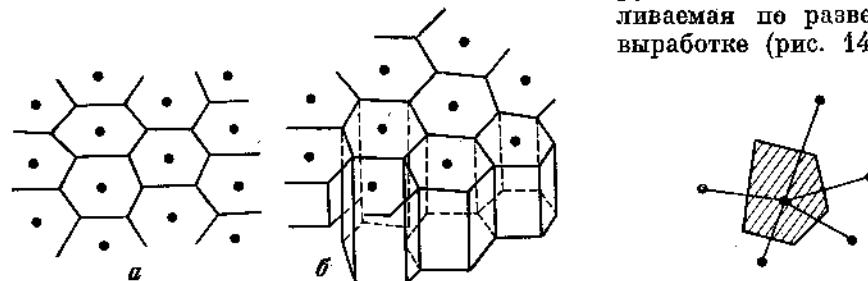


Рис. 144. Схема разбивки рудного тела на блоки при подсчете запасов способом ближайшего района. а — в проекции на горизонтальную плоскость; б — то же, в форме блок-диаграммы

Рис. 145. Схема построения многоугольников

Каждую разведочную выработку соединяют с ближайшей из них. Затем из середины линий, соединяющих между собой ближайшие точки, восстанавливают перпендикуляры, которые, пересекаясь между собой, образуют многоугольник (см. рис. 144, 145).

Таким образом, весь подсчетный план расчленяется на многоугольники, а рудное тело — на серию сопряженных многогранных призм. Сначала подсчитывают запасы руды и полезного компонента по каждой призме, затем, суммируя эти запасы, получают запасы в целом по месторождению.

В. И. Смирнов считает, что выделять на подсчетных планах внутренний и внешний контуры нецелесообразно. Он рекомендует в межконтурной полосе проводить среднюю линию, а затем строит многоугольники, описанные на пункты внутреннего контура. Полученные таким образом многоугольники перекрывают полосу, расположенную между внутренним контуром и средней линией межконтурной полосы. Кроме того, они также захватывают периферийную часть площади, расположенную в пределах внутреннего контура.

Площадь многоугольника определяется геометрическим путем. Каждый многоугольник разбивают на элементарные геометрические фигуры, по которым определяют площади многоугольника.

Объем многогранной призмы

$$v = s \cdot h,$$

где s — высота многоугольника;

h — высота призмы, соответствующая мощности рудного тела, вскрытого разведочной выработкой.

Имея полученный таким образом объем каждой призмы, можно определить запасы руды и металла по каждой призме в отдельности. Суммирование этих запасов даст общие запасы по месторождению.

Основным достоинством этого способа подсчета является простота и быстрота вычислительных операций. К недостаткам относятся:

а) проведение довольно сложных графических построений (графически построенные многогранные призмы не отражают геолого-структурных особенностей месторождения);

б) данные подсчета запасов не могут быть использованы для проектирования и разработки планов добычных работ;

в) подсчет запасов по сортам возможен только при условии обоснования выделяемых площадей отдельных сортов руд данными нескольких разведочных выработок.

Таблица 76

Формуляр для подсчета запасов по способу ближайшего района

№ многоугольника	Площадь, м ²	Мощность, м	Объем, м ³	Объемный вес	Запасы руды, т	Содержание, %	Запасы металла, т	Примечание

Вычислительные операции по подсчету запасов данным способом производят в соответствии с формуляром, приведенным в табл. 76.

Способ геологических блоков. Этот способ предусматривает необходимость расчленения рудного тела на отдельные участки, в пределах которых производится подсчет запасов (рис. 146).

При этом способе подсчета первоначально производят оконтуривание рудного тела. Затем в пределах общего контура рудного тела выделяют площади блоков или различных сортов руд, или имеющих различную степень разведанности, или с различной последовательностью их эксплуатации.

Мощность рудного тела при этом способе подсчета определяют по формуле

$$M = \frac{\sum m}{n},$$

где m — мощность рудного тела по отдельным разведочным выработкам;

n — количество выработок, участвующих в подсчете.

Среднее содержание полезного компонента

$$C = \frac{\sum c}{n},$$

где c — содержание полезного компонента в отдельных выработках, участвующих в подсчете;

n — то же, что в предыдущей формуле.

Объем рудного тела

$$V = SM,$$

где S — площадь рудного тела,

M — мощность рудного тела.

Запасы руды

$$Q = Vd,$$

где d — объемный вес руды;

V — то же, что в предыдущей формуле.

Запасы металла

$$P = Q \frac{C}{100} = \frac{SMdc}{100}.$$

Обозначения в формуле прежние.

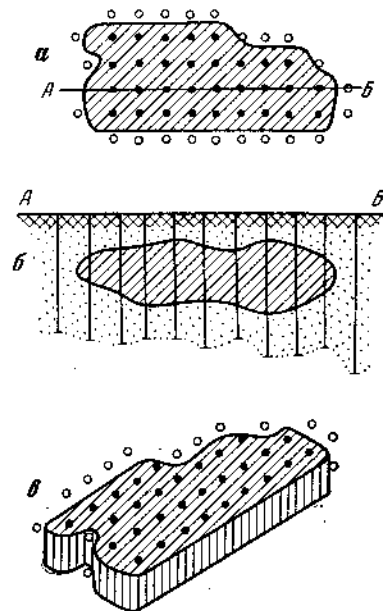


Рис. 146. Схема оконтуривания рудного тела при подсчете запасов способом геологических блоков.

а — план; б — разрез; в — блок-диаграмма.

Таблица 77

Формуляр для определения мощности рудного тела и среднего содержания металла в руде

№ п/п	Выработки и их номера	Мощность, м	Содержание металла, %	Примечание

Таблица 78

Формуляр для подсчета запасов руды и металла

№ блока	Площадь, м ²	Средняя мощность, м	Объем рудного тела, м ³	Объемный вес	Запасы руды, т	Среднее содержание металла, %	Запасы металла, кг, т

Общие запасы по месторождению определяются путем суммирования запасов по отдельным блокам.

Достоинством этого способа подсчета является его простота. В отличие от других способов он позволяет производить подсчет запасов по сортам.

Вычисление средних параметров, необходимых для подсчета запасов, производится в соответствии с формулами, приведенными в табл. 77, 78.

Способ треугольников. Этот способ подсчета запасов предусматривает расчленение рудного тела на серию трехгранных призм (рис. 147), у которых величина ребра определяется мощностью рудного тела, подсеченного разведочной выработкой. Техника подсчета запасов по этому способу сводится к следующему.

На подсчетном плане все разведочные выработки соединяют прямыми линиями, в результате чего вся площадь рудного тела разбивается на треугольники. При разбивке рудного тела на треугольники пужно стремиться к тому, чтобы последние были по возможности равносторонними, а линии, соединяющие отдельные выработки, не пересекались между собой.

В межконтурной полосе треугольники строят следующим образом. Из середины отрезков, соединяющих выработки, находящиеся на внутреннем контуре, проводят перпендикуляры, затем точку пересечения этого перпендикуляра соединяют с выработками, расположенными на внутреннем контуре.

В результате таких построений в межконтурном пространстве образуется серия треугольников. Для вершин этих треугольников мощность и содержание принимают равными нулю или рабочей мощности и содержанию (рис. 148).

Площадь треугольников определяют обычным способом, т. е. по данным измерения их оснований и высот геометрическим путем.

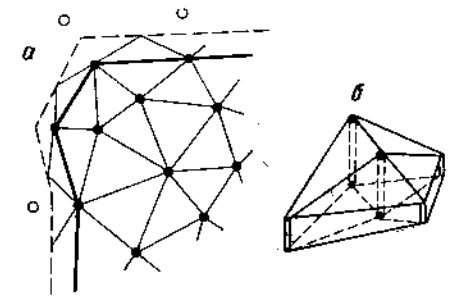
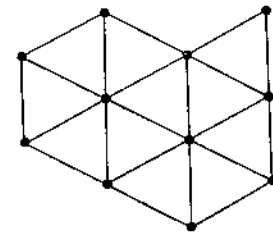


Рис. 147. Схема разбивки рудного тела на трехгранные призмы

Рис. 148. Схема построения треугольных призм.

а — план; б — блок-диаграмма

Объем трехгранной призмы

$$v = s \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3},$$

где s — площадь основания призмы;
 m_1, m_2, m_3 — мощность тел полезного ископаемого по разведочным выработкам.

Запасы руды по каждой призме

$$q = vd,$$

где v — объем призмы;
 d — объемный вес.

Запасы металла

$$p = qc,$$

где c — среднее содержание полезного ископаемого.
 Среднее содержание определяется как среднеарифметическое

$$c = \frac{c_1 + c_2 + c_3}{3}$$

или как средневзвешенное на мощность

$$c = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

Общие запасы руды и металла по месторождению получают путем суммирования запасов по отдельным призмам

$$Q = \sum q,$$

и

$$P = \sum p.$$

В табл. 79, 80 приведены формулы, применяемые при подсчете запасов способом треугольников.

Формуляр для записи подсчета запасов при определении содержания полезного компонента среднеарифметическим способом

№ выработ-ки	№ треуголь-ника	Площадь треугольни-ков, м ²	Мощность по выработ-ке, м	Средняя мощность, м	Объем, м ³	Объемный вес	Запасы ру-да, т	Содержание компонента по выработ-ке, %	Запасы ме-талла, т

Подсчет запасов по способу треугольников имеет следующие недостатки:

а) оконтуривание отдельных участков рудных тел производится без учета геолого-структурных особенностей месторождения;

б) результаты подсчета запасов не всегда могут быть использованы для проектирования и организации эксплуатации месторождения.

Из других способов подсчета запасов, применение которых очень ограничено, следует упомянуть среднеарифметический, четырехугольников, изолиний, изогипс, статистический, графический, косинусов, геоморфологический, объемной палетки Соболевского. Ввиду второстепенного значения перечисленные способы подсчета запасов здесь не рассматриваются.

А. П. Прокофьев с точки зрения возможности применения основных способов подсчета запасов все рудные месторождения подразделяет на четыре группы.

I группа — месторождения, которые могут быть разведаны до высших категорий бурением без применения горных работ. Скважины располагаются по линиям или по равномерной сетке. В первом случае запасы подсчитываются способом разрезов, а во втором — способом геологических блоков.

II группа — месторождения, разведка которых до запасов высоких категорий возможна комбинацией буровых работ с горными. Разведочные выработки располагаются по разведочным линиям, равномерной сетке, определенным горизонтам с нарезкой и без нарезки эксплуатационных блоков. В первых трех случаях подсчет запасов может быть произведен способом разрезов, в последнем — способом эксплуатационных блоков.

Таблица 80

Формуляр для подсчета запасов способом треугольников

№ выработ-ки	№ треуголь-ника	Площадь треугольни-ка, м ²	Мощность по выработ-ке, м	Средняя мощность, м	Объем, м ³	Объемный вес	Запасы ру-да, т	Среднее со-держание компонента по выработ-ке, %	Пронаведе-ние содержа-ния на мощ-ность	Среднее со-держание, %	Запасы ме-талла, т

III группа — месторождения, которые могут быть разведаны до запасов высоких категорий только горными выработками. Если горно-разведочные выработки полностью вскрывают рудное тело по простиранию и падению, запасы подсчитываются методом эксплуатационных блоков. Если же основные разведочные выработки (орты или подземные горизонтальные скважины) не вскрывают рудного тела по мощности, запасы подсчитываются способом разрезов (горизонтальных или вертикальных) или, что очень редко, способом эксплуатационных блоков. По нижним горизонтам, разведанным буровыми скважинами, запасы подсчитываются способом геологических блоков.

IV группа — месторождения, разведываемые только горными выработками. В зависимости от плотности горно-разведочных выработок запасы подсчитываются способом эксплуатационных или геологических блоков.

В табл. 81 приведены данные о возможности применения различных способов подсчета запасов в зависимости от группы месторождений.

Таблица 81

Применение различных способов подсчета запасов в зависимости от группы месторождений

Группа месторож-дений	Технические способы и системы разведки	Способы подсчета запасов		
		разрезов	геологичес-ких блоков	эксплуате-ционных блоков
I	Буровые скважины по линиям	+	+	—
	по равномерной сетке	+	+	—
II	Буровые скважины по линиям	+	+	—
	по равномерной сетке	+	+	—
III	Горные выработки без нарезки эксплуатационных и подготовительных блоков	+	—	—
	с нарезкой эксплуатационных и подготовительных блоков	—	—	+
	Горные выработки без нарезки эксплуатационных и подготовительных блоков	+	—	—
	с нарезкой эксплуатационных и подготовительных блоков	—	—	+
IV	Буровые скважины по линиям	+	+	—
	по равномерной сетке	+	+	—
	Горные выработки без нарезки эксплуатационных и подготовительных блоков	+	+	—
	с нарезкой эксплуатационных и подготовительных блоков	+	—	+

Как видно из табл. 81, наиболее универсальным является метод разрезов. Этим методом могут быть подсчитаны запасы месторождений, входящих в каждую из четырех вышеприведенных групп.

4. Порядок оформления и утверждения подсчета запасов

Согласно «Инструкции о порядке внесения, содержания и оформления материалов по подсчету запасов рудных и нерудных полезных ископаемых, представляемых для утверждения в Государственную комиссию по запасам при Совете Министров СССР (ГКЗ СССР) и территориальные комиссии по запасам (ТКЗ)», все разведанные в недрах запасы полезных ископаемых, на базе которых будут строиться или реконструироваться горнообогатительные или металлургические предприятия общегосударственного значения, подлежат обязательному утверждению ГКЗ. Запасы месторождений, на базе которых будут строиться предприятия местного значения, подлежат утверждению в ТКЗ. В ГКЗ СССР утверждаются запасы не только вновь разведываемых месторождений, но и эксплуатируемых, если прежняя оценка их запасов претерпела существенные изменения вследствие эксплуатационных или разведочных работ, коренных изменений технико-экономических и горно-геологических условий эксплуатации месторождений, промышленных кондиций и т. п.

Материалы по подсчету запасов вносятся на рассмотрение ГКЗ соответствующими геологическими организациями системы Министерства геологии СССР и отраслевых министерств, занимающихся разработкой месторождений полезных ископаемых. В ТКЗ материалы подсчета запасов представляют территориальные геологические управления, тресты, экспедиции и партии. Как в ГКЗ, так и в ТКЗ материалы по подсчету запасов представляются в трех экземплярах. Эти материалы должны содержать все данные, необходимые для проверки и утверждения представленных запасов, а также для разработки горной части проекта.

Обычно материалы подсчета запасов состоят из текста отчета о выполненных геологоразведочных работах, таблиц к подсчету запасов, графических материалов, материалов по документации геологоразведочных работ и других данных, использованных при подсчете запасов.

Текст отчета составляется в соответствии с требованиями указанной инструкции и охватывает: общие сведения о месторождении, краткую геологическую характеристику района, геологическое строение месторождения, гидрогеологическую характеристику месторождения, геологоразведочные работы, качественную и технологическую характеристику полезного ископаемого, горнотехнические условия эксплуатации месторождения, подсчет запасов, заключение. Объем и содержание этих разделов зависят от цели и характера проведенных геологоразведочных работ, типа месторождения и вида минерального сырья.

Табличный материал составляется по формам, принятым для соответствующего метода подсчета запасов. Он должен содержать все исходные и промежуточные данные, полученные в процессе вычисления и позволяющие производить проверку всех операций по подсчету запасов.

Графические материалы представляются в таком количестве и таких масштабах, чтобы их анализ в совокупности с текстовыми и табличными ма-

териалами давал правильное представление о структуре месторождения и отдельных рудных тел, характере распределения оруденения, пространственном размещении отдельных сортов руд, категорий запасов и т. п.

Материалы по документации геологоразведочных работ должны содержать первичные материалы по геологической документации и опробованию разведочных выработок, справки об утвержденных кондициях, материалы о результатах технологических исследований руд, данные определения объемного веса и влажности руды, замеров зенитных и азимутальных искривлений скважин, ведомость координат устьев разведочных выработок, материалы по гидрогеологическим и геофизическим исследованиям.

Оформление отчета по подсчету запасов производится в соответствии с вышеупомянутой инструкцией. Текст отчета и таблицы к подсчету запасов должны быть подписаны автором, а материалы первичной документации — исполнителями работ.

5. Порядок передачи разведанных месторождений для промышленного освоения

Передача разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного их освоения производится в соответствии с «Положением о порядке передачи разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения», утвержденным Советом Министров СССР. Согласно этому положению передача разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного их освоения осуществляется в следующем порядке.

1. Геологические организации Министерства геологии СССР, а также других министерств и ведомств, выполняющих геологоразведочные работы, передают соответствующим промышленным министерствам, ведомствам или их главным отраслевым (горнодобывающим) управлениям и трестам два экземпляра полного отчета о проведенных геологоразведочных работах со всеми необходимыми графическими материалами и протоколом ГКЗ, подтверждающим количество разведанных и утвержденных запасов по категориям.

2. По согласованию между передающей и принимающей сторонами дополнительно передаются на месте по акту организациям промышленных министерств первичные материалы разведки: геологическая, топо-маркшейдерская документация, керны буровых скважин, дубликаты проб, основные горные выработки по их состоянию на момент передачи, опорные пункты триангуляции и реперы, а также дополнительно один или два экземпляра отчета о геологоразведочных работах.

Передача материалов по договоренности между передающим и принимающим министерствами или ведомствами может быть осуществлена непосредственно на месторождении.

Если месторождение разведано не полностью и запасы разведанной части достаточны для организации на нем промышленной добычи руд, передача материалов производится только по разведанной части. Разведанные месторождения должны приниматься промышленными министерствами в трехмесячный срок, а месторождения, расположенные в отдаленных

местах — в шестимесячный срок после утверждения запасов в ГКЗ (ТКЗ), независимо от сроков последующего проектирования и строительства на базе этих месторождений горнорудных предприятий.

После передачи промышленности разведанных месторождений запасы по ним включаются в баланс соответствующего министерства, ведомства или горнодобывающего предприятия.

При разногласии между министерствами или ведомствами во время передачи месторождения полезного ископаемого или при отказе принять разведанное месторождение вопрос для разрешения передается в Совет Министров СССР.

Степень разведанности месторождений, передаваемых для освоения промышленностью, определяется соотношением балансовых запасов полезных ископаемых категорий А, В, С₁. Для крупных месторождений рекомендуемое соотношение запасов относится только к разведанному участку.

6. Текущий учет запасов на руднике

Запасы руды и металла на действующем руднике непрерывно изменяются. В одних частях и блоках месторождения, где ведется эксплуатация, запасы уменьшаются за счет добычи и неизбежных при этом потерь. В других частях, где ведутся разведочные работы, запасы переходят из одной категории в другую, уточняются их количество и качественный состав, происходит в ряде случаев общий прирост запасов за счет расширения контуров известных и обнаружения новых рудных тел и т. п.

На многих, даже весьма интенсивно разрабатываемых рудных месторождениях запасы не только не уменьшаются, а наоборот, ежегодно в результате разведок увеличиваются. Если на руднике не будет следить за состоянием баланса запасов, можно потерять ориентировку в оценке остающихся в недрах запасов, качественного их состава и степени разведанности. На рудничную геологическую службу возлагается обязанность постоянно следить за движением запасов, качественным их составом, степенью разведанности и производить необходимые подсчеты и пересчеты запасов.

Целью учета запасов является получение данных о состоянии запасов на 1 января каждого года по отдельным участкам, шахтам, рудникам, месторождениям, о добыче и потерях полезного ископаемого в недрах при эксплуатации месторождения и о степени обеспеченности действующих, строящихся и проектируемых горнодобывающих предприятий запасами. Располагая систематизированными материалами, планирующие, промышленные и геологоразведочные организации имеют возможность рационально планировать геологоразведочные и эксплуатационные работы, а также капитальное строительство промышленных объектов.

Ежегодный учет запасов является общегосударственным мероприятием и охватывает все разведываемые и эксплуатируемые месторождения. Учет запасов осуществляется в соответствии с «Инструкцией по учету запасов полезных ископаемых и по заполнению формы № 1-зап».

Баланс запасов первоначально составляется по отдельным месторождениям и видам минерального сырья, затем сводится по промышленным узлам, районам, областям и республикам, что дает основание государ-

ственным планирующим организациям решать вопрос о наиболее целесообразном размещении новых промышленных объектов в отдельных областях и районах СССР.

Анализ и обобщение ежегодных балансов запасов полезных ископаемых возложено на Всесоюзный и территориальные геологические фонды Министерства геологии СССР.

Ежегодный баланс запасов составляется по единой форме (№ 1-зап.) утвержденной Центральным статистическим управлением при Совете Министров СССР. В этой форме приводятся запасы по состоянию на 1 января истекшего года, изменения в запасах в результате добычи некоторой их части и потерь при добыче, а также за счет разведки и уточнения контуров в ходе эксплуатации и пересчета.

Учет запасов по форме № 1-зап. производят дифференцированно по отдельным месторождениям и участкам, шахтным полям и зонам открытой (карьерной) разработки, типам и сортам руд. При наличии в рудах нескольких полезных компонентов или металлов баланс составляют по каждому из них отдельно.

Размер добычи и потерь устанавливают по данным маркшейдерского учета. К потерям относят ту часть балансовых запасов, которая осталась в недрах в пределах отработанных участков месторождения и выемка которых невозможна ни в период эксплуатации месторождения, ни при окончательной ликвидации рудника.

Изменения запасов в результате разведки, в том числе и эксплуатационной, а также горвоэксплуатационных работ устанавливают специальным подсчетом запасов по соответствующим участкам месторождения. В том случае когда утвержденные ГКЗ и ТКЗ запасы по тем частям месторождения, по которым произведен их пересчет, значительно изменяются в сторону уменьшения или увеличения, материалы пересчета соответствующим образом оформляют и направляют для дополнительного утверждения в ГКЗ или ТКЗ. Если изменение запасов касается перевода их в более высокие категории и эти изменения находятся в пределах 5—10%, то не подтвержденная часть запасов списывается в установленном порядке.

Увеличение запасов, обусловленное их приростом, должно учитываться при составлении ежегодного баланса запасов.

К изменениям запасов «в результате пересчета» не относятся те изменения, которые вызваны дополнительной разведкой и связанным с ней пересчетом, а лишь изменения за счет исправления ошибок, допущенных при составлении баланса предыдущего года, уточнения объемного веса полезного ископаемого, технических границ отдельных добычных единиц и т. п.

Учет добычи, потерь и разубоживания, а также списание запасов с баланса в отдельных министерствах и ведомствах производится в соответствии с ведомственными инструкциями, согласованными с Главным управлением горного надзора при Совете Министров СССР. Например, в системе Министерства черной металлургии списанию с баланса рудника (шахты) подлежат:

- запасы, добытые предприятием;
- фактические потери руды и металла в недрах;

— некондиционные руды по содержанию металла или по мощности или не подтвердившиеся в результате проведенных подготовительных, очистных или эксплуатационно-разведочных работ.

Списание с баланса добытых запасов и эксплуатационных потерь, зависящих от принятых систем разработки производится непосредственно горным предприятием по данным геолого-маркшейдерского учета добычи и потерь.

Списание с баланса некондиционных руд и потерь кондиционных неотбитых руд в целиках, оставленных по горнотехническим, геологическим или гидрогеологическим причинам, осуществляется горным предприятием только с санкции отраслевого главного управления или министерства, в ведении которого находится горное предприятие.

Горные предприятия обязаны вести специальный учет списанных с баланса рудников (шахт) запасов, с указанием причин списания, фиксировать на маркшейдерских планах контуры списанных участков (блоков) с отметкой помера акта списания и даты утверждения акта отраслевым главным управлением или министерством.

Ликвидация горных выработок, ведущих к участку, по которому списывают запасы, воспрощается до получения соответствующей санкции на списание запасов от отраслевого главного управления или министерства.

При неутверждении акта на списание запасов, мотивированный отказ сообщается горному предприятию и устанавливается контроль за полной обработкой данного участка месторождения.

Кроме общегосударственного ежегодного учета запасов по форме № 1-зап. министерства и ведомства, занимающиеся добычей полезных ископаемых, составляют более детальные балансы обеспеченности предприятий промышленными, вскрытыми, подготовленными и готовыми к выемке запасами. Эти балансы должны быть увязаны с государственным балансом запасов.

Как общегосударственный баланс запасов, так и ведомственные балансы обеспеченности определенными видами минерального сырья имеют большое народнохозяйственное значение, так как дают основание для рационального планирования геологоразведочных работ и правильного проектирования и строительства новых горных предприятий.

Глава XXVII

РОЛЬ РУДНИЧНЫХ ГЕОЛОГОВ В РЕШЕНИИ ВОПРОСОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНОРУДНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

1. Некоторые вопросы проектирования горнорудных предприятий и составление проектов

Основным документом, которым руководствуются при проектировании промышленных, в том числе и горных предприятий, является «Инструкция по составлению проектов и смет по промышленному строительству». В Советском Союзе проектирование промышленных предприятий принято

осуществлять в три стадии: первая — разработка проектного задания, вторая — разработка технического проекта и третья — подготовка рабочих чертежей.

Перед разработкой проекта на строительство горнообогатительного или горнометаллургического комплекса или на реконструкцию предприятия в обязательном порядке составляется технико-экономический доклад (ТЭД).

Содержание ТЭДа определяется поставленной в каждом конкретном случае задачей. Составление ТЭДа имеет целью определить объем и направление проектных работ, дать предварительную оценку сырьевой базы и перспектив ее дальнейшего роста, научно обосновать необходимые масштабы производства, характер предприятия и размещение составных его частей (рудников и обогатительных фабрик), выбрать оптимальные условия снабжения предприятий энергией и водой, определить очередность и сроки ввода в действие отдельных объектов предприятия.

ТЭД разрабатывается проектным институтом по заданию министерства или отраслевого главного управления.

Проектное задание имеет целью выявить прежде всего технические возможности и экономическую целесообразность предполагаемого строительства. Задачами проектного задания являются:

— оценка запасов и качества руды с точки зрения целесообразного промышленного их использования;

— уточнение промышленных запасов, определение границ разработки, разбивка месторождения на отдельные шахтные поля или участки с определением очередности их разработки;

— установление производительности проектируемого рудника (шахты, карьера) и выявление технических возможностей для ее обеспечения;

— принципиальное решение вопроса о вскрытии месторождения, выборе места заложения вскрывающих выработок, выбор способа и системы разработки;

— разработка (без детальных расчетов) производственного процесса, выбор типов и необходимого количества основного оборудования, определение потребностей в топливе, воде, энергии и выявление источников удовлетворения этих потребностей;

— решение вопроса о типе, о материалах зданий, о площадке для промышленного и жилищного строительства, внутреннем и внешнем транспорте;

— разработка общего плана развития производства, сроков и очередности строительства, выявление ориентировочной его стоимости и эффективности капитальных затрат, а также технико-экономических показателей эксплуатационной деятельности проектируемого рудника или шахты.

При оценке запасов с целью промышленного их использования часто возникает вопрос о целесообразности валовой или сортовой (селективной) добычи руд. Этот вопрос приобретает особенно важное значение при проектировании железных рудников, поскольку для плавки железных руд решающее значение имеет их химический состав, определяющий целесообразность и технологию их переработки. Результаты технологических исследований по обогащению бедных руд, окислованию рудной мелочи,

Удалению серы и т. п. в сочетании с предполагаемыми данными о характере добычных работ позволят уточнить кондиции, а также частично использовать забалансовые руды, что расширит сырьевую базу горнорудного предприятия.

При определении границ разработки месторождения необходимо стремиться к максимальному извлечению учтенных балансовых запасов и к минимальным потерям руды в недрах. Балансовые запасы, подлежащие извлечению из недр, называют промышленными запасами. Они определяются путем исключения из балансовых запасов потерь, предусмотренных проектом.

Одновременно с определением промышленных запасов при проектировании должны быть установлены в зависимости от характера месторождения и принимаемой системы разработки нормативы по разубоживанию руд и определены общее количество и вещественный состав руды, поступающей на обогатительную фабрику или рудный склад. С учетом выше отмеченных данных определяется производительность проектируемого рудника.

В зависимости от глубины и условий залегания рудных тел месторождения возможны три варианта разработки: открытый и подземный способы и комбинация открытой и подземной отработки. Разработка месторождения открытым способом имеет ряд преимуществ, поэтому при проектировании стремятся максимальную часть запасов отработать открытым способом. Главными преимуществами открытого способа разработки месторождения являются:

- благоприятные условия труда и большая безопасность работ;
- возможность широкого применения механизации при производстве добычных работ;
- сокращение сроков ввода в эксплуатацию месторождения;
- значительное уменьшение потерь руды.

Эти преимущества заставляют особенно тщательно подходить к анализу вопроса о предельной глубине открытых работ, которая в значительной степени определяется коэффициентом погашения вскрыши. Затраты на вскрышные работы относятся на стоимость руды. Поэтому чем больше объем вскрышных работ, тем больше будет стоимость добычи 1 т руды. Исключением являются только те случаи, когда вскрышные породы используются как строительные материалы или имеют какое-либо иное значение в народном хозяйстве.

Отношение объема вскрышных пород к объему извлекаемой руды из карьера называется промышленным коэффициентом вскрыши. Этот коэффициент является одним из основных критериев экономической целесообразности открытых работ.

В общем случае для всех месторождений, выходящих на поверхность и постепенно, под тем или иным углом, погружающихся на глубину, коэффициент вскрыши будет тем больше, чем глубже будет расположена нижняя граница открытых работ. Предельная глубина открытых работ выбирается с таким расчетом, чтобы стоимость добычи 1 т руды открытым способом в сумме со стоимостью вскрышных работ, приходящихся на 1 т руды, была меньше или равна стоимости добычи 1 т руды подземным способом.

При выборе той или иной системы добычных работ обязательным является требование безопасности принятой системы для конкретных условий разработки месторождения, а также экономическая эффективность этой системы разработки.

При решении вопроса о вскрытии месторождения, т. е. о проходе комплекса выработок, открывающих доступ к месторождению (стволов шахт, штолеп, траншей в карьерах), намечаются возможные наиболее целесообразные варианты вскрытия, сравнение которых по экономическим и горнотехническим показателям позволяет выбрать оптимальный вариант.

Утверждение проектного задания дает право производить первоочередные подготовительные работы для строительства объекта: устройство подъездных путей, закладка карьера для строительных материалов, строительство временных жилых и хозяйственных помещений и т. п. Производство основных строительных работ по проектному заданию допускается лишь с разрешения Министерства.

В ходе составления проектного задания проектная организация выдает задание на дополнительные топографо-геодезические изыскания, необходимые для дальнейших стадий проектирования.

Технический проект, представляющий собой вторую стадию проектирования, выполняется на основе утвержденного проектного задания. Для избранного в проектном задании варианта решения того или иного вопроса в техническом проекте дается его конструктивное оформление и обосновывается соответствующими расчетами экономическая и техническая целесообразность рекомендуемого к исполнению варианта.

Технический проект должен содержать комплексное решение основных технико-экономических вопросов, касающихся технологической, строительной, энергетической, транспортной и других частей проекта.

К моменту составления технического проекта горного предприятия должна быть полностью закончена детальная разведка месторождения, гидрогеологические, топографические, изыскательские и исследовательские работы.

На все объекты строительства в стадии технического проектирования составляются сметы, а для проектируемых объектов эскизно-сметно-финансовые расчеты. Сумма затрат на строительство определяется сводной или генеральной сметой.

Технический проект и сметы после их утверждения служат основными документами для производства строительных работ и их финансирования.

Рабочее проектирование выполняется после утверждения технического проекта. В процессе рабочего проектирования в горной части проекта дается окончательная увязка планов горноподготовительных работ, отметок эксплуатационных горизонтов, разбивка атажей на выемочные блоки и камеры. Стадия рабочего проектирования обеспечивает разработку конструктивных деталей различных сооружений и увязку строительных чертежей с чертежами оборудования, а также окончательную увязку генерального плана будущего промышленного комплекса.

При необходимости проектирования горного предприятия в сжатые сроки число стадий проектирования может быть сокращено до двух: проектного задания и рабочих чертежей. В этом случае разрабатывается так

называемое расширенное проектное задание с большей детализацией основных объектов проектирования и с составлением спецификаций для заказа необходимого оборудования.

2. Планирование горных работ

Правильное планирование горных работ обеспечивает плановость разработки месторождения, слаженность и ритмичность в работе всех звеньев технологического процесса и регулярное выполнение и перевыполнение государственного плана добычи и переработки руд.

В практике горных предприятий приняты следующие стадии планирования:

- перспективное, охватывающее пятилетний период работы горного предприятия, с разбивкой общего плана по годам;

- основное, охватывающее предстоящий операционный год работы горного предприятия, с разбивкой годового плана по отдельным кварталам и месяцам;

- текущее, охватывающее предстоящий месяц работы горного предприятия, с разбивкой месячного плана по неделям, суткам и сменам.

План горных работ предприятия является производственной программой, охватывающей все стороны деятельности предприятия, связанные с добычей и обработкой руды: буровые и взрывные работы, горноподготовительные и вскрышные работы, добычные (очистные) работы, путевые работы, отвальные работы, работу всех видов транспорта, обогатительных и агломерационных фабрик и т. п.

Планы горных работ должны содержать расчетный, табличный, текстовый и графический материалы. Все материалы должны быть краткими, четкими и ясными.

Недельно-суточный план (или, как его называют, график) составляют в виде таблицы удобного для пользования формата; квартальный и месячный планы могут состоять из небольшого числа таблиц, краткой пояснительной записки и небольшого объема графического материала.

Годовой план должен быть наиболее подробным и полным в отношении увязки всех работ горного предприятия. При составлении годового плана горных работ необходимо предусматривать выполнение горнокапитальных и горноподготовительных работ в объемах, обеспечивающих нормальную эксплуатацию месторождения не только в течение данного операционного года, но и в последующие периоды.

Перспективные планы горных работ увязываются с техническим проектом разработки месторождения и являются дальнейшим развитием этого проекта. Они учитывают все ранее допущенные отклонения от проекта, к числу которых может быть отнесено, например, отставание вскрышных или горноподготовительных работ и т. п. Перспективным планом предусматриваются пути своевременной ликвидации таких отклонений от проекта. В отдельных случаях допускаются соответствующие изменения проектных мощностей отдельных карьеров или шахт и устанавливается новая, чаще всего увеличенная производственная мощность горнодобывающего предприятия.

Годовой план горных работ или годовая производственная программа горного предприятия включает перечисленную ниже совокупность отдельных планов работ, различных расчетов и прочих взаимно увязанных материалов:

- календарные планы добычи рудной массы и вскрышных работ по отдельным карьерам, горизонтам и блокам, с разбивкой их по кварталам и месяцам;

- календарные планы для подземных горнокапитальных, подготовительных, нарезных и очистных работ;

- балансы погашения вскрышных работ в карьерах и горноподготовительных подземных выработок в шахтах;

- график буровых работ и расчеты объемов горной массы, подлежащей разбурированию и взрыванию;

- график работы экскаваторов и показатели их производительности;

- показатели производительности основных производственных процессов;

- годовой баланс погашения выработанного пространства;

- расчеты объемов работ железнодорожного и автомобильного цехов и показатели производительности электровозов, паровозов, и автосамосвалов;

- календарный план снабжения сырьем обогатительных фабрик с отдельных карьеров и шахт с разбивкой его на кварталы и месяцы;

- расчеты качественного состава рудной массы для обогатительных фабрик и состава шихты для агломерационных фабрик;

- расчеты показателей работы обогатительных и агломерационных фабрик;

- расчеты расходных коэффициентов электроэнергии, воды, топлива и сырья на обогатительных и агломерационных фабриках;

- расчеты расходных коэффициентов взрывчатых и других материалов, сжатого воздуха, топлива и электроэнергии на единицу продукции;

- календарный план производства товарных руд и агломерата, план отгрузки и расчеты показателей их качества;

- годовой план эксплуатационной разведки.

Как видно из приведенного перечня, в составлении плана горных работ предприятия принимают участие большинство отделов управлений: технический, маркшейдерский, геологический, плановый, технический персонал рудников, шахт, карьеров, производственных участков и цехов.

Рудничная геологическая служба при составлении годового плана горных работ обеспечивает:

- составление и оформление всех необходимых при планировании графических материалов с элементами общего геологического строения месторождения и контурами рудных тел и отдельных типов и сортов руд. В частности, рудничные геологи представляют сводные геологические планы отдельных месторождений и эксплуатационных участков, проекции рудных тел на вертикальную или горизонтальную плоскости, погоризонтные или послонные геологические и качественные планы, геологические разрезы по месторождению в целом и отдельным эксплуатационным

участкам, блокам, камерам и т. д. Графические геологические материалы должны составляться инструментально на маркшейдерской основе;

— составление необходимых расчетов запасов и вещественного состава рудной массы с указанием типов и сортов руд по всем эксплуатационным участкам, горизонтам, блокам и камерам в пределах контуров, намеченных к отработке в течение планируемого года;

— составление расчетов по разубоживанию руды для отдельных эксплуатационных участков и расчетов качественного состава разубоживания руды, поступающей на обогатительные фабрики;

— представление материалов по определению объемных весов руд и пород по отдельным эксплуатационным участкам, а также категорий пород и руд по их буримости и взрываемости;

— представление необходимых сведений о коэффициенте погашения вскрыши в карьерах, капитальных и подготовительных выработок в шахтах на базе ежегодных подсчетов остающихся запасов, а также рекомендаций о необходимости и целесообразности изменения принятых проектом коэффициентов погашения;

— уточнение гидрогеологических и горпогеологических условий разработки отдельных участков и блоков месторождения (совместно с техническим отделом и горным цехом предприятия геологическая служба разрабатывает соответствующие профилактические мероприятия по предупреждению возможных осложнений при производстве горных работ);

— составление годового плана эксплуатационной разведки, предусматривающего своевременное выяснение всех необходимых для разработки геологических деталей на участках работ предстоящего года и на участках эксплуатационных работ в последующие два-три года.

Работники рудничной геологической службы совместно с работниками технического и маркшейдерского отделов участвуют также в размещении заданий государственного плана добычи рудной массы по отдельным производственным участкам, блокам и эксплуатационным камерам. Совместно с работниками технического отдела и с руководящими техническими работниками обогатительных и агломерационных фабрик рудничные геологи участвуют в составлении плана обеспечения этих фабрик необходимым сырьем, а также в составлении плана выпуска ими готовой продукции и в определении качественного состава этой продукции.

Месячные планы горных работ предприятия составляют на основании уточненных производственных заданий, при учете имеющихся на начало месяца новых данных по всем эксплуатационным участкам.

Вследствие отклонений от годового плана, если они были в течение истекших месяцев операционного года (невыполнение плана и др.), или по другим причинам (увеличение задания на месяц, на год) месячные производственные задания могут не совпадать с первоначальными данными месячных планов, являющихся составной частью первоначального годового плана. Например, в практике Магнитогорского карьера в месячном плане устанавливается расстановка экскаваторов по отдельным забоям и горизонтам. На основе месячного плана и в соответствии с принятой расстановкой экскаваторов составляют недельные планы-графики, в которых цифрами и принятыми условными обозначениями показывают пере-

чень работ для каждого экскаватора (погрузку, разборку или укладку пути, взрывание, плановый ремонт экскаватора и т. п.). В этих планах-графиках указывают плановые данные на каждый день недели и для каждой из трех смен и итоговые данные на неделю. По мере выполнения работ в соответствующих графах этих планов отмечают фактические данные о их выполнении.

На неделю вперед в плане-графике намечают:

— объем добычи руд и пород в думпкарах по сменам для каждого экскаватора;

— количественную и качественную характеристику руд по железу, сере и кремнезему, отправляемых в каждую смену на рудообогатительные фабрики из забоев отдельных экскаваторов;

— количество бедных руд и пустых пород, направляемых от каждого экскаватора во временные отвалы бедных руд и в постоянные отвалы пустых пород;

— баланс добычи руд и пород в думпкарах за каждую смену, с распределением их количества по фабрикам и отвалам и с качественной характеристикой руд;

— общий баланс добычи руд в думпкарах со средненедельной качественной их характеристикой и баланс добычи пород за всю неделю;

— время и место производства массовых взрывов и место работы каждого экскаватора в течение недели по отношению к этим взрывам;

— время планово-предупредительных ремонтов тех экскаваторов, ремонт которых согласно годовому графику приходится на планируемую неделю, время, в течение которого тот или иной экскаватор находится в резерве и на горноподготовительных и хозяйственных работах;

— время, место и объемы работ по перекладке и ремонту железнодорожных путей, по ремонту контактной электросети и по прочим вспомогательным работам, влияющим на общий ход производства на планируемую неделю.

Кроме того, в плане-графике указывается среднесменный тоннаж добычи руды, пород и горной массы, что позволяет руководству карьером оперативно контролировать выполнение плана по добыче рудной массы.

В составлении первых пяти заданий, включаемых в недельно-суточный график, рудничные геологи принимают непосредственное участие. Для подсчета объемов добычи по каждому экскаватору рудничные геологи должны составить графические материалы с точными контурами рудных тел и отдельных сортов руд и постоянно пополнять их новыми данными по результатам документации и опробования взрывных скважин и систематической геологической документации забоев. Рудничные геологи определяют соотношение отдельных сортов руд по всем действующим в течение недели забоям, рассчитывают качественный состав руд и рудной массы в целом, определяют количество бедных руд и пустых пород, которые должны быть отправлены в отвалы и т. п.

Составляя планы по количеству и качеству отдельных сортов руд для многочисленных забоев на такие короткие отрезки времени, как неделя, сутки, смена, рудничные геологи имеют возможность ежедневно проверять правильность расчетов, а следовательно, и достоверность всех

видов геологической документации и опробования и надежность основанных на них геометрических построений контуров рудных тел и отдельных типов и сортов руд.

Годовой план горных работ утверждается для горных предприятий вышестоящими организациями — трестами или главными управлениями. Поэтому всякое отклонение от утвержденного плана и направления горных работ недопустимо без разрешения этих органов. На маркшейдерскую и частично геологическую службу горного предприятия или рудника возлагается также систематический контроль за правильным, соответствующим утвержденному плану направлением горных работ.

В карьерах этот контроль осуществляется путем постоянного наблюдения за продвижением экскаваторных забоев, сопоставления фактического местоположения взрывных скважин с календарным планом продвижения экскаваторных забоев и, наконец, путем ежемесячного или ежеквартального сопоставления погоризонтных геолого-маркшейдерских планов с нанесенными на них проектными и фактическими месячными и квартальными границами экскаваторных лент.

В условиях подземных работ осуществляется такой же постоянный контроль путем сопоставления проекций рудных тел с проектными и фактическими контурами отработки. Кроме того, участковый маркшейдер определяет направление всех капитальных, подготовительных и нарезных горных выработок и следит за исполнением принятого направления в процессе их проходки.

Участковый или шахтный геолог, постоянно документируя и опробуя нарезные горные выработки, следит за полнотой выемки руды, не допускает подработку пустых пород или руд с низким содержанием полезного компонента.

Однако в процессе эксплуатационных работ и в результате эксплуатационной разведки, проводимой в течение операционного года, контуры отдельных рудных тел и общие границы рудной толщи могут в отдельных случаях существенно изменяться и не отвечать проектным решениям отработки этих участков.

Рудничная геологическая служба должна в таких случаях делать новые геометрические построения контуров отдельных рудных тел или рудной толщи, совместно с маркшейдерской службой и техническим отделом устанавливать новые предельные границы карьерной отработки на определенных горизонтах, новые границы очистной подземной выемки, новые системы подземных работ или новые параметры для отдельных эксплуатационных блоков и камер.

Если новые геологические, горнотехнические или гидрогеологические данные отдельных эксплуатационных участков не соответствуют проектным данным годового плана горных работ, то в этом случае необходимо в проект плана вносить соответствующие коррективы, оформив эти изменения должным образом в вышестоящих организациях.

3. Изменение системы разработки месторождения и технологической схемы переработки руд

Рудные месторождения по структуре, форме и вещественному составу весьма разнообразны, что оказывает существенное влияние на выбор способа их разработки. Главными факторами, влияющими на выбор системы разработки месторождения, являются:

- форма и размеры рудных тел;
- углы падения рудных тел по отношению к горизонту;
- крепость руды и вмещающих пород;
- ценность руды;
- устойчивость руды и вмещающих пород против обрушения, наличие или отсутствие тектонических нарушений;
- наличие или отсутствие на руднике обогатительных фабрик и необходимость в связи с этим ведения селективной или массовой выемки руд;
- распределение ценных компонентов в рудных телах и др.

В ходе эксплуатационных работ накапливается весьма ценная геологическая информация о месторождении, что может внести коренные изменения в первоначальные представления о факторах, влияющих на выбор системы разработки. Рудничный геолог для решения вопроса об изменении системы разработки месторождения представляет на рассмотрение специалистов технического отдела рудоуправления или проектной организации соответствующие геологические материалы, устанавливающие изменения главных геологических факторов, влияющих на выбор системы разработки месторождения. К числу таких факторов относятся новые данные о геологическом строении месторождения и характеристике тектонических нарушений в пределах рудного тела, о структурах и текстурах руд, характере направления слоистости, трещиноватости, отдельности вмещающих пород. Существенное значение для изменения систем разработки месторождения имеют данные о размере, форме и условиях залегания рудного тела. Эти данные отмечаются на соответствующих геолого-маркшейдерских планах и в обязательном порядке должны быть учтены при решении вопроса об изменении системы разработки месторождения.

Существенное влияние на выбор и последующее изменение системы разработки месторождения оказывает распределение полезного компонента в месторождении, а также наличие безрудных прослоев и участков в рудном теле. При равномерном распределении оруденения обычно ведется валовая добыча. При неравномерном распределении оруденения и наличии безрудных участков в рудном теле рудничному геологу совместно с эксплуатационниками приходится решать вопрос о необходимости разработки месторождения или отдельных его участков селективным способом.

Существенную роль играет рудничный геолог в решении вопроса об изменении технологической схемы переработки руд. Занимаясь систематическим изучением месторождения, рудничный геолог может установить, что с глубиной или по простиранию вещественный состав руд, их структура и текстура, а также другие факторы, влияющие на выбор технологии

переработки руд, по сравнению с первоначальными представлениями изменяются. Эти изменения могут оказать отрицательное влияние на качественные показатели работы обогатительной фабрики и привести к снижению процента извлечения полезных минералов в концентрат.

Геологическая служба рудника, располагая данными, характеризующими изменение вещественного состава, текстур и структур руд и содержания твердых примесей в руде, обязана заблаговременно предупреждать технологов о предстоящем изменении вещественного состава руд и совместно с ними решает вопрос о необходимости внесения соответствующих изменений в ранее принятую технологическую схему их переработки.

4. Вопросы комплексного использования руд

Научно-технический прогресс во всех областях производства, создание таких видов продукции, о существовании которых еще несколько десятилетий тому назад не подозревало человечество, заставило изменить представление о необходимости добычи многих элементов периодической системы Менделеева. Так, стремительные темпы исследования космического пространства, широкое применение электронно-вычислительной техники, изготавливаемой на полупроводниковой основе, требуют новых материалов, обладающих повышенной прочностью и надежностью в условиях высоких давлений, температур и скоростей. Изготовление материалов, соответствующих этим требованиям, вызвало необходимость, в частности, широкого применения редких и рассеянных элементов, обладающих замечательными свойствами.

Как известно, многие из рассеянных элементов не образуют в земной коре самостоятельных месторождений. Они чаще всего являются продуктами попутной комплексной переработки руд черных и цветных металлов или других видов минерального сырья. Технология извлечения редких и рассеянных элементов имеет ряд характерных черт, отличающих ее от технологии извлечения черных и цветных металлов. Металлургия редких металлов не знает процессов непосредственного получения металла путем плавки руд в крупных печах. Например, извлечение гафния из цирконо-вых концентратов стало возможно только благодаря развитию вакуумной техники, а выделение элементов групп редких земель — в результате применения ионнообменных смол.

Немаловажную роль для процессов комплексной переработки руд, содержащих редкие и рассеянные элементы, сыграла техника высоких температур, а также современные физические и физико-химические методы анализа и контроля производства. В связи с малыми содержаниями попутных компонентов в комплексных рудах цветных и черных металлов большое значение для рациональной переработки имеют процессы обогащения руд и концентрирование попутных компонентов с процессе переработки сырья. Полиметаллические руды, главной составной частью которых являются свинец и цинк, часто содержат, кроме висмута, сурьмы, золота и серебра, кадмий, таллий, галлий и германий, которые концентрируются в отходах производства свинцовых и цинковых заводов. Эти отходы явля-

ются, таким образом, исходным сырьем для получения ряда ценных элементов.

Пыли и возгоны металлургических печей и илы сернокислого производства нередко содержат селен, теллур, таллий. Шлаки черной металлургии могут служить источником получения ванадия и титана. Золой и возгоны некоторых углей и горючих сланцев содержат значительные концентрации германия, ванадия, иногда молибдена, галлия, а в их шлаках накапливаются цирконий, редкие земли и другие элементы. В калийных солях установлены рубидий и цезий, а в глиноземном сырье галлий, индий и др.

Большое значение для комплексной переработки руд имеет качественная и количественная оценка попутных компонентов в рудах отдельных типов месторождений, а также установление формы их нахождения и баланса распределения в рудообразующих минералах.

В настоящее время из минерального сырья извлекают более 74 элементов периодической системы Менделеева, в том числе около 50 элементов получают преимущественно при комплексной переработке руд.

Комплексность минерального сырья может быть обусловлена наличием парагенетических минеральных ассоциаций различных элементов; геохимическим сродством отдельных элементов, входящих в определенных соотношениях в одни и те же минеральные образования. В обоих случаях возможность комплексного использования минерального сырья определяется тремя факторами:

- геологическим, т. е. наличием ценных минералов-спутников или попутных элементов в промышленных рудообразующих минералах;

- технологическим, выражающимся в возможности извлечения при данном уровне техники попутных минералов или элементов-спутников с достаточно высокими технологическими показателями;

- экономическим, требующим, чтобы стоимость дополнительно получаемой продукции не только покрывала все затраты, связанные с комплексной переработкой руд, но и обеспечивала в определенных размерах необходимую прибыль.

Примером комплексного минерального сырья первого типа являются широко распространенные медно-свинцово-цинковые и свинцово-цинковые руды, представленные сульфидами меди, свинца и цинка в различных соотношениях, сульфидные медно-никелевые руды и т. п. Применение классических методов селективной флотации при обогащении таких руд позволяет получать концентраты соответствующих минералов, в дальнейшем перерабатываемых раздельно. Способы переработки таких руд при различных, но, как правило, очень высоких технологических показателях широко освещены в отечественной и зарубежной литературе.

К этому типу комплексных руд относятся бранерит-уранинит-тухолит-золотоносные конгломераты Витватерсранда (ЮАР), Блайнд-Ривер (Канада) и Серра-де-Жакобина (Бразилия). В обобщенном виде схема использования конгломератов такого типа выглядит следующим образом: после соответствующего измельчения выделяют золото, выщелачивают урано-редкоземельные минералы, осаждают и выделяют урановые сое-

динения, производят переработку остаточных растворов гидрометаллургическим методом с выделением суммы редких земель.

В молибденовых рудах месторождения Клаймакс (США) спутниками молибденита являются вольфрамит, гюбнерит, касситерит, пирит, халькопирит и монацит. В течение многих лет эти минералы уходили в отвал, но потом для их улавливания были установлены спиральные сепараторы. Применение новой технологии обогащения руд оказалось экономически выгодным. Из хвостов основной молибденовой флотации, после удаления шламов, последовательно извлекают пирит, монацит, вольфрамит и касситерит.

В Нигерии комплексные руды месторождений района плато Джонс, представленные рыхлыми выветрелыми гранитами, содержащими в форме акцессорных включений касситерит, колумбит, магнетит, ильменит, циркон, оранжит, ксенотим, монацит и кварц, являются сырьем для получения концентратов названных минералов. Содержание этих минералов в первичных рудах сравнительно невысокое, но благодаря применению современной технологии обогащения руд на обогатительных фабриках получают кондиционные концентраты.

Для обогащения руд здесь применяют метод гравитации последовательно на отсадочных машинах, концентрационных столах и гидроциклонах. Первоначально руды подвергаются ручной сортировке. Полученные гравитационные концентраты, содержащие колумбит, касситерит, магнетит, ильменит, циркон, оранжит, ксенотим, монацит и кварц, подвергаются электростатической сепарации при температуре 100—110° С, что позволяет получать два продукта. Один из них содержит колумбит, касситерит, ильменит, магнетит, а другой — циркон, оранжит, ксенотим, монацит, кварц. Из первого концентрата методом гравитации и магнитной сепарации выделяют самостоятельные колумбитовые, касситеритовые, ильменитовые и магнетитовые концентраты; из второго методом флотации выделяют самостоятельные циркониевые, оранжитовые, ксенотим-монацитовые концентраты.

В Китае сурьмяно-ртутно-шеелит-золотые руды подвергают многостадийной обработке; они являются сырьем для получения сурьмы, ртути, шеелитового концентрата и золота. Сурьма и ртуть извлекаются при обжиге руд в шахтных печах. Шлаки подвергают обогащению различными методами; они являются источником для получения кондиционных концентратов шеелита и золота.

Известное крупнейшее комплексное месторождение олова Гедзю (КНР) наряду с колоссальными запасами олова содержит в больших количествах железо, медь, свинец, цинк, бериллий, вольфрам, молибден и многие другие полезные компоненты. Благодаря внедрению новой технологии из руд этого месторождения получают, кроме оловянных концентратов, медные, свинцовые, цинковые, вольфрамовые, молибденовые и бериллиевые.

Американская компания «Серро-де-Паско» из полиметаллических руд месторождения одноименного названия (Перу) получает свинцовый, цинковый и медный концентраты. Свинцовый концентрат содержит повышенные концентрации сурьмы, висмута и серебра.

На полиметаллическом месторождении Брокен-Хилл (Австралия) кроме свинца и цинка добывают медь, серебро, ванадий, кадмий и ряд других элементов. Пегматитовое месторождение Моното-Китоло (Заир) дает обогатительной фабрике сырье для выпуска оловянного, тантал-ниобиевого и литиевого концентратов. Кроме того, из шлаков, вывозимых в ФРГ и США, дополнительно извлекаются окислы тантала и ниобия. В Бразилии при эксплуатации месторождений горючих сланцев как топлива для ТЭЦ в целях повышения рентабельности предприятия из золы производят кирпич, а из смеси железорудной мелочи (отходов экспорта железных руд и пыли горючих сланцев) изготавливают окатыши, из которых после обжига получают крицу.

Приведенные примеры свидетельствуют о том значении, которое придается комплексному использованию минерального сырья за рубежом.

При комплексности минерального сырья, обусловленного геохимическим средством отдельных элементов, входящих в определенных соотношениях в один и те же минеральные образования, извлечение элементов основано на совершенно иных методах.

Анализ условий распределения рассеянных элементов в рудах и минералах, в частности, месторождений цветных металлов различных генетических и промышленных типов, характера их распределения по продуктам обогащения и металлургического передела заводов, а также условий непосредственного получения этих металлов из различных полупродуктов и отходов производства основной продукции показывает, что извлечение рассеянных элементов в промышленных масштабах экономически целесообразно только в тех случаях, когда их содержание в исходном сырье находится не ниже определенного уровня, установленного расчетами.

Благодаря комплексному использованию минерального сырья на ряде предприятий цветной металлургии организовано в промышленных масштабах производство селена, теллура, таллия, галлия, кадмия, рения, скандия и германия из концентратов цветных металлов. Скандий извлекается из вольфрамитов, редкоземельных минералов, бокситов, фосфоритов, каолинитов, урапо-горисовых концентратов. Перечисленные элементы добываются из недр совместно с основными полезными компонентами. Несмотря на это, в практике западных стран при комплексной оценке месторождений обязательно учитываются элементы-примеси, поскольку их концентрация в определенных минералах соответствующего месторождения повышает его практическую ценность. Кроме того, наличие в рудах элементно-примесей и организация промышленного их извлечения снижает стоимость производства других полезных компонентов, содержащихся в рудах месторождения. По этим причинам отдельные полезные компоненты, образующие в том или ином месторождении промышленные концентраты, в комплексе с рассеянными элементами могут представлять промышленный интерес. Например, в Марокко разработка свинцово-цинкового месторождения Бумедин по свинцу и цинку оказалась нерентабельной. Оценка этого месторождения с учетом извлечения рассеянных элементов (кадмия, индия, германия и др.) показала, что его эксплуатация не только оправдана, но является выгодным мероприятием.

Реализация проблемы комплексного использования минерального сырья должна начинаться с тщательного и всестороннего изучения попутных компонентов в руде для черной, цветной и горнохимической промышленности. Известно, что запасы индия, германия, таллия, рения в рудах месторождений цветных металлов, как правило, измеряются единицами, иногда десятками, реже сотнями тонн. Запасы селена обычно более значительны и в некоторых месторождениях достигают нескольких тысяч тонн.

Следует иметь в виду, что баланс распределения попутных компонентов по отдельным минералам весьма сложный: обычно они рассредоточены по многим рудным и перурдным минералам. По этой причине в основных рудообразующих минералах (борсите, халькопирите, халькозине, галените, сфалерите, пирите и др.) запасы рассеянных элементов меньше, чем в руде в целом. Такие элементы, как галлий, таллий и германий, концентрирующиеся и в силикатных, и рудных минералах, в последних дают концентрацию, не превышающую по сумме 5—10% от общих запасов этих элементов в руде. Концентрация селена, теллура, индия и других элементов в извлекаемых рудных минералах колеблется от 20—30 до 50—80% от общих запасов в рудах.

Из практической деятельности американской компании «Серро-де-Паско» (Перу), эксплуатирующей крупнейшее одноименное комплексное полиметаллическое месторождение, известно, что при оценке запасов рассеянных элементов (и всех попутных элементов — висмута, олова, кобальта, никеля, золота, серебра и др.) компания учитывает только ту часть попутных компонентов, которая связана с извлекаемыми при обогащении руд минералами.

Анализ фактических материалов по медным, свинцовым и цинковым заводам в городах Ороя и Ило (Перу) показывает, что при переработке на этих заводах медных, свинцовых и цинковых концентратов попутные, в том числе рассеянные элементы, распределяются по многим продуктам передела, что в основном определяется присоединяемыми на заводах технологическими схемами получения меди, свинца и цинка. Технологические схемы здесь предусматривают прежде всего максимальное извлечение основных компонентов, поскольку малейшее отклонение от установленного технического режима с целью повышения процента извлечения попутных компонентов приводит к ухудшению технико-экономических показателей работы заводов по основному их профилю. Следовательно, на этих заводах технология получения попутных компонентов полностью подчинена технологии получения основной продукции, и общую технологическую схему работы завода не нарушает, а дополняет.

Несмотря на сложность технологии извлечения рассеянных элементов и их рассредоточенность по многим продуктам передела, извлечение некоторых рассеянных элементов на этих заводах достигает 50—80%. В настоящее время из руд месторождений Серро-де-Паско, Морокоча и других извлекают в промышленных масштабах медь, свинец, цинк, олово (из дросов), сурьму, соединения мышьяка, кобальт, никель, висмут, серебро, золото, селен, теллур, таллий, индий, германий, серу и др. (всего 27 элементов).

Таким образом, за рубежом попутные компоненты извлекаются лишь из сравнительно ограниченного количества продуктов передела, образующихся в процессе переработки концентратов.

Большой интерес по комплексному использованию руд представляет работа Народного горносталлургического предприятия ГДР, эксплуатирующего месторождение Мансфельд. Руды, поступающие на завод, содержат (в вес. %): Cu — 1,73; Ag — 0,009; Pb — 0,44; Zn — 0,9; Se — 0,00023. Плавка руд производится в ватержетных печах с получением штейна и шлаков.

Из руд месторождения Мансфельд извлекают в промышленных масштабах 24 элемента, в том числе медь, селен, никель, свинец, мышьяк, сурьму, цинк, серу, серебро, золото, никель, глинозем и др., а остающиеся силикатные шламы и шлаки — используют в строительстве.

Обобщая отечественный и зарубежный опыт по комплексному использованию минерального сырья, можно сделать следующие основные выводы.

Комплексному использованию минерального сырья должна предшествовать всесторонняя качественная, количественная, технологическая и экономическая оценка попутных компонентов уже в процессе разведки месторождения. При этом с достаточной полнотой должны быть изучены форма нахождения попутных компонентов, включая рассеянные элементы, баланс их распределения по отдельным минералам, а также по продуктам обогащения руд и металлургического передела. На разведываемых и эксплуатируемых месторождениях в процессе их разведки должна производиться оценка в денежном выражении запасов рассеянных элементов наравне с основными компонентами руд, т. е. попутные и рассеянные элементы должны учитывать в расчетах, обосновывающих кондиций.

Попутное извлечение сопутствующих компонентов считается экономически целесообразным в том случае, если оно будет укладываться в соответствующие лимиты, установленные расчетами.

Опыт зарубежной и отечественной практики показывает, что в настоящее время рассеянные элементы в производственных масштабах могут извлекаться не из всех минералов, в которых они содержатся, а только из некоторых — главных рудообразующих минералов. В связи с этим запасы рассеянных и попутных компонентов необходимо подсчитывать по основным рудным минералам, и эти запасы должны получить обоснованную промышленную оценку. Оценка запасов попутных и рассеянных элементов должна являться соответствующей частью оценки месторождения по всему комплексу полезных компонентов, содержащихся в руде.

Для обоснованной комплексной оценки месторождения необходимо получение представительных данных о запасах попутных компонентов в рудах, минералах и различных продуктах передела заводов. С этой целью требуется организация систематического опробования на попутные и рассеянные элементы различных сырьевых источников и продуктов их переработки на обогатительных фабриках и заводах. Необходима также организация более строгого учета извлечения и потерь попутных компонентов на различных этапах переработки руд.

При проектировании горнорудных и металлургических предприятий или реконструкции уже существующих предприятий в соответствующих ТЭДах наряду с основными необходимо учитывать также и попутные компоненты. Разумеется, что положительное решение вопроса о комплексной переработке руд может базироваться только на экономически целесообразной основе.

Таким образом, геологическая служба предприятия заблаговременно выполняет работу по всестороннему изучению руд месторождения, выявляет все факторы, определяющие правильное решение вопроса о комплексной переработке руд. Рудничный геолог должен всегда помнить, что не комплексное использование минерального сырья приводит к большим потерям металлов, к расточительному использованию природных богатств страны.

5. Выбор места для отвалов пустых пород и для различных сооружений

Застройка участков в пределах рудных площадей осуществляется в соответствии с «Временной инструкцией о порядке застройки участков в пределах площадей залегания полезных ископаемых» Главного управления государственного горнотехнического надзора (1950 г.). В соответствии с § 3 этой инструкции застройка капитальными сооружениями участков на площадях, свободных от выявленных запасов полезных ископаемых, допускается без разрешения органов Государственного горного надзора, но при наличии справки, выданной геологическим органом территориального геологического управления Министрства геологии СССР, подтверждающей отсутствие выявленных запасов полезных ископаемых на участке намеченного строительства. Если на участке намеченного строительства разведка полезных ископаемых не производилась и в материалах местного геологического фонда нет данных, позволяющих предполагать наличие полезных ископаемых, об этом должно быть указано в справке.

В том случае, когда территориальные геологические фонды не могут дать такую справку, для решения вопросов, связанных с выбором места для отвалов и сооружений, необходимо проводить специальные работы, связанные иногда с крупными материальными затратами. Рудничный геолог предприятия, имея в своем распоряжении все материалы по геологическому строению района и отдельным его месторождениям, может оказать существенную помощь проектным и строительным организациям в правильном размещении строительных площадок и площадок под отвалы.

Принимая соответствующие решения о безрудности и гидрогеологических и инженерно-геологических условиях площадок, рудничный геолог должен быть совершенно уверен в достоверности имеющихся геологических материалов, положенных в основу его выводов. Для решения вопроса о безрудности площадки рудничный геолог должен использовать имеющиеся крупномасштабные геологические карты, геологические разрезы и прочие материалы.

Но не всегда эти материалы бывают достаточно точными для решения поставленной задачи. Поскольку возможно нахождение слепых рудных тел на

различной глубине от поверхности, рекомендуется даже при наличии кондиционных крупномасштабных геологических карт и геологических разрезов пробурить на площадках, предназначенных для застройки или для отвалов, несколько структурных колонковых скважин. При отсутствии достоверных данных по площадкам застройки и отвалам для оценки рудоносности и инженерно-геологических условий этих площадок следует пробурить серию разведочных колонковых скважин по редкой разведочной сети.

Фактические данные по геологическому, гидрогеологическому и инженерно-геологическому характеру строительных площадок представляют в проектную организацию в виде геологических планов и профилей, с краткой пояснительной запиской, выводами и заключениями по оценке этих площадок.

К главе I

1. Хабаков А. В. Очерки по истории геологоразведочных знаний в России. Ч. I. — «Бюлл. МОИП», 1950.
2. Бублейников Ф. Д. Геологические поиски в России. М., Госгеолтехиздат, 1956.
3. Кузьменко В. И. Развитие минерально-сырьевой базы СССР за 50 лет Советской власти. — «Разведка и охрана недр», 1967, № 10/11.
4. Быбочкин А. М. Советские геологи воплощают в жизнь заветы В. И. Ленина. — «Разведка и охрана недр», 1969, № 10.
5. КПСС в резолюциях, решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. Ч. I, II, III, изд. 7-е. М., Госполитиздат, 1954.
6. Крейтер В. М. Поиски и разведки полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1940.
7. Смирнов В. И. Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. Изд-во МГУ, 1954

К главе II

1. Зенков Д. А. Руководство по методике рудничной геологии для золоторудных месторождений. Ч. I. М., Госгеолтехиздат, 1941.
2. Карасин М. А. Актуальные вопросы рудничной геологии. — «Советская геология», 1939, № 4—5.
3. Перри В. Д. Прикладная геология в Кананеа, Сопора. — В кн.: Геология рудных месторождений западных штатов США. М., ОНТИ — НРТП СССР, 1937.
4. Блоха Е. В. Геолого-маркшейдерская служба в угольной промышленности. М., Углетехиздат, 1947.

К главе V

1. Правила технической эксплуатации рудников, приисков и шахт Министерства цветной металлургии. М., Металлургиздат, 1968.
2. Инструкция о порядке планирования и проектирования геологоразведочных работ. 1969. Изд. Министерства геологии и охраны недр СССР.
3. Инструкция о порядке составления смет на производство геологоразведочных работ. Изд. Министерства геологии и охраны недр СССР, 1969.

4. Справочник укрупненных норм для проектирования геологоразведочных работ. Изд. Министерства геологии и охраны недр СССР, 1969.

5. Инструкция о порядке планирования, проектирования, финансирования и составления проектов и смет на геологоразведочные работы. М., «Недра», 1969.

6. Бахчисарайцев А. М. Организация и планирование геологоразведочных работ. М., Госгеолтехиздат, 1962.

К главе VI

1. Развитие техники и технологии разведочного бурения на твердые полезные ископаемые. — «Разведка и охрана недр», 1967, № 10/11. Авт.: Бубнов Е. С., Бугаков Ю. Д., Воздвиженский Б. И., Волков С. А.
2. Успехи рудной геофизики и геохимии. Авт.: Бродовой В. В., Федок В. И., Соловов А. П., Зворыкин А. А. — «Разведка и охрана недр», 1967, № 10—11.
3. Федынский В. В. Геофизика. М., «Недра», 1967.
4. Комаров С. Г. Техника промышленной геофизики. М., Госполитиздат, 1952.
5. Каталог рекомендуемого основного оборудования для оснащения лабораторий Министерства геологии СССР на 1971—1975 гг. Ротапринт. Изд. ВИМС, 1969.
6. Перечень лабораторных приборов малой серии, намечаемых к выпуску в 1970 г. Ротапринт. Изд. ВИМС, 1969.

К главе VII

1. Альбов М. Н., Челышев В. Л. Бороздовое механическое опробование кернов. М., Госгеолтехиздат, 1963.
2. Бабакин Ф. С. Практическая фотография в геологоразведочном и горном деле. М., Госгеолтехиздат, 1962.
3. Вахромеев С. А. Руководство по минераграфии. М., Госгеолтехиздат, 1950.
4. Волынский И. С. Определение рудных минералов под микроскопом. Т. 2. М., Госгеолтехиздат, 1947.
5. Константинов Р. М. О применении перфокарт при изучении эндогенных рудных месторождений. — «Геология рудных месторождений», 1966, № 2.
6. Методическое руководство по применению малогабаритных обогатительных установок для минералогического анализа руд и горных пород. М., Госгеолтехиздат, 1963, вып. 10. (Труды ВИМСа). Авт.: Код Г. А., Разумная Е. Г., Рожков В. Д., Павленко Г. Г., Степаненко А. Г.
7. Озеров И. М. Шлиховая съемка и анализ шликсов. М., Госполитиздат, 1959.
8. Комплексное геолого-геоморфологическое картирование Урала с целью поисков гипергенных полезных ископаемых. Изд. Саратовского ун-та, 1968. Авт. Ситов А. П., Шуб В. С., Гузовский Л. А., Ситов В. А., Якушев В. М.

К главе IX

1. Разведка штокерковых месторождений цветных и редких металлов. М., Госгеолтехиздат, 1962. Авт.: Галкин Б. И., Бирюков В. И., Крейтер В. М., Куличихин С. Н., Орлова Е. В., Померанцев В. В., Русецкая Г. Г., Ярмолович Н. В.
2. Глазковский А. А. Никель. Оценка месторождений при поисках и разведках. Вып. 20. Госгеолтехиздат, 1963.
3. Ситов А. П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. М., «Недра», 1969.

К главе X

1. Альбов М. Н. Взаимосвязь эндогенных и экзогенных рудных месторождений. — «Труды Свердловского горн. ин-та», 1970, вып. 74.
2. Богацкий В. В., Суговых В. В. Пространственно-статистический анализ сложности геологического строения и его применения в металлогенетических целях. — «Докл. АН СССР», 1968, т. 181, № 1.
3. Гавришин А. И. — Пособие по основам статистического анализа геолого-геохимической информации. Изд. Уральского геолог. упр., Свердловск, 1969.
4. Гинзбург И. И. Опыт разработки теоретических основ геохимических методов поисков. Госгеолтехиздат, 1957.

5. Григорян С. В., Янишевский Е. М. Эндогенные геохимические ореолы рудных месторождений. М., «Недра», 1968.

6. Козырин А. К. Применение геофизических исследований в буровых скважинах для опробования рудных месторождений. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Госгеолтехиздат, 1962, с. 91—94.

7. Королев А. В., Шехтман П. А. Структурные условия размещения послемагматических руд. М., «Недра», 1965.

8. Измененные околорудные породы и их поисковое значение. Под ред. Н. Н. Курека. Госгеолтехиздат, 1954. (Труды ВСЕГЕИ).

9. Овчинников Л. Н., Баранов Э. Н. Эндогенные геохимические ореолы колчеданных месторождений. — «Геология рудных месторождений», 1970, № 2.

К главе XI

1. Альбов М. Н. Опробование рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Изд. 2-е. Свердловск, Metallurgizdat, 1952.

2. Вилесов Г. И. Геометризация золоторудных месторождений. — «Труды Свердловского горн. ин-та», 1968, вып. 56.

3. Гольдин И. Д. Механизация построения наглядных изображений при разведке и разработке недр. М., «Недра», 1967.

4. Королев А. В., Шехтман П. А. Структурные условия размещения послемагматических руд. М., «Недра», 1965.

5. Рыжов П. А. Геометрия недр. М., Углетехиздат, 1952.

К главе XII

1. Альбов М. Н. Золотоносные сланцы Кумакского района (Ю. Урал). — «Цветные металлы», 1930, № 8—9, с. 1189—1198.

2. Бугаев И. И. Первичная зональность Гумешевского монокристаллического месторождения на Среднем Урале. — «Труды Свердловского горн. ин-та», 1968, вып. 48.

3. Великий А. С. Структуры рудных полей. Изд. ЛГУ, 1961.

4. Иванов Н. В. Новый метод опробования по типам разрезов. — «Зап. ЛГИ», 1958, т. 38, вып. 2.

5. Иванов Н. В. Минералогическое опробование по типам разрезов — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Госгеолтехиздат, 1962, с. 57—65.

6. Константинов М. М. Рудные столбы некоторых месторождений. — «Советская геология», 1948, № 4.

7. Королев А. В., Шехтман П. А. Определение склонения и ныряния рудных столбов в трещинных жилах. — «Цветные металлы», 1951, № 6.

8. Кряжев Г. С. Опыт рудничной геологической службы на Оловском руднике (Забайкалье). — В кн.: Рудничная геология. Госгеолтехиздат, 1946.

9. Ломоносов М. В. Первые основания металлургии или рудных дел. СПб, 1763.

10. Петровская Н. В. О продуктивных минеральных ассоциациях в золоторудных месторождениях. — «Зап. Всесоюз. минерал. о-ва», 1955, ч. 84, № 3, с. 290—307.

11. Проблемы образования рудных столбов. [Сборник докладов]. Новосибирск, 1971 (ИГГ СО АН СССР).

12. Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. М., «Недра», 1965.

13. Утин П. П. О структурном контроле локализации рудных столбов в некоторых месторождениях Северо-Востока СССР. — «Кольма», 1962, № 9.

14. Утин П. П. Основные типы рудных столбов в эндогенных месторождениях Северо-Востока СССР. — «Кольма», 1965, № 2.

15. Хренов П. М. Об одном случае литологического контроля вольфрамового оруденения. — «Докл. АН СССР», 1955, т. 100, № 5.

К главе XIII

1. Альбов М. Н. Валовое опробование золоторудных месторождений. — «Цветные металлы», 1932, № 7—8.

2. Альбов М. Н. Методика разведки и опробования железных шпал колчеданных месторождений Урала. — «Разведка и охрана недр», 1956, № 1.

3. Альбов М. Н. Вторичная зональность золоторудных месторождений Урала. М., Госгеолтехиздат, 1960.

4. Альбов М. Н. Геолого-экономическая оценка элювиальных россыпей и рудных жил, содержащих золотые самородки. Магадан, «Кольма», 1969, № 12.

5. Вахрамеев С. А. О паходке киновари в рудах Сибирского колчеданного месторождения. — «Зап. Всерос. минерал. о-ва», 1947, ч. 76, № 3.

6. Власов А. С., Желнин С. Г. Новые методы разведки россыпных месторождений золота. — «Разведка и охрана недр», 1964, № 4.

7. Герман Л. Д. Распределение элементов в зоне окисления Билибинского месторождения и формы их фиксации. Автореферат канд. дисс. ИГЕМ АН СССР, 1969.

8. Лядикова Н. Н. Роль микроорганизмов в образовании и разрушении сульфидов в рудных месторождениях — «Геология рудных месторождений», 1970, № 1.

9. Петровская Н. В. О продуктивных минеральных ассоциациях в золоторудных месторождениях — «Зап. Всесоюз. минерал. о-ва», 1955, ч. 84, № 3, с. 290—307.

10. Петровская Н. В. О некоторых закономерностях размещения рудных столбов и минералогических критериях поисков скрытых участков богатых руд (на примерах некоторых золоторудных районов). — В кн.: Вопросы изучения и методики поисков скрытого оруденения. М., Госгеолтехиздат, 1963.

11. Синдеева Н. Д. Один из геологических поисковых признаков колчеданных месторождений. — «Докл. АН СССР», 1955, т. 104, № 1.

12. Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных месторождений. М., ОНТИ, 1936.

13. Эммануил В. Вторичное обогащение рудных месторождений. Пер. с англ. М., ОНТИ, 1935.

К главе XIV

1. Справочник по горнорудному делу. Т. I, II. М., Госгортехиздат, 1961.

2. Горюцкий П. И. Проектирование горнорудных предприятий. М., Metallurgizdat, 1949.

3. Рожков М. П. Разработка рудных месторождений. М., Metallurgizdat, 1949.

К главе XVI

1. Альбов М. Н. Опыт точечного опробования отбитой руды. — «Золотая промышленность», 1938, № 9.

2. Альбов М. Н. Опробование месторождений полезых ископаемых. М., «Недра», 1965.

3. Альбов М. Н., Челышев В. Л., Панов Ю. К. Механизация отбора химических проб в горных выработках. В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969.

4. Богомяков П. П., Травин Ю. А. Опробование отвального комплекса техногенных россыпей золота при их промышленной оценке. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969.

5. Горшков В. С., Сверлов В. С. Подутное получение редкометаллических минералов при разработке рыхлых горных пород способом гидромеханизации. М., Госгеолтехиздат, 1962.

6. Зайцев Е. П. Опробование коренных месторождений и добытых рудных масс пробами малого веса. Изд. Центр. ин-та информ. цвет. металлургии, М., 1958.

7. Зенков Д. А. Пути рационализации опробования горных выработок. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 130—134.

8. Иванов Н. В. Новое направление в опробовании рудных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1963.

9. Изет Р. И., Утин П. П. Об оптимальном объеме пробы при разведке россыпей золота шурфами. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 223—226.
10. Каллистов П. Л. Учет высоких проб и самородков при подсчете запасов месторождений золота. М., ОБТИ «Главспеццветмета», 1952.
11. Классен Г. А. К вопросу о стандартизации опробования добытого медного колчедана. — «Цветные металлы», 1937, № 4.
12. Классен Г. А. Влияние числа частичных проб на точность опробования добытых полиметаллических руд. — «Цветные металлы», 1937, № 10.
13. Лунев В. С., Осовецкий Б. М., Тюрин В. М. Опробование интеновым шлюзом россыпей с мелким золотом. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969.
14. Макаров Б. П., Лившиц А. И. Усовершенствование техники разведки россыпных месторождений золота. — «Разведка и охрана недр», 1963, № 4.
15. Маланьин М. И. Новая аппаратура для опробования россыпей. М., ИНТИ ВИМС, 1959.
16. Молчки В. Н. Методика и техника отбора пленочных проб. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969.
17. Пожарицкий К. Л. Опробование Садонского полиметаллического месторождения. — «Разведка недр», 1934, № 15.
18. Серебрин И. Я. Механизация отбора бороздовых проб в открытых горных выработках. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969.
19. Тюшляков А. И., Иванов И. П. Новый метод опробования россыпных месторождений золота. — «Разведка и охрана недр», 1962, № 12.
20. Цветков А. И. О количественном определении кварца в горшках порошков методом термического анализа. — «Докл. АН СССР», 1952, т. 87, ч. I, с. 123—125.

К главе XVII

1. Альбов М. Н., Челышев В. Л. Способ опробования кернов при разведочном колонковом бурении и устройство для его осуществления. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1958.
2. Альбов М. П., Челышев В. Л. Бороздовое механическое опробование кернов при разведочном бурении. — «Разведка и охрана недр», 1959, № 6.
3. Альбов М. Н., Челышев В. Л. Бороздовое механическое опробование керна при разведочном бурении. М., Госгеолтехиздат, 1963.
4. Альбов М. Н., Стуков Н. В. Опробование буровзрывных скважин в железных рудниках Северного Урала. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Госгеолтехиздат, 1962, с. 150—154.
5. Булнаев И. Б. Бороздовое опробование стенок разведочных скважин. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969.
6. Волосюк Г. К. Эффективность бурения скважин инструментом малого диаметра. — «Разведка и охрана недр», 1969, № 3.
7. Денисов С. А. Опыт экспериментального обоснования достоверности опробования керна. — В кн.: Материалы ГКЗ, № 2. Госгеолтехиздат, 1961.
8. Ефремов В. И., Челышев В. Л. О механизации отбора проб шлама при бурении взрывных скважин станками СВШ-250. — «Труды Свердловского горн. ин-та», 1970, вып. 70, с. 40—45.
9. Кирьянлица С. И. К вопросу методики опробования и оценки рудных месторождений Никитинского рудного поля по керну и шламу буровых скважин. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Госгеолтехиздат, 1962, с. 196—201.
10. Лобанов Д. А. О представительности кернового опробования при разведке золоторудного месторождения «Коммунар» (Кузнецкий Алатау). — В кн.:

Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 205—207.

11. Ломаев В. Г. Особенности кернового опробования на Сорском молибденовом месторождении, стр. 203—205. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969.
 12. Механизация разделки и отбора проб из керна разведочных скважин. Авт.: Лубянский М. М., Челышев В. Л., Фомичев Н. И., Шалагинова В. А., Байларов Т. Е. — «Труды Свердловского горн. ин-та», 1970, вып. 70, с. 46—54.
 13. Макаров Б. П., Лившиц А. И. Усовершенствование техники разведки россыпных месторождений золота. — «Разведка и охрана недр», 1963, № 4.
 14. Матерон Ж. Основы прикладной геостатистики. Пер. с франц. М., «Мир», 1968.
 15. Никольский Н. А. Опробование эксплуатационных выработок на месторождении железных руд горы Магнитной и пути его дальнейшего совершенствования. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 143—150.
 16. Пожарицкий К. Л. Опробование месторождений цветных металлов и золота. М., Metallurgizdat, 1947.
 17. Стуков Н. В. Шламовое опробование взрывных скважин. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 201—203.
 18. Челышев В. Л. Рациональное хранение керна на рудниках и в экспедициях. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 138—142.
 19. Шибakov М. А. Исследования качества опробования меднопорфировых руд Коунрада дробовым бурением в феврале 1935 г. — «Проблемы советской геологии», 1935, № 11.
- #### К главе XVIII
1. Локонов М. Ф. Опробование на обогатительных фабриках. М., Госгортехиздат, 1961.
- #### К главе XIX
1. Барышев Н. В. Контроль опробования. — В кн.: Материалы по методам разведки и подсчета запасов, вып. 2. М., Госгеолтехиздат, 1948.
 2. Вилесов Г. И. Геометризация золоторудных месторождений. — «Труды Свердловского горн. ин-та», 1968, вып. 56.
 3. Дольво-Добровольский В. В., Клименко Ю. В. Рациональный анализ руд. М., Metallurgizdat, 1947.
 4. Комаровский Э. Б. Установка для дробления рудных проб. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 214—217.
 5. Кузнецов В. Г., Чекавын Ю. И., Чикирисова А. А. Об улучшении методики и техники обработки геологических проб. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 209—213.
 6. Локонов М. Ф. Опробование на обогатительных фабриках. М., Госгортехиздат, 1961.
 7. Прокофьев А. П. Приемы обработки контрольных химических анализов. — «Разведка и охрана недр», 1955, № 3.
 8. Прокофьев А. П. О внутреннем и внешнем контроле анализов разведочных проб. — «Разведка и охрана недр», М., Госгеолтехиздат, 1962, № 6.
 9. Утин П. П. О радиальной сети опробования рудных месторождений золота и редких металлов Северо-Востока СССР. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Госгеолтехиздат, 1962, с. 161—170.
 10. Шапки В. Л. Контроль анализов геологических проб по групповым пробам. «Разведка и охрана недр», 1955, № 4.
 11. Ясюкевич С. М. — Обогащение руд. М., Metallurgizdat, 1953.

К главе XX

1. Авдонин А. Н., Ломов А. Г., Рыжков А. Я. Использование капаметрии для определения содержания железа в магнетитовых рудах. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 59—63.
2. Возжеников Г. С. К бескерновому изучению вещественного состава медноколчеданных руд в скважинах. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 94—98.
3. Иванов Н. А., Стадухин В. Д., Улитина Г. Г. Определение содержания железа в рудах магнетитовых месторождений методом искусственного подмагничивания. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 63—68.
4. Фотонейтронные методы опробования бериллиевых руд в месте их залегания. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 103—111. Авт.: Кочелев И. П., Нейчесов С. И., Окулов В. М., Шишакин О. В.
5. Мелков В. Г., Пухальский Г. Д. Поиски месторождений урана. М., Госгеолтехиздат, 1957.
6. Микшевич В. Н., Трубов Э. А. Опыт применения магнитометрического способа опробования качканарских железных руд. — «Труды Свердловского горн. ин-та», 1963, вып. 44.
7. Поляков А. К., Балашов В. Н. Опробование гамма-гамма-методом сурьмяных руд Кадамджая. — В кн.: Вопросы методики опробования рудных месторождений при разведке и эксплуатации. М., Госгеолтехиздат, 1962, с. 98—103.
8. Шестаков В. В. Расчет установки для фотонейтронного экспресс-анализа бериллиевых руд в транспортных емкостях. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 100—107.

К главе XXI

1. Глазковский В. А. Геолого-минералогические основы технологической оценки руд железа. М., Госгеолтехиздат, 1954.
2. Глотов А. М. — «Труды Ирриредмета», № 22. Иркутск, 1970.
3. Литвинович А. Н. Методика изучения редких рассеянных элементов в полиметаллических рудах. Изд. АН Каз.ССР, Алма-Ата, 1961.

К главе XXII

1. Варварин Г. Б., Кузнецов Г. А., Филиппов Е. М. Применение приставных гамма-плотномеров для опробования горных выработок. — В кн.: Вопросы методики опробования месторождений полезных ископаемых при разведке и эксплуатации. Изд. Свердловского горн. ин-та, 1969, с. 68—76.
2. Возжеников Г. С., Бреднев И. И., Трофимов В. Л. О возможности экспрессной оценки зольности углей активационным методом. — «Изв. вузов», 1968, № 11.
3. Глейзер М. И. Определение физических характеристик горных пород в маркшейдерско-геологической практике. М., «Недра», 1969.
4. Стрелянов Н. П. К методике определения пористости и структуры порового пространства несущих горных пород. — «Геология рудных месторождений», 1962, № 5.

К главе XXIV

1. Справочник по горнорудному делу. Т. I, II. М., Госгортехиздат, 1961.
2. Егурлов Г. П. Открытые горные работы. М., Углетехиздат, 1951.
3. Шевяков Л. Д. Разработка месторождений полезных ископаемых. М., Углетехиздат, 1951.
4. Стариков Н. А. Системы разработки месторождений. М., Metallurgizdat, 1947.

5. Крейгер В. М. Поиски и разведка полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, т. I, 1960, т. II, 1961.

6. Смирнов В. И. Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. Изд-во МГУ, 1954.

К главе XXVI

1. Рудаков М. А. Маркшейдерский учет на карьерах. М., Металлургиздат, 1952.
2. Каплунов Р. П. Методика определения и учета потерь и разубоживания при разработке месторождений цветных и редких металлов. М., Metallurgizdat, 1940.
3. Рыжов П. А. Учет потерь полезных ископаемых на рудниках цветных металлов. Изд-во АН Каз.ССР, 1943.

К главе XXVII

1. Смирнов В. И. Подсчет запасов минерального сырья. М., Госгеолтехиздат, 1950.
2. Прокофьев А. П. Практические методы подсчета запасов рудных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1953.
3. Шевяков Л. Д. Основы теории проектирования угольных шахт. М., Углетехиздат, 1950.
4. Голубецкий П. И. Проектирование горнорудных предприятий. М., Metallurgizdat, 1949.

Предисловие	3
Введение	5

Часть первая

Организация геологоразведочной службы на горнодобывающем предприятии

Глава I. Развитие горного и геологоразведочного дела	7
1. Краткий обзор развития горной промышленности в дореволюционной России	7
2. Развитие геологоразведочного и горного дела в СССР	12
Глава II. Задачи и методы рудничной геологии	19
1. Место рудничной геологии в общем цикле геологоразведочных и горно-эксплуатационных работ	19
2. Основные задачи и методы рудничной геологической службы	21
3. Организация и функции рудничной геологической службы на горном предприятии	24
Глава III. Требования к геологическим материалам, используемым при составлении проекта разработки горного предприятия	28
1. Общие положения	28
2. Основные требования к подсчету запасов полезных ископаемых	29
3. Кондиции для подсчета запасов руд	31
4. Классификация запасов по степени разведанности, изученности и подготовленности их для промышленного освоения	35
Глава IV. Структура геологоразведочной службы	39
1. Современное состояние геологической службы в СССР	39
2. Положение о рудничной геологической службе	43
3. Структура геологической службы горнодобывающих предприятий, подбор кадров	45
4. Основные задачи рудничного геолога	47
5. Координация работы геологического отдела с другими отделами и цехами горного предприятия	48
6. Техника безопасности на геологоразведочных работах	49

Глава V. Планирование и финансирование геологоразведочных работ на горном предприятии	51
1. Составление планов геологоразведочных работ	51
2. Составление проектов и смет на геологоразведочные работы	54
3. Требования к отчетности по выполнению планов геологоразведочных работ	57
Глава VI. Техническая вооруженность геологической службы	58
1. Современное состояние технической вооруженности	58
2. Геологосъемочное и геофизическое оборудование	65
3. Горноразведочное и буровое оборудование	66
4. Оборудование для опробования и документации	72
5. Транспорт	72
6. Лабораторное оборудование	74
7. Научно-исследовательское оборудование	76
8. Оформление заявок на материально-техническое снабжение геологоразведочных работ	77
Глава VII. Научная обработка материалов, собранных рудничным геологом	78
1. Задачи научных исследований на руднике в области геологии и разведки и роль рудничных геологов в их выполнении	78
2. Геологический музей рудника	79
3. Оборудование научных кабинетов и лабораторий	80
4. Хранение геологической информации	82
5. Развитие связей с научными институтами и вузами	83
6. Оформление научных исследований рудничного геолога	84
Глава VIII. Организация геологических фондов горного предприятия и хранение фондовых геологических материалов	85
1. Организация геологических фондов и библиотек горнодобывающего предприятия	85
2. Фондовые геологические материалы	86
3. Материалы текущих работ и их хранение	88
4. Хранение эталонных образцов руд и пород, кернов, шламов, дубликатов проб, фауны и флоры	89
5. Хранение коллекций и препаратов	91
6. Применение перфокарт для хранения информации	93

Часть вторая

Геологические основы поисково-разведочных работ на горном предприятии

Глава IX. Изучение структуры и тектоники рудных полей различных месторождений	98
1. Составление и уточнение структурно-геологической карты рудного поля	98
2. Изучение структуры рудных полей магматических и контактово-метасоматических месторождений	99
3. Изучение структуры рудных полей гидротермальных жильных и метасоматических месторождений	100
4. Изучение структуры рудных полей штоковерковых месторождений	103
5. Изучение структуры рудных полей, связанных с древней корой выветривания	104
6. Изучение структуры рудных полей месторождений осадочного генезиса	105
7. Составление геоморфологической карты россыпных месторождений	106
Глава X. Поиски скрытых рудных тел в пределах рудного поля	106
1. Задачи поисков	106
2. Поисковые критерии и поисковые признаки	107
3. Изучение выходов горных пород со слабой минерализацией и вкрапленных руд	114
4. Поиски рудных тел под непроницаемой кровлей (под экраном)	117
5. Поиски рудных тел под мощными напосами	118
6. Поиски рудных тел по эндогенным ореолам рассеяния	120
7. Скважинная геофизика	121
8. Пространственно-статистический анализ и его применение в поисковых целях	122

Глава XI. Геометризация формы и свойств рудных тел	126
1. Элементы морфологии и свойства рудных тел	126
2. Погоризонтные планы и вертикальные сечения	128
3. Метод изолиний и его применение	131
4. Показатель интенсивности металлического оруденения	133
5. Блок-диаграммы и модели рудных тел и месторождений	134
Глава XII. Первичная зональность рудных месторождений	136
1. Зональность магматических месторождений	136
2. Зональность скарновых месторождений	137
3. Главные факторы первичной зональности жильных месторождений	137
4. Примеры первичной зональности рудных жил	138
5. Рудные столбы	138
6. Литологический и структурный контроль первичных рудных столбов	140
Глава XIII. Вторичная зональность рудных месторождений	141
1. Главные факторы вторичной зональности рудных месторождений	141
2. Железные шляпы колчеданных месторождений	144
3. Примеры эксплуатационной разведки при открытой и подземной разработке месторождений	148
4. Закономерности распределения золотых самородков в рудных жилах и в элювиальных россыпях	150
5. Видимые признаки рудных столбов в забоях горных выработок	152

Часть третья

Геологическое обслуживание горных предприятий

Глава XIV. Первоочередные задачи рудничной геологии на строящемся руднике	156
1. Изучение и критический анализ геологического отчета и вытекающих из него проектных решений	156
2. Уточнение классификация и физических свойств руд, а также вмещающих и сопутствующих пород	158
3. Установление степени достоверности подсчета запасов и качественного состава руд	159
4. Техническое оформление легенды и подбор эталонной коллекции пород и руд	160
5. Установление системы геологической документации и опробования	163
6. Составление инструкций по геологическому обслуживанию предприятия и инструкций прав и обязанностей отдельных сотрудников	164
Глава XV. Эксплуатационная разведка	167
1. Цели и задачи эксплуатационной разведки	167
2. Системы эксплуатационной разведки и плотность разведочной сети	169
3. Примеры эксплуатационной разведки при открытой и подземной разработке месторождений	175
4. Технические средства эксплуатационной разведки	182
5. Организация, планирование и финансирование эксплуатационной разведки	184
6. Геологическая документация при эксплуатационной разведке и учет ее результатов	185
Глава XVI. Опробование разведочных и эксплуатационных горных выработок	186
1. Способы отбора химических проб в забоях горных выработок	186
2. Механизация отбойки химических проб	192
3. Определение средних показателей при опробовании горных работ	196
4. Учет проб с исключительно высоким содержанием металла	199
5. Опробование по естественным типам руд	202
6. Использование экскаваторов для опробования бортов карьеров	205
7. Опробование горных выработок при разведке и эксплуатации россыпей	206
8. Опробование дражных забоев и техногенных россыпей	211
9. Определение содержания свободной двуокиси кремния в горных выработках	216
Глава XVII. Опробование разведочных и эксплуатационных буровых скважин	218
1. Механизация отбора проб от кернов разведочных скважин	218

2. Опробование бурового шлама из скважин колонкового бурения	221
3. Определение среднего содержания металла при колонковом бурении	225
4. Комплексное опробование прожилково-вкрапленных медно-молибденовых и ртутных месторождений	227
5. Опробование буровзрывных скважин	228
6. Определение содержания металла в буровзрывных скважинах	231
7. Особенности опробования буровых скважин на россыпных месторождениях	233
8. Проверка результатов опробования скважин опробованием горных выработок	237
Глава XVIII. Опробование рудных масс на дневной поверхности	238
1. Опробование отвалов горных работ и хвостов обогатительных фабрик	238
2. Опробование руд и углей в вагонетках	239
3. Товарное опробование рудных масс	240
4. Опробование руд и продуктов их обработки на обогатительных фабриках	242
Глава XIX. Приготовление и контроль химических проб	243
1. Механизация обработки химических проб	243
2. Смешивание и сокращение проб	249
3. Оборудование помещения для обработки проб	251
4. Составление схем обработки проб	252
5. Внутренний и внешний контроль работы химической лаборатории	256
6. Объединение проб для анализа	260
7. Экспериментальные работы по обоснованию выбора метода опробования	262
Глава XX. Геофизическое и геохимическое опробование на руднике	263
1. Определение содержания железа в рудах магнитными методами	263
2. Определение содержания урана и тория методом естественной радиоактивности	264
3. Гамма-гамма-метод	266
4. Фотонейтронные методы опробования бриллиевых руд	267
5. Определение содержания меди и других элементов методом искусственной радиоактивности	268
Глава XXI. Технологическое опробование руд	269
1. Задачи технологического опробования руд	269
2. Влияние текстур и структур руд на методы их обогащения	269
3. Изучение обогатимости руд на пробах малого веса	272
4. Отбор и документация технологических проб	275
5. Пример отбора технологических проб магнетитовых руд	276
6. Исследование технологических проб сульфидных полиметаллических руд	277
7. Технологическое опробование при разведке россыпей	278
8. Опробование месторождений асбеста	282
Глава XXII. Определение физических свойств пород и руд	284
1. Определение объемного веса	284
2. Определение влажности	286
3. Определение пористости	288
4. Определение коэффициента разрыхления	288
5. Определение кусковатости руд и пород	289
6. Определение зольности и калорийности ископаемого топлива	290
Глава XXIII. Геологическая документация открытых и подземных горных работ	291
1. Элементы карьера и характер проводимых в нем работ	291
2. Первичные геологические материалы по документации карьеров	296
3. Сводные геологические материалы по документации карьеров	303
4. Основные системы подземной разработки рудных месторождений	308
5. Геологическая документация капитальных, подготовительных и нарезных горных выработок	316
6. Геологическая документация очистных выработок	321
7. Применение фотографии для геологической документации горных выработок	325
8. Составление и пополнение сводных планов и разрезов	329

Глава XXIV. Изучение гидрогеологических условий месторождений в процессе их эксплуатации	331
1. Основные задачи гидрогеологического обслуживания горнодобывающих предприятий	331
2. Проведение гидрогеологических наблюдений на действующем руднике	332
3. Группировка месторождений по гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям	334
4. Направление работ по изучению гидрогеологических условий месторождений	340
5. Гранулометрический анализ рыхлых пород и определение их пористости	344
6. Специальные работы по изучению водообильности глубоких горизонтов месторождения	346
7. Обработка материалов гидрогеологических наблюдений	347
Глава XXV. Потери и разубоживание полезных ископаемых и мероприятия по их снижению	349
1. Значение учета потерь и разубоживания руд	349
2. Классификация потерь полезных ископаемых	351
3. Обзор различных случаев разубоживания руд	356
4. Учет потерь полезного ископаемого в недрах	358
5. Учет разубоживания полезного ископаемого при добыче	360
6. Исходные данные для учета потерь и разубоживания	361
7. Мероприятия по сокращению потерь и разубоживания	364
Глава XXVI. Подсчет запасов руд и учет их движения на руднике	366
1. Основные параметры для подсчета запасов	366
2. Оконтуривание рудных тел и блоков	370
3. Способы подсчета запасов	378
4. Порядок оформления и утверждения подсчета запасов	396
5. Порядок передачи разведанных месторождений для промышленного освоения	397
6. Текущий учет запасов на руднике	398
Глава XXVII. Роль рудничных геологов в решении вопросов проектирования горнорудного предприятия и разработки месторождения	400
1. Некоторые вопросы проектирования горнорудных предприятий и составление проектов	400
2. Планирование горных работ	404
3. Изменение систем разработки месторождения и технологической схемы переработки руд	409
4. Вопросы комплексного использования руд	410
5. Выбор места для отвалов пустых пород и для различных сооружений	416
Список литературы	418

*Михаил Николаевич Альбов
Алексей Миронович Быбочкин*

Рудничная геология

Редактор издательства *Л. И. Березовская*
Технический редактор *А. Е. Матеева*
Корректоры: *Л. В. Сметанина, В. И. Ионкина*
Художник *В. К. Бисеналин*
Художественный редактор *В. П. Покусеев*

Сдано в набор 8/I 1973 г.
Подписано в печать 5/VI 1973 г.
Т-08978. Формат 70 × 90^{1/16}. Бумага №11.
Печ. л. 27,0. Усл. п. л. 31,59. Уч.-изд. л. 33,04.
Тираж 5200 экз. Заказ № 10/3953—2.
Цена 3 р. 65 к.

Издательство «Недра», 103633,
Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Ленинградская типография № 6
«Совзнаполиграфпрома» при Государственном
комитете Совета Министров СССР по делам
издательств, полиграфии и книжной торговли.
196006, г. Ленинград, Московский пр., 91.