

Всес
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ /ВИМС/

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ
РАБОТ



ВЫПУСК X

РАЗВЕДКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА



ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ (ВИМС)
МИНИСТЕРСТВА ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Выпуск X

РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ
МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР
МОСКВА 1957

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	5
Глава I. Общие положения	7
Глава II. Проектирование и организация разведочных работ	9
Глава III. Производство разведочных работ на месторождениях цветных металлов	20
Глава IV. Опробование месторождений цветных металлов	105
Глава V. Геологическая документация	125
Глава VI. Обработка материалов разведки	132

Авторы выпуска

А. А. Амирасланов, М. Д. Бритаев,
А. М. Быбочкин, Д. А. Зенков, А. Г. Тархов,
Н. И. Цыганко, А. В. Шербаков

Редакционная коллегия

В. М. Крейтер (гл. редактор), Е. Т. Шаталов (зам.
главного редактора), Б. Н. Ерофеев, Д. А. Зенков,
В. И. Красников, Р. В. Нифонтов, В. И. Смирнов,
Н. А. Хрущов, А. А. Якшин

Редактор выпуска Д. А. Зенков

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ. Выпуск X

Разведка месторождений меди, свинца и цинка

Редактор издательства Верстак Г. В.

Техн. редактор Аверкиева Т. А.

Корректор Гольцер Э. М.

Слано в набор 24/V-1957 г. Подписано к печати 19/VII-1957 г.
Формат бумаги 60×92¹/₁₆ Бум. л. 4,37 Печ. л. 8,75 Уч. изд. л. 8,9
Т-06471 Тираж 10000 Зак. 714 Цена 4 р. 45 к.

Картфабрика Госгеолтехиздата

ОТ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

«Методические указания по производству геолого-разведочных работ» составляются по заданию Министерства геологии и охраны недр СССР.

Эта серия охватывает различные виды минерального сырья и публикуется отдельными выпусками для каждой группы или каждого полезного ископаемого, составленными по единому плану. Всего намечено к изданию 12 выпусков. В целях удобства пользования редколлегия пошла на некоторое повторение в отдельных выпусках части материала, касающейся общих вопросов.

В выпусках обобщен значительный фактический материал и суммирован опыт разведки месторождений различных полезных ископаемых в СССР за последний период. Кроме того, отдельные вопросы даны в несколько новом освещении.

В составлении «Методических указаний» принял участие большой коллектив специалистов-разведчиков, точки зрения которых по тем или иным вопросам разведки не могли не отразиться в каждом выпуске.

В процессе работы авторы использовали фактические данные и личный опыт, а также руководствовались существующими официальными документами по вопросам разведки, в частности «Основными положениями по производству разведочных работ», одобренными Техническим советом Министерства геологии и охраны недр СССР, и инструкциями ГКЗ по применению классификации запасов, хотя некоторые положения этих документов, по мнению редколлегии, требуют существенных уточнений, особенно в отношении густоты разведочной сети.

Выпуски «Методических указаний» являются первой за последние годы попыткой обобщения накопленного опыта разведки, поэтому они, естественно, не лишены ряда недостатков.

Кроме того, в «Методических указаниях» имеются спорные положения, объясняющиеся прежде всего недостаточной разработанностью ряда теоретических вопросов поисков и разведок.

Устранение недостатков в области разведки, усовершенствование методики повышения эффективности разведочных работ—

задача всего коллектива советских геологов. Одним из методов решения этих вопросов является, в частности, широкое освещение опыта путем опубликования сводных работ по различным вопросам разведки, подобных данным выпускам.

Несмотря на недочеты и спорные положения, имеющиеся в «Методических указаниях», редколлегия считает полезным их опубликование и надеется, что они помогут геологам-разведчикам в их практической работе по обеспечению нашей промышленности минеральным сырьем. Оценка со стороны массового читателя будет лучшим способом апробации публикуемых выпусков.

Редколлегия просит всех геологов-разведчиков свои замечания направлять в адрес Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС).

Все замечания, пожелания и предложения читателей будут приняты с благодарностью и учтены при дальнейшей разработке вопросов методики разведки.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Выпуск X «Методических указаний» освещает вопросы разведки месторождений меди, свинца и цинка. «Методические указания» имеют целью установить порядок и рациональную методику выполнения комплекса работ, проводимых при предварительной и детальной разведке месторождений, начиная от проектирования и организации разведочных работ и кончая обработкой материалов и составлением отчета о результатах проведенных работ.

«Методические указания» составлены коллективом авторов. Основная III глава «Методических указаний» — «Производство разведочных работ» — в первом варианте составлена: по разведке медных месторождений Н. И. Цыганко, по разведке свинцово-цинковых месторождений А. А. Амираслановым и А. М. Быбочкиным. Ряд разделов этой главы в процессе редактирования подвергался значительной переработке и дополнениям. Раздел «Промышленные типы медных и свинцово-цинковых месторождений» составлен с использованием материалов А. А. Амирасланова, А. М. Быбочкина, В. М. Крейтера и Н. И. Цыганко.

При составлении раздела «Детальная разведка медных и свинцово-цинковых месторождений» редактором были использованы материалы А. А. Амирасланова, А. М. Быбочкина и Н. И. Цыганко, а также некоторые данные Н. А. Хрущева, изложенные в вып. VI «Разведка месторождений редких металлов».

Раздел «Геологическое картирование» составлен с использованием материалов А. А. Амирасланова, А. П. Божинского, А. М. Быбочкина и Д. А. Зенкова; «Поверхностные горные работы и поисковое бурение» — М. Д. Бритаевым с участием С. Н. Куличихина; «Геофизическая съемка» и «Геохимические исследования» — А. Г. Тарховым; «Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования» и «Гидрохимические методы поисков» — А. В. Щербаковым.

Глава IV — «Опробование» — составлена М. Д. Бритаевым и дополнена Д. А. Зенковым.

Главы I, II, V и VI — «Общие положения», «Проектирование и организация разведочных работ», «Геологическая документация» и «Обработка материалов» — составлены М. Д. Бритаевым.

Редактором выпуска внесены дополнения в ряд других разделов, в частности в раздел «Геохимические методы поисков» и в главы I, II, V и VI «Методических указаний».

При составлении «Методических указаний» авторами и редактором использованы действующие инструкции и руководства Министерства геологии и охраны недр СССР, Министерства цветной металлургии, Государственной комиссии по запасам, а также справочная и периодическая литература по проектированию и производству отдельных видов геолого-разведочных работ. Кроме того, были использованы «Основные положения по организации и производству разведочных работ», составленные группой авторов под руководством Е. Т. Шаталова и одобренные Техническим советом Министерства геологии и охраны недр СССР 8 июля 1955 г.

Данная работа является первым опытом обобщения материалов разведки месторождений меди, свинца и цинка и предназначена служить практическим пособием для геологов-разведчиков.

Глава I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основной задачей разведочных работ является определение количества и качества полезного ископаемого, находящегося в данном месторождении. В соответствии с этой основной задачей на месторождении проводится комплекс работ по разведке рудных тел с поверхности и на глубину, при помощи которых определяются размеры и формы рудных тел, условия их залегания, изучается качество полезного ископаемого, его природные и технологические сорта. Одновременно проводятся работы по выяснению гидрогеологических и горно-геологических условий разработки рудных тел.

Все эти задачи должны быть решены с минимальными затратами средств, физических объемов работ и времени, отвечающих геологическому представлению о масштабе выявленного месторождения.

В результате произведенных разведочных работ дается промышленная оценка разведкуемого месторождения, на основании которой проектируются дальнейшие работы по освоению месторождения, или обосновывается их прекращение.

Разведочные работы по методике их выполнения представляют сочетание крупномасштабной геологической съемки (проводимой с оптимальной детальностью на инструментальной топографической основе) с применением горных и буровых работ, сопровождающихся систематическим опробованием тел полезных ископаемых и в необходимых случаях всеми видами геолого-минералогических, геохимических и геофизических исследований.

Геологическая съемка должна создавать правильные представления о геологическом строении месторождения, о приуроченности полезного ископаемого к определенным породам и структурам, об условиях и элементах залегания рудных тел и их морфологии. Все это имеет важнейшее значение для направления дальнейших работ, подсчета запасов полезного ископаемого, разработки проектов эксплуатации, а также для проведения горно-подготовительных и эксплуатационных работ на месторождении.

Геологическая съемка служит главным методом начального этапа изучения месторождений и средством для обоснования разведочных работ, и проведение ее поэтому является обязательным.

Разведочные работы проводятся на ограниченных площадях, целеустремленно на определенный вид полезного ископаемого, но одновременно при этом выявляется и изучается весь возможный в данном районе или месторождении комплекс полезных ископаемых.

Разведочные работы можно разделить на три стадии: а) предварительная разведка, б) детальная разведка и в) эксплуатационная разведка.

Предварительная разведка является первой стадией разведочных работ. Они проводятся на ограниченных площадях для изучения ранее выявленных рудопоявлений и месторождений путем крупномасштабного картирования, с применением геофизических, минералогических и геохимических методов исследования и с широким проведением искусственных обнажений. Основное внимание при этом уделяется изучению и разведке поверхности рудного поля или месторождения, но одновременно на наиболее крупных или благонадежных рудных телах проводятся первые горно-разведочные выработки и буровые скважины для оценки перспектив месторождения на глубину.

На основе предварительной разведки производится промышленная оценка месторождения с подсчетом запасов в основном по категориям C_1 и C_2 , а в некоторых случаях также и по категории В, и, в зависимости от результатов, проектируется детальная разведка месторождения или обосновывается прекращение дальнейших разведочных работ.

Детальная разведка, кроме выявления общих запасов месторождения, дает возможность определить запасы отдельных сортов и типов руд, их размещение в пространстве, произвести их качественную оценку, установить технологические свойства руд, а также горно-геологические и гидрогеологические условия будущей эксплуатации.

При детальной разведке производится сгущение разведочных выработок до сети, обеспечивающей получение запасов категорий A_2 , В и C_1 в соотношениях, установленных в «Положении о порядке передачи разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения», введенным в действие с 27 января 1953 г.

В стадии детальной разведки с максимальной достоверностью устанавливаются границы рудного поля, формы рудных тел и возможные глубины распространения полезных ископаемых на тех или иных участках площади.

В результате детальной разведки месторождения производится подсчет запасов, который после его рассмотрения и утвер-

ждения в ГКЗ является исходным материалом для проектирования и строительства горнопромышленного предприятия.

Эксплуатационная разведка дает возможность уточнить контуры балансовых запасов руд, качественно оценить руды, а также установить горно-геологические условия в пределах каждого отработываемого участка для наиболее рационального направления горно-подготовительных работ и оперативного планирования добычи.

Глава II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Перед началом проектирования разведочных работ необходимо изучить литературные и фондовые геологические, географические, геофизические и картографические материалы по месторождению или району, а также просмотреть образцы и шлифы пород и руд района.

Целью этих работ является выяснение географического положения и экономики района, степени изученности и разведанности месторождения, гидрогеологических и горно-геологических условий последнего, физических свойств руды, вмещающих пород и наносов.

При отсутствии геологических материалов по данному району используются материалы по прилегающим районам. В период сбора материалов рекомендуется произвести выезд на месторождение для ознакомления на месте с условиями работы, или получения необходимой консультации от соответствующих специалистов.

На основании изучения всех собранных материалов принимается соответствующая методика работ, составляется технический проект и смета к нему.

Основной задачей проектирования является правильное, геологически обоснованное решение всех методических и организационно-технических вопросов, связанных с разведкой месторождения. Формальное назначение проекта сводится к обеспечению разведочной организации (партии, экспедиции) проектно-сметной документацией, необходимой для выполнения и финансирования намеченных работ.

В проектировании входит составление планового задания, проектного задания, технического проекта, генерального проекта¹.

Плановое задание партия получает от вышестоящей организации на основе народнохозяйственного плана и директивных указаний с учетом имеющихся данных по району, рудному полю или месторождению.

¹ Для небольших по объему работ такая последовательность в этапах проектирования обычно не соблюдается.

Проектное задание на работы устанавливается территориальной геологической организацией (управлением, трестом) в развитие планового или директивного задания. Проектное задание предусматривает основные виды работ (геологическую съемку, поиски, предварительную или детальную разведку), намечает их объемы и сроки исполнения.

Технический проект является основным программным техническим документом и составляется исполнителем работ (партией, экспедицией) под руководством главного инженера или геолога. В нем излагаются конкретные задания и цель намечаемой работы, дается обоснование намечаемой методики разведочных работ, перечисляются необходимые виды и объемы работ и приводятся технико-экономические расчеты и ожидаемые результаты в итоге выполнения намеченных работ.

Техническим проектом определяются методы организации и производства работ, организационно-технические условия и мероприятия, обеспечивающие выполнение заданий, с учетом внедрения новой техники, передовых методов работы при минимальных затратах средств. Технический проект составляется на основе проектного задания на проведение геолого-разведочных работ по предварительной или детальной разведке на каждый год или на заданный срок работ партии или экспедиции.

Генеральный проект составляется на исследование крупных по масштабу или комплексных объектов при проведении работ в течение нескольких лет с целью установления направления, методики, видов и объемов работ и исследований, необходимых для полного изучения объекта. В проекте более подробно освещается направление и объем работ первой очереди (на первый год).

В дополнение к генеральному проекту ежегодно на каждый последующий год в соответствии с планом работ составляется промежуточный технический проект с учетом работ, выполненных за истекший год и полученных новых геологических результатов.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ И ЕГО СОДЕРЖАНИЕ

Технический проект состоит: из геологической и производственно-технической частей. В геологической части приводятся геологические, методические, экономические и расчетные данные проекта, в производственно-технической части излагаются вопросы производственно-технической организации и технико-экономических расчетов.

Геологическая часть проекта

Целевое задание проекта. Формулируется назначение проектируемых работ, сроки их выполнения и представления отчетов. Приводятся имеющиеся постановления правительства и приказы министерства, на основании которых проектируются

данные объемы работ. Указывается, какими конкретными потребностями производства вызвана постановка разведочных работ на данном объекте.

Приводится состояние запасов по объекту до начала проектируемых работ, заданный прирост запасов или его расчет и ожидаемые конечные запасы по объекту после выполнения проектируемых работ. Запасы даются с разбивкой по категориям и в случае необходимости по отдельным типам и сортам полезного ископаемого.

Географо-экономическая характеристика района. Указывается наименование месторождения, его местонахождение, географические координаты и номенклатура планшета в международной разграфке, пути сообщения, расстояние до ближайшей железнодорожной станции, пристани или шоссейной магистрали, ближайшие районные центры и промышленные предприятия, абсолютные и относительные отметки высот и характер рельефа района работ, климатические условия, вечная мерзлота и пр., наличие на месте питьевых и технических вод, леса, электроэнергетики и т. п. Дается обоснование дополнительной оплаты за высокогорность, безводность и т. п., указываются возможности набора рабочих на месте.

Обзор и критическая оценка ранее проведенных работ. С максимальной сжатостью в хронологическом порядке приводится краткий обзор ранее произведенных работ (топографическая съемка, геологическая съемка, поиски, разведка, геофизические исследования, опробование, работы по обогащению, описание старых горных работ и заявок первооткрывателей), касающихся как месторождения, так и ближайшего района (рудного поля). Излагаются результаты ранее проведенных работ с оценкой перспектив рудного поля и месторождения, а также рекомендации, данные предыдущими исследователями и их критическая оценка с точки зрения автора проекта.

В приложениях дается перечень всех основных фондовых (рукописных) и изданных текстовых, табличных и картографических материалов по объекту работы. При этом указываются авторы и названия работ, год издания или составления рукописи (оригинала) и места их хранения. В случае повторного проектирования работ делается ссылка на предыдущий проект.

Геологическое обоснование проектируемых работ. Приводятся все необходимые материалы для геологического обоснования проектируемых работ, в том числе: геологическая характеристика, данные о стратиграфии, вулканизме, тектонике и геоморфологии района. Дается характеристика месторождений полезных ископаемых, их геологическое положение, формы рудных тел, соображения об условиях залегания, вещественный состав и предполагаемый генезис месторождения. На основе этих данных приводится геологическое обоснование

границ площадей, в пределах которых намечается постановка проектируемых работ и их задачи.

Экономическое обоснование проектируемых работ. При проектировании предварительных разведочных работ достаточно геологического обоснования, а при проектировании детальной разведки, стоимость которой значительно выше стоимости предварительных разведочных работ, кроме геологического обоснования, необходимы экономические расчеты.

Для экономического обоснования целесообразности проведения детальных разведочных работ и определения их объемов в проекте описываются технологические свойства полезного ископаемого, возможные условия эксплуатации, гидрогеологическая характеристика и общая оценка перспективности или экономической ценности месторождения. По аналогии с подобными месторождениями определяется ориентировочная эффективность капиталовложений, предполагаемая стоимость добычи и переработки руды, и полученная цифра сравнивается с ориентировочно определенной стоимостью извлекаемых полезных компонентов из 1 т средней по качеству руды.

При положительных результатах экономических расчетов, подтверждающих возможность рентабельной разработки данного месторождения обосновываются объем детальных разведочных работ и сроки их выполнения.

При большом народнохозяйственном значении объекта сроки проведения детальных разведочных работ сокращаются и некоторые процессы разведки совмещаются во времени с допущением рационального риска в работе.

На основании имеющегося опыта общие ориентировочные затраты на производство геолого-разведочных работ на месторождении редких и цветных металлов и золота не должны превышать 5—10% от суммарной извлекаемой стоимости металлов из недр данного месторождения. Обычно эта цифра должна быть значительно меньше.

Методика проектируемых работ и ее обоснование. Методику проектируемых работ целесообразно излагать в последовательности, соответствующей обычному порядку проведения геолого-разведочных работ. В проекте даются развернутые обоснования методики проведения всех видов разведочных работ:

а) излагается методика геологических, геофизических и топографических съемок и их комплексирование;

б) обосновываются наиболее рациональные методы разведочных работ;

в) определяется густота сети, места заложения горных выработок и скважин и глубина разведочных выработок;

г) устанавливается методика опробования (отбор рядовых, контрольных и технологических проб, отбор образцов для минералогических исследований);

д) излагается методика определения физических свойств руды (определение объемного веса, влажности, коэффициента разрыхления, пористости и т. д.);

е) рассматриваются вопросы возможности раздельной добычи руды, выделения различных сортов руды (по составу, по содержанию полезных компонентов и другим свойствам), вопросы рудоразборки;

ж) определяется коэффициент рудности;

з) освещаются вопросы возможности комплексного использования сырья;

и) устанавливается процент выхода керна и необходимый диаметр керна по полезному ископаемому, применимость того или иного вида кароттажа, метод замера искривления скважин и пр.

Виды проектируемых работ и их объемы. На основе выбранной методики разведки и заданного прироста запасов определяются объемы различных видов полевых работ в их физическом выражении: виды и объемы топо-геодезических, картографических, геофизических работ; виды, количество, метраж и глубины буровых скважин и объемы горных выработок; виды, объем и продолжительность гидрогеологических работ; площади съемки и объем первичной геологической документации и сроки ее составления; сроки проведения полевых и камеральных работ, составления и представления отчета.

Приводится расчет количества рядовых и групповых проб для химических анализов и проб для качественных и количественных технологических испытаний; составляется график представления проб в химические лаборатории; определяются компоненты химических анализов рядовых и групповых проб; дается расчет объема химико-аналитических работ в индексах.

Объемы работ по их видам определяются для каждой установленной стадии работ отдельно и затем сводятся в общую таблицу проекта.

При проектировании разведочных работ особое внимание обращается на соответствие проектируемого объема горнопроходческих и буровых работ поставленной задаче по приросту запасов, определяемому ориентировочными подсчетами.

Наряду с приростом запасов, ожидаемых в результате выполнения запроектированных работ, указываются также перспективные запасы месторождения, определяемые на основании геологических представлений о масштабе, характере и генезисе оруденения. Одновременно излагаются соображения, обосновывающие ожидаемое качество ископаемого, соответствие его промышленным требованиям и предусмотренному целевому заданию.

В проекте приводится обоснование и характеристика проектируемых гидрогеологических работ, необходимых для выяснения гидрогеологических условий месторождения, степени его обводненности, выявления источников технического и питьевого

водоснабжения, а также для установления условий эксплуатации месторождения.

Приводятся обоснования необходимости (или нецелесообразности) проведения геофизических работ и рекомендуется наиболее эффективный для данного объекта метод.

Изложение содержания главы ведется отдельно для каждой стадии исследований в следующем порядке: топо-геодезические работы, геологическое картирование, геофизические и геохимические исследования, разведочные работы, гидрогеологические работы, опробование, аналитические и научно-исследовательские работы, документация и камеральная обработка. В конце излагается методика работ по прочим полезным ископаемым, в том числе по изысканию источников водоснабжения и строительных материалов.

Проектирование разведочных работ производится с обязательным учетом перспектив района в отношении поисков месторождений закрытого типа (слепых рудных тел).

В районах известных месторождений нескрытые эрозией (слепые) рудные тела в одних случаях не доходят до поверхности, а в других случаях погружаются вместе с вмещающими их комплексами рудоносных пород и перекрываются другим комплексом пород. Такие случаи характерны для месторождений, рудные тела которых приурочены к благоприятным для оруденения толщам осадочных пород, сложенным в складки или нарушенным сбросами, а также для месторождений, рудовмещающий комплекс пород которых перекрыт неблагоприятными для оруденения породами.

В целях выявления нескрытых слепых рудных тел в проекте предусматривается проведение геологической съемки перспективной площади, изучение индикаторов скрытого оруденения посредством анализа металлометрических и гидрохимических проб, геофизические работы, проходка буровых скважин и горных выработок.

Проект разведочных работ может изменяться по мере выполнения работ и накопления нового фактического материала по разведке месторождения. Принципиальные отклонения от утвержденного проекта по направлению или объемам работ обосновываются исполнителями работ (партией, экспедицией) и утверждаются соответствующей организацией.

Производственно-техническая часть проекта

В производственно-технической части проекта излагаются вопросы организации работ, технология их производства, а также приводятся все необходимые технические и технико-экономические расчеты. Эта часть проекта содержит обычно следующие разделы: общая часть; топографо-геодезические и маркшейдерские работы; крупномасштабное геологическое картирование;

гидрогеологические работы; геофизические и геохимические исследования; буровые работы; горнопроходческие работы; опробование и химико-аналитические работы; камеральные работы; организационно-производственные и хозяйственно-бытовые вопросы; приложения к проекту.

Содержание каждого раздела определяется составом работ проекта и может изменяться соответственно видам выполняемых работ.

Общая часть. Освещаются общие вопросы и организация проектируемых работ: месторасположение, тип партии, отряд, подчиненность их (в составе действующей экспедиции, партии или в прямом подчинении управлению или тресту) — вновь организованная или переходящая, сезонная или круглогодичная партия и срок окончания работ. Указывается, на основе какой производственно-технической и хозяйственной базы создается партия (отряд); дается перечень местонахождения баз снабжения, складов, механических мастерских, лабораторий, а также место проведения камеральных работ.

Приводятся данные, характеризующие степень сложности района предстоящих работ, удаленность его от железной дороги (или водных путей); указывается возможное энергоснабжение работ, наличие дорог, мостов, жилья, леса, источников водоснабжения, характер связи участков с базой партии.

Топографо-геодезические и маркшейдерские работы. Раздел составляется в соответствии с действующими ведомственными техническими инструкциями и наставлениями по видам топографо-геодезических и маркшейдерских работ, а также инструкциями Главного управления геодезии и картографии. В разделе указывается выбор и обоснование метода работ и определение проектируемых объемов топографо-геодезических работ, в том числе камеральных.

Крупномасштабное геологическое картирование. Обосновывается площадь раздельно для каждого масштаба, указывается номенклатура листов (планшетов) в принятой разграфке, в рамках которых проектируется геологическое картирование: а) для рудного поля; б) для месторождения; в) для отдельных наиболее перспективных или сложных по строению участков месторождения, или отдельных рудных тел. Приводятся данные, характеризующие район работ по категориям сложности геологического строения и по степени обнаженности. Для каждого вида и масштаба геологической съемки приводятся нормы выработки, а также исходные данные, принятые при определении норм.

Гидрогеологические работы. Перечисляются виды и объемы гидрогеологических работ: гидрогеологическая съемка, бурение и горные работы, опытные работы, полевые определения физико-технических свойств горных пород. Приводятся площади гидрогеологической съемки, определяется кате-

гория гидрогеологической сложности и нормы выработки. Для опытных гидрогеологических работ даются методика и способы их проведения, рассчитывается необходимое количество оборудования и т. д.

В процессе детальной разведки, в стадии ее завершения и передачи месторождения в эксплуатацию, кроме гидрогеологических исследований, проектируется проведение предварительных гидрометрических инженерно-геологических и метеорологических наблюдений.

Геофизические и геохимические работы. Излагаются объемы геофизических и геохимических работ по применяемому методу, необходимое оборудование, нормы выработки с учетом категории трудности, мероприятия по технике безопасности, организационно-технические мероприятия по проведению геофизических работ в зимних условиях.

Проект на геофизические и геохимические работы должен удовлетворять действующим инструкциям по производству этих работ по каждому из методов, сопровождаться необходимыми графическими материалами и сводной таблицей технико-экономических показателей по всем проектируемым работам.

Буровые работы. Приводятся данные о распределении объема буровых работ в метрах по видам бурения и по их назначению; данные о конструкциях скважин; дается расчет о производительности и режиме бурения, необходимого оборудования и материалов. Указывается схема и производится обоснование системы водоснабжения и энергоснабжения буровых работ в летний и зимний периоды, организация снабжения глинистым раствором. Определяется организация отбора, упаковки и транспортировки керна, расчет необходимого количества керновых ящиков и т. д.

Горнопроходческие работы. Даются объемы работ в логонных и кубических метрах по типам, сечениям, способам проходки; обосновывается выбранный способ выемки (вручную, буровзрывной, гидравлический и т. д.), способ откатки и необходимые транспортные средства; объемы крепежных работ, с расчетом необходимых материалов, способы проветривания выработок, ожидаемые притоки воды в выработки и проектируемые способы откачки. Намечаются типы перфораторов для проходки горных выработок. Обосновывается организация воздухооборудования, цикличность горнопроходческих работ, типы подземных лебедок и необходимое оборудование. Приводится расчет потребного количества взрывчатого вещества и средств взрывания, обеспечения их завоза и хранения.

Излагается организация и план горных работ и мероприятия по технике безопасности.

Опробование и химико-аналитические работы. Дается описание методов отбора, обработки и анализов проб, методика контроля этих работ, указывается методика от-

бора и обработки технологических проб. Освещаются работы, связанные с упаковкой и транспортировкой проб в лаборатории.

Камеральные работы. Приводится характеристика камеральных работ, календарный план их выполнения, состав работников камеральной группы, объем графических, картографических и машинописных работ, объемы химических, петрографических, минералогических, палеонтологических и других анализов и определений, технологических исследований и испытаний, а также сроки представления промежуточных и окончательных геологических отчетов по проектируемым работам.

Организационно-производственные и хозяйственно-бытовые вопросы. Освещаются вопросы энергетики, водоснабжения, организации полевой лаборатории, дробильной и ремонтно-механических мастерских, связи, строительства временных зданий и сооружений производственного назначения, транспорта, кадров, быта сотрудников экспедиции (партии), охраны труда, медицинского обслуживания, техники безопасности и т. д.

Приложения к проекту

Каждый проект сопровождается характеризующей его графикой.

Для пояснения геологической части проекта прилагаются: выкопировка из обзорно-географической и геологической карт мелкого масштаба (1 : 1 000 000; 1 : 200 000 или 1 : 50 000), геологическая карта объекта (масштаб 1 : 50 000; 1 : 25 000; 1 : 10 000 или 1 : 5000), геологическая карта с указанием всех запроектированных горных выработок и буровых скважин (масштаб 1 : 500; 1 : 1000; 1 : 2000 или 1 : 5000).

Прилагаются проектные профили по основным разведочным линиям с нанесением на них пройденных и проектируемых выработок и предполагаемых контуров геологических образований и тел полезного ископаемого с контурами проектируемого природного запаса.

Для пояснения производственно-технической части проекта прилагаются чертежи конструкций буровых скважин, технические разрезы горных выработок. Для наземных выработок приводятся только типовые разрезы, для тяжелых горных работ (штольни, уклоны, шахты) — на каждую выработку. Проекты горных выработок даются с указанием сечения, угла наклона, типа крепления выработки, организации подъемного и ходового отделения, подъемных устройств, организации проходки выработок и т. д. Прилагаются схемы организации электролиний, дорожного строительства, план существующей и проектируемой застройки и т. д.

По окончании составления проекта он переплетается в отдельную книгу, при этом геологическая и производственно-тех-

ническая части могут оформляться раздельно. Графика вкладывается в подклеиваемые карманы.

Проект рассматривается и утверждается территориальным геологическим управлением (трестом), если сметная стоимость его не выше 5 млн. руб. При сметной стоимости свыше 5 млн. руб. он утверждается в вышестоящей организации. Протокол утверждения проекта подписывается руководителем управления (треста) и вкладывается в проект, являясь неотъемлемой его частью.

Примечание. Более подробно все вопросы, касающиеся проектирования геолого-разведочных работ, освещаются во «Временной инструкции о порядке составления проектов на производство геолого-разведочных работ», утвержденной министром геологии и охраны недр СССР 13 ноября 1954 г.

СОСТАВЛЕНИЕ СМЕТ

На каждый утвержденный геологическим управлением (трестом) проект составляется смета на производство предусмотренных проектом работ.

В смету включаются расходы, необходимые для выполнения всех видов и полного объема работ, предусмотренного в проекте, включая проектирование, организацию и ликвидацию работ экспедиции, партии, отряда, участка, транспортировку персонала и грузов, производство исследовательских и камеральных работ и утверждение геологических отчетов.

Смета составляется по установленной форме на основании проекта с учетом заложенных в нем технических и организационных мероприятий по действующим справочникам укрупненных сметных норм основных расходов (СУСН). Стоимость работ, не предусмотренных СУСНом, определяется особым расчетом. Накладные расходы в смету включаются по утвержденным нормам. К смете прилагаются: а) основные технико-экономические показатели; б) расчеты основных расходов по видам работ; в) расчет потребности в рабочей силе; г) ведомость основных материалов, необходимых для выполнения работ; д) ведомость необходимого оборудования, снаряжения и транспортных средств.

Планирование разведочных работ производится в соответствии с ежегодными народнохозяйственными планами и планом финансирования, выделенным на операционный год для данной отрасли, полезного ископаемого, объекта.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Основной производственной единицей при разведочных работах является партия. Задача разведочной партии состоит в выполнении всех запроектированных работ и составлении единого геологического отчета, обобщающего полученные результаты.

Внутри партии могут создаваться отряды, бригады, специализированные по роду выполняемой работы.

Разведочные партии, работающие на площади одного, двух или нескольких соседних месторождений могут объединяться в экспедицию.

Каждая партия, входящая в состав экспедиции, сохраняет самостоятельность в работе, имеет свое определенное задание и составляет самостоятельный геологический отчет о результатах своей работы.

Разведочные экспедиции и партии могут быть сезонными и круглогодичными.

Снабжение разведочных партий и экспедиций снаряжением, материалами, фуражом и продовольствием осуществляется через базы. На этих же базах в случае необходимости размещаются полевые лаборатории (химическая, шлиховая, петрографическая, минералогическая, спектральная и другие), мастерские, гараж и другие производственные строения, а также временные жилые постройки. Организация баз и постройка временных зданий и сооружений производится в соответствии с проектом постепенно, по мере того, как выясняется промышленная ценность разведываемого месторождения.

Успех работы разведочной партии в значительной мере зависит от правильной и своевременной организации и подготовки ее к полевым работам. В период подготовки к выезду в поле необходимо обеспечить партии кадрами, полевым оборудованием, снаряжением, аппаратурой, материалами и транспортными средствами с учетом полного обеспечения работ, согласно утвержденному проекту.

Подготавливаются также материалы для документации: полевые книжки, геологические дневники, этикетки, каталоги, журналы, технические и бухгалтерские отчеты и т. д. Одновременно подготавливаются картографические материалы, производится наклейка планшетов, на которые будут наноситься данные съемки или разведки.

По условиям оплаты труда разведочные организации в зависимости от административно-географического расположения, объемов работ и комплексности проводимых исследований подразделяются на комплексные экспедиции (партии) I и II категории и отряды (см. СУСН, 1953).

Состав и количество ИТР, рабочих и служащих зависит от проектируемых объемов работ, организации этих работ и определяется действующими СУСНами и сметными расчетами.

Производственная отчетность. Все разведочные партии и экспедиции, находящиеся на самостоятельном балансе, ведут производственную оперативную отчетность (месячную, квартальную, полугодовую и годовую) в соответствии с действующим табелем оперативно-статистической отчетности.

Производственное обучение. Для повышения квалификации рабочих и технического персонала и обучения их передовым методам труда, а также для обучения вновь принимаемых рабочих в партиях и экспедициях организуются специальные производственные курсы. На курсах применяются методы обучения без отрыва от производства (индивидуальный и бригадный методы, школы повышения квалификации, обмена опытом и т. д.) и с отрывом от производства. Обучение производится в соответствии с действующими программами.

Особое внимание обращается на организацию курсов коллегаторов, буровых мастеров, на обучение правилам техники безопасности при ведении геолого-разведочных работ.

Глава III. ПРОИЗВОДСТВО РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА

Промышленная классификация рудных месторождений должна, кроме основных генетических признаков, охватывать морфологические, горно-экономические и технологические признаки.

Ведущими признаками отнесения месторождений к промышленной группе являются: форма, размеры и условия залегания рудных тел; изменчивость морфологических параметров и элементов залегания; изменчивость состава и степени рудоносности.

Кроме ведущих признаков, в промышленной классификации необходимо учитывать и иные особенности месторождения: генетическую характеристику; сложность минералогического состава с технологической точки зрения и степень обогащения руды полезными компонентами.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДИ

Месторождения меди образуются в разнообразных геологических условиях и относятся к различным генетическим типам. Выделяется 6 промышленных типов месторождений (табл. 1), из которых наибольшее экономическое значение в СССР имеют только первые пять.

Прожилково-вкрапленные штокерковые тела, залегающие преимущественно в порфирах. Месторождения этого типа характеризуются крупными размерами как в плане, так и в глубину, при низком содержании меди. Но запасы металла вследствие больших размеров рудных тел велики, поэтому находка каждого нового медного или медно-молибденового штокерка имеет большое государственное значение. Удельный вес руд этого типа в мировых запасах меди составляет 42,2%.

Распределение меди в пределах штокерка обычно более или менее равномерное. Обычно минералогическая супергенная зо-

Таблица 1

Группировка рудных тел по общей классификации ГКЗ				
№ п/п	Промышленные типы месторождений	"а"	"б"	"в"
1	Прожилково-вкрапленные штокерковые тела, залегающие преимущественно в порфирах	Крупные штокерки с сравнительно равномерным прожилково-вкрапленным оруденением (Коунрад, Бошекул, Алмалык)	Крупные штокерки, осложненные наличием в их составе рудных жид, даек, обладающие неравномерным распределением компонентов (Каджаран)	Средние и мелкие тела с прожилково-вкрапленным оруденением и высокой изменчивостью распределения компонентов (Кафан, Дастакерт)
2	Пластовые месторождения вкрапленного или прожилкового оруденения в осадочных породах, преимущественно в песчаниках	Крупные пластовые горизонтальные и слабонаклонные залежи с равномерным распределением компонентов (Джезказган, Северная Родезия)	Пластовые залежи средних размеров, залежи с усложненным залеганием, или наличием свинцово-цинкового оруденения	—
3	Залежи и жилы пентландит-халькопиритовых сплошных и вкрапленных руд в основных и ультраосновных породах	Горизонтально залегающие залежи с равномерным вкрапленным оруденением, обладающие большими размерами (норильский тип)	Крупные и мелкие штокерки, залежи с усложненным залеганием, или наличием свинцово-цинкового оруденения	Шлиры, линзы и неправильной формы тела малых размеров

Группировка рудных тел по общей классификации ГКЗ				
№ п/п	Промышленные типы месторождений	„а“	„б“	„в“ „г“
4	Линзообразные тела медноколчеданных руд, залегающих преимущественно в рассланцованных эффузивах	Очень крупные залежи с равномерным распределением компонентов (Рио-Тинто)	Крупные линзообразные залежи со средней степенью изменчивости (Красногвардейское, III Интернационала, Николаевское)	Линзообразные залежи средних и малых размеров (Давиха, Теплое, Глабокое и др.)
5	Жильные тела и рудные зоны	—	Крупные медноколчеданные жилы (Дегтярка) или крупные месторождения с большим количеством жил (Бьютт, Монтана)	Небольшие по запасам месторождения с мелкими сульфидными жилами (Занте-зур). Рудные зоны с прерывистым оруденением (Лазурское)
6	Рудные тела неправильной, реже пластообразной формы, связанные со скарнами на контактах известняков с гранитоидами	—	—	Небольшие неправильной формы рудные тела (Фроловская группа и др.)

нальность. На поверхности залегают окисленные руды и участки выщелачивания. Ниже они сменяются смешанными окисленно-сульфидными рудами, которые постепенно или резко переходят во вторично-сульфидные (халькозиновые) руды. Первичные сульфидные руды не всегда имеют промышленное значение.

Внутреннее строение штокверков характеризуется прожилковыми и вкрапленными текстурами. Медные минералы распределяются как во вкраплениях, так и в прожилках, с различными количественными соотношениями для различных месторождений.

Внутреннее строение штокверков может быть усложнено наличием в них наряду с прожилками и более крупных трещинных жил, а также неоруденелых даек (Каджаран). Это усложнение усиливает степень неравномерности распределения компонентов и должно быть учтено при разведке.

Вмещающие породы, так же как и самое тело штокверка, обычно превращены гидротермальными процессами во вторичные кварциты с преобладанием кварца и серицита. Верхние горизонты нередко сильно каолинизированы. Каолинизация обычно связывается с супергенными процессами.

Штокверковые тела не имеют резких естественных границ. Последние определяются условно, в зависимости от принятых кондиций на руду. Обычно контуры промышленных запасов сопровождаются ореолом непромышленных (забалансовых) руд. Последние встречаются и в пределах балансовых руд — в виде замкнутых контуров обычно незначительного размера. Гидротермально измененные породы выходят далеко за пределы рудной минерализации.

Обычным попутным компонентом медных штокверков является молибден. Иногда содержание этого металла превышает по ценности содержание меди, и тогда такие штокверки переходят в группу молибденовых месторождений.

Горно-геологические условия эксплуатации штокверковых месторождений исключительно благоприятны, так как представляется возможным отрабатывать их открытым способом.

Технологические свойства руд разнообразны вследствие наличия супергенной минеральной зональности. Поэтому при разведке и эксплуатации руда подразделяется на сорта. В зависимости от минералогического состава выделяются руды окисленные, смешанные и сульфидные, последние делятся в свою очередь на халькозиновые и первичные. По содержанию меди выделяются руды богатые, бедные и убогие. Последние являются непромышленными, но добыча некоторой их части неизбежна при развитии карьера открытых работ. Эти руды обычно складываются отдельно от пустых пород.

Пластовые месторождения вкрапленного или прожилкового оруденения в осадочных породах, преимущественно в песчаниках. Этот тип оруденения составляет 27,8% от мировых запасов меди. В СССР его экономическое значение еще больше.

Рудные тела оруденелых медистых песчаников имеют пластообразную форму и залегают согласно с вмещающими породами. Размеры промышленных рудных залежей велики, причем наблюдается многоярусное оруденение. Границы промышленного оруденения нерезкие и проводятся условно, по данным опробования, в зависимости от принятых кондиций. За пределами промышленных контуров располагаются руды с более низкими содержаниями; они в свою очередь переходят в неоруденелые песчаники.

Постепенное изменение интенсивности минерализации наблюдается не только в плане (т. е. по простиранию и падению пласта), но и в разрезах (т. е. по мощности пласта). Нередко конфигурация промышленной части пластообразных рудных тел осложняется появлением непромышленных «окон», в которых располагаются забалансовые руды.

Внутреннее строение тел характеризуется реликтово-слоистыми вкрапленными текстурами, которые образуются при избирательном расположении вкраплений рудных минералов по отдельным прослойкам в песчанике. Вследствие этого максимальная изменчивость оруденения совпадает с направлением мощности рудной залежи.

Распределение медных минералов (халькопирита и борнита) более или менее равномерно и характеризуется уменьшением их количеств от осевой поверхности рудного тела к висячему и лежащему бокам, а также от центра залежи к ее периферии. Соответственно изменяется и содержание металла.

В качестве попутного компонента, имеющего промышленное значение, встречается свинец в виде галенита. Появление этого минерала влечет за собой выделение трех типов руд: медных, медно-свинцовых и чисто свинцовых, так как нередко галенит локализуется самостоятельно.

Горно-геологические условия эксплуатации медистых песчаников благоприятны. Вследствие крупных размеров рудных залежей представляется возможным применять системы отработки с массовой выемкой (камерная система, слоевое и блоковое обрушение и пр.). Неглубоко залегающие залежи можно отрабатывать открытым способом. По технологическим свойствам руды медистых песчаников являются высококачественными (высокий процент извлечения металла при простой схеме обогащения).

Залежи и жилы пентландит-халькопиритовых сплошных и вкрапленных руд в основных и ультраосновных породах. Месторождения этого типа характеризуются варьирующими размерами и морфологией. Пластообразные залежи вкрапленных руд обладают обычно весьма большими размерами, а красивые и отжатые залежи, сульфидные жилы и донные залежи сплошных богатых руд имеют чаще всего небольшую величину. Распределение меди и никеля, как правило, равномерное или слабо неравномерное. Внутреннее строение характеризуется для крупных

залежей равномерно-вкрапленными текстурами, для сплошных руд — массивами и брекчиевыми текстурами.

Кроме меди и никеля, в рудах некоторых месторождений содержатся кобальт и металлы платиновой группы в различных количественных соотношениях.

Вкрапленные руды не имеют естественных границ и оконтуриваются по данным опробования в соответствии с принятыми кондициями. Сплошные руды особенно гистеромагматического генезиса (линзы и жилы) чаще всего имеют естественные резкие границы. Иногда они сопровождаются прожилковым и брекчиевым оруденением и содержат ксенолиты вмещающих пород.

Вмещающие основные и ультраосновные породы часто превращены в серпентиниты.

Линзообразные тела медноколчеданных руд, залегающие преимущественно в рассланцованных эффузивах. Месторождения этого типа обычно развиваются среди эффузивных и эффузивно-осадочных метаморфических толщ, причем рудные тела имеют согласное залегание с последними.

Рудные тела имеют линзообразную, реже — жиллообразную форму. Размеры их варьируют в значительных пределах: по простиранию — от десятков метров до первых километров; по падению — от десятков метров до сотен метров и по мощности — от метров до десятков метров. В изменении мощности рудных тел наблюдается некоторая закономерность, выражающаяся в уменьшении ее к флангам.

Рудные тела имеют иногда резкие естественные границы, но чаще эти границы — нерезкие, и контуры промышленного оруденения определяются на основании опробования.

Внутреннее строение медноколчеданных тел характеризуется развитием массивных, полосчатых и вкрапленных текстур. В соответствии с этим при разведке выделяются сплошные и вкрапленные руды. Сплошное оруденение обычно сопровождается ореолом вкрапленного, но последнее, как и первое, встречается и самостоятельно.

Минералогический состав медноколчеданных тел сравнительно прост. Главными рудными минералами являются пирит и халькопирит. Второстепенное значение имеют сфалерит и блеклые руды. Сфалерит иногда встречается в промышленных количествах, и тогда приходится выделять сорт медноцинковых руд.

Нередко медноколчеданные тела являются «слепыми», т. е. не выходят на поверхность. При разведке новых месторождений данного типа всегда следует иметь в виду возможность встречи таких слепых тел.

Рудные тела, выходящие на поверхность, в верхних горизонтах представлены окисленными рудами, содержащими нередко промышленные концентрации золота.

Главным полезным компонентом медноколчеданных руд является медь. К числу попутных относятся сера, цинк, золото, серебро, теллур и др. Распределение меди в рудных телах характеризуется средней степенью неравномерности (коэффициент вариации колеблется в пределах 40—60%). Иногда наблюдается локализация меди в висях или лежащем боку рудного тела и появление чистых пиритовых руд, которые в этом случае следует рассматривать в качестве химического сырья. Встречаются и чисто колчеданные рудные тела без всяких примесей цветных металлов (Паранда).

Вмещающие боковые породы изменены гидротермальными процессами в серицитовые, хлорито-серицитовые, кварцево-серицитовые сланцы или вторичные кварциты. Те и другие нередко несут вкрапленность пирита. Зоны гидротермального изменения развиваются самостоятельно и выходят далеко за пределы оруденения.

Жильные тела и рудные зоны. По характеру формирования являются как трещинными, так и метасоматическими; рудные тела, образовавшиеся в тектонических зонах, обычно являются метасоматическими.

Морфология трещинных жил всегда сложна. Морфологические усложнения заключаются в наличии раздувов и пережимов, ветвлении жил, причленении многочисленных апофиз. Нередки изменения в элементах залегания.

Морфология метасоматических жил (жил замещения) менее сложна. Жилы эти отличаются от трещинных обычно более значительными мощностями и не всегда четко выраженными границами.

Морфология рудных тел, залегающих в тектонических зонах («рудные зоны»), характеризуется прежде всего малыми размерами, согласным залеганием и взаимной разобщенностью в пределах всей зоны, отчего оруденение в рудной зоне в целом привистовато.

Внутреннее строение жил характеризуется развитием вкрапленно-полосчатых и массивных текстур. Рудные жилы в тектонических зонах могут быть представлены сплошными массивными и вкрапленными рудами.

Распределение компонентов характеризуется средней степенью изменчивости (коэффициенты вариации колеблются в пределах 60—80%).

Кроме меди, в рудах этого типа встречаются цинк, свинец, сурьма, мышьяк, кадмий, серебро, золото.

Рудные тела неправильной, реже пластообразной формы, связанные со скарнами на контактах известняков с гранитоидами. Месторождения этого типа развиваются вблизи контакта активной интрузии (обычно кислого или среднего состава) с вмещающими породами (чаще всего известняками). Рудные тела, содер-

жащие пирит, пирротин, халькопирит и другие сульфиды, имеют сложную, изменчивую форму и обычно небольшие размеры. Экономическое значение месторождений этого типа невелико.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СВИНЦА И ЦИНКА

Большинство месторождений свинца и цинка связано с гидротермальными процессами, причем условия залегания, состав вмещающих пород, структурная обстановка и обусловленные ими форма и размеры необычайно разнообразны. Свинцово-цинковые месторождения делятся на следующие промышленные типы (табл. 2).

Пластообразные тела и линзы галенит-сфалеритовых колчеданных, реже кварц-карбонатных, иногда вкрапленных руд в эффузивах (Алтайский тип).

Рудные тела отличаются разнообразием форм и размеров, одинаковыми условиями залегания с вмещающими породами. Наиболее распространены линзообразные и пластообразные (плитообразные) формы тел. В антиклинальных и купольных поднятиях вмещающих эффузивных толщ развиваются седловидные формы. Экономическое значение данного типа оруденения в СССР весьма велико.

Размеры рудных тел характеризуются сотнями метров по простиранию и падению, а по мощности — метрами или первыми десятками метров. Залежи сплошных сульфидных руд по размерам всегда значительно меньше залежей вкрапленных руд.

Границы рудных тел на контактах с глинистыми сланцами достаточно резкие, но в эффузивных породах и гидротермально измененных образованиях — нерезкие, расплывчатые.

Внутреннее строение рудных залежей характеризуется развитием массивных, реликтивно-слоистых текстур в сплошных рудах и вкрапленных во вкрапленных рудах.

В большинстве рудных залежей наблюдается совпадение максимальной изменчивости содержаний с направлением мощности.

Минералогический состав рудных тел весьма сложен. Наряду с простыми сульфидами — пиритом, галенитом, сфалеритом и халькопиритом — встречаются сложные сульфосоли (блеклые руды, сульфоантимониты и сульфоарсениды свинца и меди), теллуриды золота и серебра, минералы серебра (аргентит и др.), самородное золото, серебро и др.

Вследствие сложности минералогического состава, руды обычно комплексные и содержат в себе ряд второстепенных попутных компонентов: кадмий, золото, серебро, сурьму, индий, галлий и др.

Распределение ценных компонентов неравномерное. Отдельные компоненты иногда пространственно обособляются. Так, на-

Группировка рудных тел по общей классификации ГКЗ				
№ п/п	Промышленные типы месторождений	а*	б*	в* г*
1	Пластообразные тела и линзы галенит-сфалеритовых колчеданных, ретовых кварцево-карбонатных, иногда вкрапленных руд в эффузивах (Алтайский тип)*	—	Крупные пластообразные и линзообразные рудные тела с непрерывным промывленным оруденением (Зыряновское, Лениногорское, Текели)	Средние и мелкие тела (линзы) с прерывистым оруденением
2	Трубы, метасоматические залежи и рудоносные зоны сложных руд, иногда со скарнами в известняках, или на их контактах с силикатными породами	—	—	Крупные рудные трубы (Тетюхе, Верхнее), рудные зоны (Савинское 5-е, Алтын-Топкан)
3	Пластовые тела галенит-сфалеритовых, обычно вкрапленных руд простого состава в карбонатных породах	Крупные пластовые залежи с равномерным распределением компонентов (Миргалым-Сай)	—	—
4	Жилы, жильные, иногда прожилковые зоны обычно сложных галенит-сфалеритовых руд в различных, чаще изверженных или метаморфизованных породах	—	—	Мелкие жилы

* Основным промышленным типом месторождений свинца и цинка в мировой экономике являются: линзо- и пластообразные, согласно метаморфизованные тела галенит-сфалеритовых руд с полевощпатами и гранатами или турмалином в метаморфических породах (Брокен Хилл, Сулливан). В СССР месторождения этого типа пока не найдены и в настоящей работе не рассматриваются.

пример, в ряде алтайских месторождений имеются золотосодержащие микрокварциты без сульфидной минерализации. Общая закономерность в распределении компонентов заключается в постепенном уменьшении их количества с глубиной.

Вмещающие породы вблизи рудных тел превращены в гидротермальные кварциты с развитием серицита, хлорита и карбонатов, а также вкрапленности пирита.

Горно-геологические условия эксплуатации позволяют применять массовые системы отработки. Положительным фактором является высокая прочность вмещающих окварцованных эффузивов. Но участки, сложенные глинистыми сланцами, нередко содержат прослойки серицито-карбонатных образований, что ухудшает механические свойства кровли. Некоторые месторождения обладают повышенной водоносностью.

Трубы, метасоматические залежи и рудоносные зоны сложных руд иногда со скарнами в известняках, или на их контактах с силикатными породами. Этот тип оруденения широко развит в пределах СССР, особенно в таких районах, как, например, Забайкалье, Средняя Азия и др. Рудные месторождения небольших размеров, но встречаясь в значительных количествах, имеют заметное значение в экономике свинца и цинка в СССР и за рубежом.

Основной чертой всех описываемых рудных тел является их сложная морфология и варьирующие размеры. Особенно сложные рудные тела, развивающиеся в скарнах. В несогласно залегающих рудных жилах сильно изменчивы все морфологические параметры: размеры по длине, ширине и глубине, площади горизонтальных и вертикальных сечений, элементы залегания.

Нередко рудные тела в верхних или нижних горизонтах разветвляются на еще более мелкие тела, образуя, например, ветвящиеся трубы (Кансай).

Минералогический состав рудных тел, особенно связанных со скарнами, очень сложен. Наряду с полиметаллическими ассоциациями развиваются высокотемпературные ассоциации с касситеритом, висмутом, шеелитом, арсенопиритом и другими минералами. Имеют место наложения низкотемпературных минералов (антимонит, флюорит). Поэтому руды данного типа являются комплексными и содержат ряд попутных полезных и вредных компонентов: олово, висмут, вольфрам, мышьяк, сурьму, серебро, золото и др. Усложняется технология переработки руд.

Распределение компонентов весьма неравномерное. Но содержания основных металлов — свинца и цинка — обычно высокое, что позволяет осуществлять эксплуатационные работы, несмотря на малые размеры рудных тел. Горно-эксплуатационные условия сложные. Системы массовой отработки возможны только на более крупных объектах (Тетюхе).

В данную группу входят и оруденелые зоны, которые в целом характеризуются прерывистостью минерализации, вследствие

вие чего они имеют промышленное значение лишь на отдельных участках, разобренных друг от друга непромышленными рудами или же пустыми породами. Размеры отдельных рудных тел невелики и измеряются по падению и простиранию десятками или первыми сотнями метров, по мощности — единицами, реже десятками метров. Форма промышленных рудных скоплений — линзообразная, жиллообразная, иногда четковидная. Все рудные тела, находясь в пределах оруденелой зоны, имеют согласное с ней залегание.

Внутреннее строение рудных тел характеризуется преимущественным развитием вкрапленных, реже — сплошных массивных текстур. Вкрапленный тип оруденения резко преобладает.

Распределение всех компонентов весьма неравномерное (коэффициент вариации иногда превышает 80—100%).

Горно-геологические условия эксплуатации редко позволяют применять системы массовой выемки вследствие незначительных размеров рудных тел. Вмещающие породы нередко обладают пониженными механическими свойствами вследствие их тектонической нарушенности. Технология переработки руд сложна, но упрощается в тех случаях, когда возможна раздельная выемка руд разного состава.

Пластовые тела галенит-сфалеритовых, обычно вкрапленных руд простого состава в карбонатных породах. Длина пластовых рудных тел по простиранию и падению измеряется сотнями метров, мощность — от метров до первых десятков метров. Общие размеры пластообразных залежей велики. Границы промышленного оруденения нерезкие и определяются по данным опробования на основании принятых кондиций. За пределами промышленных контуров располагаются значительные запасы забалансовых руд. Последние встречаются в виде отдельных окон и в пределах промышленного оруденения. Рассматриваемый тип оруденения имеет большое значение в экономике свинца и цинка.

Внутреннее строение залежей характеризуется вкрапленными реликтово-слоистыми текстурами. Распределение рудных минералов и связанных с ними полезных компонентов равномерное. Содержание свинца невысокое, более или менее постоянное и постепенно снижается к флангам рудных тел.

Горно-геологические условия эксплуатации вследствие крупных размеров оруденения позволяют применять наиболее экономичные системы массовой выемки. Верхние горизонты залежей могут обрабатываться открытым способом, нижние — камерной выемкой, слоевым и блоковым принудительным обрушением. Вмещающие породы — устойчивые, средней крепости (карбонатные).

По технологическим свойствам руды относятся к легко обогащаемым, не требующим разделения на сорта (за исключением окисленных руд, не поддающихся обогащению).

Жилы, жильные иногда прожилковые зоны обычно сложных галенит-сфалеритовых руд в различных, чаще изверженных или метаморфизованных породах. Месторождения этого типа имеют подчиненное экономическое значение, так как в пределах СССР они развиты слабо и невелики по размерам. Наиболее крупным является Садонское месторождение.

Рудные жилы могут быть трещинными, но чаще всего являются метасоматическими. Морфология таких жил усложняется явлениями ветвления, различной степенью рудного метасоматизма и проявлениями послерудной тектоники, нарушающей первичную слоистость минерализации.

Внутреннее строение рудных жил характеризуется пестротой текстур, быстро сменяющих одна другую. Здесь развиваются текстуры массивные, полосчатые, брекчиевидные, вкрапленные и др.

Минералогический состав руд сложен. Наряду с пиритом, пирротинном, арсенопиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом развиваются в меньшем количестве сложные сульфосоли свинца. В рудах содержатся также серебро и небольшие количества золота.

Распределение компонентов неравномерное и весьма неравномерное. С глубиной иногда наблюдается увеличение содержания цинка и уменьшение содержания свинца.

Горно-геологические условия эксплуатации менее благоприятны вследствие сложности внутреннего строения жил, неравномерности распределения компонентов, малых размеров жил и проявления послерудной тектоники, снижающей механические свойства руд и вмещающих пород. Технологические свойства руд благоприятны.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ РУДНОГО ПОЛЯ ИЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Отсутствие хорошей геологической карты рудного поля и правильного представления о его геологическом строении часто приводит к значительному удорожанию работ и неправильной оценке перспектив месторождения. Поэтому в начальные стадии разведки любого рудного месторождения необходимо изучать поверхность участка.

Такое изучение следует проводить в поисковой стадии разведки с целью получения первой оценки рудопроявлений для решения вопроса о целесообразности и характере дальнейших работ. Впоследствии данные о месторождении дополняются, уточняются, детализируются одновременно с разведкой.

Разведку выявленных рудных тел и рудопроявлений, как правило, следует сопровождать детальными поисками новых руд-

ных тел на месторождениях и в их окрестностях. Изучение месторождений с поверхности не заканчивается на первой стадии их разведки. Оно продолжается и после выполнения некоторых объемов подземной разведки.

Изучение поверхности месторождений и рудных полей производится с применением всех современных методов и способов геолого-разведочных работ: геологическое картирование, геофизические, металлометрические, шлиховые, гидрогеологические съемки, горные и буровые работы и т. д.

Изучение должно начинаться с определения положения рудного поля и его границ на общем фоне региональных геологических структур. Для выяснения этих вопросов следует детально ознакомиться с имеющимися геологическими картами, разрезами и геологической документацией разведочных выработок участка, намеченного к съемке.

Следующим этапом является рекогносцировочный осмотр участка и его окрестностей и установление границ съемки на карте и на местности.

Конечной целью геологической съемки, проводимой при разведочных работах на месторождениях меди, свинца и цинка, является составление в соответствующих масштабах детальных геологических карт рудных полей и месторождений, на основе которых разрешается ряд задач разведки:

- а) установление площадей, в пределах которых целесообразно проводить разведки;
- б) выяснение особенностей распределения рудных тел или залежей полезного ископаемого в их связи с элементами структур и другими факторами, контролирующими оруденение;
- в) разработка научно обоснованных критериев для дальнейшего изучения, разведки и оценки рудных тел;
- г) разработка представлений об истории развития рудовещающих структур и генезисе оруденения, которые могли бы объяснить выявленные картированием закономерности в локализации оруденения;
- д) сбор материалов для проектирования дальнейших разведочных работ (определение поисковых участков, прогнозы расположения слепых рудных тел и т. п.);
- е) учет новых фактов и выводов, полученных по участку съемки для уточнения геологических карт более мелких масштабов.

В результате геологической съемки создается представление о геологическом строении рудного поля и месторождения, о приуроченности рудных тел к определенным породам и структурам, об условиях и элементах залегания рудных тел и их морфологии. Все это имеет важнейшее значение для выбора направления разведочных работ, при подсчете запасов полезного ископаемого, при разработке проектов эксплуатации и ведения горноподготовительных и эксплуатационных работ на месторождении.

Геологическая съемка должна дать необходимый материал для оценки выходов полезных ископаемых и анализа геологического строения заснятой площади. Основным элементом оценки наряду с общим геологическим изучением является прослеживание и фиксация на карте особенностей внутреннего строения геологических тел и элементов структуры, с которыми связаны полезные ископаемые.

Для каждого рудного поля, включающего в себя промышленное месторождение, находящееся в стадии детальной разведки или эксплуатации, должна быть составлена детальная геологическая карта масштаба 1:10 000, 1:5000 или 1:2000 в зависимости от площади рудного поля, размеров месторождения или отдельных рудных тел, а также от сложности геологической структуры.

Детальная геологическая съемка в масштабе 1:10 000 и 1:5000 проводится на больших рудных полях. В процессе этой съемки детально изучается геологическое строение участка, в том числе детализируется и уточняется стратиграфия, изучается литологический и петрографический состав пород, условия их залегания, устанавливается геологическая структура участка, оконтуривается рудное поле, выявляются основные рудные тела, их структурно-морфологический тип, связь с геологической структурой участка, основные закономерности распределения оруденения.

В процессе детальной геологической съемки и разведочных работ необходимо различать понятия «рудное поле» и «рудное месторождение», «рудное тело» и «рудопоявление».

Под «рудным полем» понимается относительно небольшая по площади территория, в пределах которой размещаются отдельные месторождения и их участки, связанные между собой общностью происхождения и приуроченные к единым рудоконтролирующим структурам.

Под «рудным месторождением» понимается ограниченный участок рудного поля, включающий в себя одно или несколько пространственно сближенных рудных тел, приуроченных к общим структурным элементам и связанных общностью происхождения.

Под «рудным телом» понимается более или менее однородное геологическое тело, ограниченное от вмещающих пород по минерало-петрографическому, структурному или экономическому признакам, вся масса которого или значительная ее часть представляет собой руду, по технологическим свойствам и содержанию полезного ископаемого рентабельную для отработки в настоящее время или в ближайшем будущем, после изменения кондиций или усовершенствования способов добычи и обработки.

Под «рудоявлением» понимается наличие признаков минерализации того или иного генетического типа, масшта-

бы и качество которого или не определены или незначительны и в данное время не представляют промышленного интереса.

Геологическая съемка масштаба 1:10 000 проводится на больших рудных полях площадью обычно не менее 10 км², на которых предшествующими работами установлено наличие рудопоявления — коренные выходы или свалы оруденелых пород, металлоносность делювия на площади, непосредственно примыкающей к известному рудному полю.

Для проведения геологической съемки масштаба 1:10 000 необходимо наличие геологической карты масштаба 1:50 000—1:200 000 и, как исключение, более мелкого масштаба. Кроме того, необходимо, чтобы для района, в который входит участок съемки, была установлена хотя бы в общих чертах схема стратиграфии, выделены основные магматические циклы. Выяснена геологическая структура участка и положение его в геологической структуре металлоносной провинции или района.

Геологическая съемка в масштабе 1:5000 ставится на сравнительно небольшой площади (обычно не более 10—15 км²), на которой предшествующими работами установлено наличие месторождения определенного структурно-морфологического типа, а также на участках, непосредственно примыкающих к известным месторождениям, причем на эти участки распространяются геологические структуры, с которыми связаны данные месторождения.

Для постановки детальной геологической съемки в масштабе 1:5000 необходимо, чтобы для района имела геологическая карта в масштабе 1:25 000—1:50 000, на основании которой устанавливаются границы площади, подлежащие геологическому картированию. Кроме того, для этого района должна быть установлена стратиграфическая схема и магматические циклы, изучены взаимоотношения различных магматических пород между собой и с вмещающими породами, выделены основные промышленные типы месторождений, характерные для данного района. В общих чертах должна быть установлена геологическая структура участка и положение его в геологической структуре района.

Геологическая съемка в масштабах 1:2000 или 1:1000 производится на площади распространения промышленного оруденения с целью изображения на геологической карте отдельных рудных тел их формы и условий залегания. В процессе съемки составляется детальная геолого-структурная карта месторождения, выявляются все рудные тела, выходящие на поверхность, определяются их размеры, изучается пространственная и генетическая связь оруденения с геологической структурой участка, устанавливаются закономерности, определяющие пространственное размещение и вещественный состав оруденения, форму рудных тел и условия их залегания, характер изменения боковых

пород. Детально изучается состав и условия залегания всех пород, слагающих участки съемки.

Геологическая съемка масштаба 1:2000 или 1:1000 проводится также при разведочных работах на отдельных месторождениях с целью изображения на геологической карте строения рудных зон и отдельных рудных залежей, их формы и условий залегания на различных горизонтах, позволяющих составить объемное представление о геологическом строении месторождения.

Геологическая съемка масштаба 1:2000 является наиболее распространенным видом геологических исследований, проводимых при детальной разведке месторождений.

Геологическая съемка масштаба 1:1000 применяется для тех же целей, что и съемка масштаба 1:2000, но лишь в случае очень сложной структуры месторождения.

Указанные масштабы являются самыми крупными при изучении геологического строения месторождения в плане и служат основой для проведения детальных разведочных работ, подсчета запасов кат. С₁ и С₂ и в ряде случаев кат. В и для проектирования эксплуатационных выработок.

Геологическая съемка масштаба 1:500, 1:200 и 1:100 проводится, как правило, только в подземных выработках при разведке месторождений, при составлении погоризонтных геологических планов и планов опробования. Следует иметь в виду, что геологические планы таких масштабов не имеют самостоятельного значения и являются необходимым дополнением вертикальных разрезов рудных тел, предназначенных для подсчета запасов и проектирования добычи.

На поверхности геологическая съемка масштаба 1:500 производится очень редко и только в тех случаях, когда рудные тела имеют малые размеры и сложную форму, которая не может быть достаточно точно отображена на плане масштаба 1:1000.

Детальные геологические съемки производятся только на площадях, для которых имеются топографические карты соответствующего масштаба. При съемке масштаба 1:10 000 и 1:5000 допускается одновременно производство (в течение одного полевого сезона) геологической и топографической съемки одного и того же масштаба при условии, если для этого участка имеется топографическая карта масштаба 1:25 000—1:50 000 или же аэрофотоснимки, сделанные в масштабе не мельче 1:50 000.

На участке, подлежащем геологической съемке, должны быть в достаточном количестве закреплены на местности временные опорные пункты, для каждого из которых определяются координаты и высотные отметки. К этим опорным пунктам производится инструментальная привязка всех разведочных выработок.

Топографические карты по возможности даются в единой системе координат и абсолютных отметках. Если от участка съем-

ки до ближайших пунктов государственной триангуляционной сети более 15 км, допускается составление карт в условных координатах и высотных отметках.

Если топографическая съемка участка производится в условных отметках, последние должны опираться на хорошо закрепленную на местности базисную точку, высотная отметка которой определяется путем барометрического нивелирования.

Точность и оформление топографических карт масштаба 1 : 10 000—1 : 1000 должны соответствовать требованиям инструкций Главного управления геодезии и картографии по производству топографических съемок данных масштабов.

Дополнительно к этим требованиям необходимо, чтобы на топографическую карту были инструментально нанесены с точным определением планового и высотного положения все пройденные в процессе геологической съемки выработки и буровые скважины, все крупные обнажения коренных пород и выходы рудных тел, все искусственные выемки (карьеры, котлованы, дорожные выемки и др.), а при наличии на них уступов последние также должны быть показаны.

Обнажения, контакты пород, дайки, жилы, выходы полезных ископаемых и т. п. наносятся на топографическую основу инструментально по реечным отсчетам или с помощью прямых и обратных засечек возможно большего числа точек.

При геологической съемке, проводимой в очень крупных масштабах (1 : 1000 и крупнее), вместо инструментальной привязки могут применяться засечки рулеткой с использованием сетки квадратов, разбитых на местности со сторонами 10, 20 или 40 м.

Для постановки детальной геологической съемки необходима соответствующая степень геологической изученности района и наличие геологической карты района более мелкого масштаба, на основании которой оконтуривается площадь, подлежащая съемке.

Размеры площади геологической съемки определяются пределами распространения признаков оруденения и геологической обстановкой. Центральное положение месторождения на геологической карте является необязательным.

При постановке детальной геологической съемки в масштабах 1 : 2000 и 1 : 1000 желательно, чтобы для этого участка имелась геологическая карта в масштабах 1 : 10 000 и 1 : 5000 или, как исключение, в масштабе 1 : 25 000, на основании которых и устанавливается граница участка, подлежащего детальному картированию.

Как правило, для данного района основные вопросы стратиграфии, вулканизма, металлогении должны быть в достаточной степени изучены и в процессе съемки в масштабе 1 : 2000 и 1 : 1000 только уточняются. Геологическая структура участка и положение его в геологической структуре района являются в достаточной мере установленными.

Детальные геологические карты должны с максимальной полнотой отображать геологическую структуру рудного поля и положение в ней месторождений. При картировании в масштабе 1 : 10 000 особенно детально изучаются и фиксируются элементы структуры, определяющие пространственное положение рудного поля. Одновременно с этим изучаются элементы структуры, контролирующие распределение и форму рудных тел в пределах рудного поля.

При геологической съемке в масштабе 1 : 2000 и 1 : 1000 на первый план выступает изучение и картирование элементов структуры, контролирующих пространственное размещение и форму отдельных рудных тел внутри рудного поля, а также дающих возможность определять перспективы оруденения на глубину.

При подземной геологической съемке в масштабе 1 : 500 в основном изучаются и картируются элементы структуры, контролирующие форму и строение рудных тел и определяющие поведение рудных тел по падению.

Основной задачей геологической съемки в местах развития осадочных, вулканогенных и метаморфических толщ является их стратиграфическое расчленение, а в местах развития интрузивных образований — расчленение по возрасту и петрографическому составу. Однако при крупномасштабном картировании это содержание не всегда может быть выдержано, а иногда не отвечает задаче геологической съемки крупного масштаба. Поэтому геологическая съемка крупных масштабов может основываться на различных принципах составления и методах. В частности широкое применение при изучении рудных полей находит принцип литолого-петрографического и структурно-тектонического изучения картируемой площади, изучения различных метаморфических изменений, в том числе контактового метаморфизма и т. п.

Геологические наблюдения и их документация при съемке должны быть наиболее полными. Однако при геологической съемке крупных масштабов основное внимание геолога должно быть обращено на детальное выяснение закономерностей распределения данного вида полезного ископаемого (литология, элементы складчатых и разрывных структур, явления контактового или гидротермального метаморфизма и т. п.).

В зависимости от типа месторождений, их геологического строения, условий залегания и формы рудных тел, при геологической съемке следует выделять те или иные геологические образования и элементы структур, которые представляют наибольший интерес в связи с целями съемки и являются главными объектами геологического картирования (опорные маркирующие горизонты, породы, к которым приурочено оруденение, экранирующие горизонты и т. д.).

В связи с этим в осадочных толщах изучаются в качестве основных элементов отдельные пласты или слои и свиты отложений, их разрезы, распространение и изменение литологического состава на площади геологической съемки.

При картировании стратифицированных толщ на карту наносятся все горизонты, которые могут быть выделены по стратиграфическим или литологическим признакам. Стратиграфическое расчленение толщ должно быть максимально дробным.

Расчленение пород по литологическим признакам производится на основании детального изучения пород картируемого участка. При наличии внутри стратиграфического горизонта пород различного литологического состава, сменяющих друг друга в вертикальном разрезе или фашиально по простиранию пород, все они выделяются на карте при условии, если их можно изобразить в данном масштабе.

При наличии в составе толщ маркирующего горизонта последний обязательно должен быть тщательно закартирован, даже если он не умещается в масштабе карты.

При картировании эффузивно-туфовых толщ проводится детальное изучение петрографического состава вмещающих пород, расчленение их на отдельные лавовые потоки или горизонты лав и туфов, выявление в эффузивных толщах маркирующих горизонтов, выяснение первичных условий накопления вулканогенных толщ и характера их последующих складчатых и разрывных дислокаций.

При картировании изверженных пород выделяются все основные петрографические разновидности. Все изверженные породы подразделяются на магматические циклы, а в пределах каждого цикла — на петрографические разности. Если в пределах одного массива изверженные породы существенно меняют свой состав или структуру, то эти разновидности по возможности отражаются на карте, в крайнем случае с условными границами между ними.

Дайковые породы картируются особенно тщательно и все дайки по возможности наносятся на карту. В крайнем случае группа маломощных однородных и сближенных даек может быть на карте условно нанесена как одна дайка.

При геологической съемке месторождений, залегающих в контактовых зонах, особенно тщательно выявляются и изучаются структуры приконтактных участков интрузива. Зоны контактового и гидротермального изменения вмещающих пород наносятся на карты и выделяются их разновидности.

При геологической съемке на площади развития метаморфических и метаморфизованных пород производится изучение первичных литологических признаков и последовательности напластования метаморфической толщи, слагающей рудное поле; при картировании ее первичных горизонтов необходимо по возможности устанавливать структурные взаимоотношения и выявлять

крупные структурные элементы, влияющие на размещение и особенность строения рудных тел.

При геологической съемке крупных масштабов используется схема общей последовательности метаморфических процессов, разработанная при съемке в мелких масштабах, которая уточняется и проверяется детальными наблюдениями.

При геологической съемке месторождений, представленных жилами или залежами среди осадочных и изверженных пород, к которым относятся месторождения различных по генезису и виду цветных и редких металлов, наряду с литолого-петрографическим расчленением вмещающих толщ и выяснением условий их залегания изучаются и детально изображаются на геологической карте и разрезах различные трещинные и разрывные структуры, контролирующие оруденение, а также выясняются закономерности в размещении рудных тел.

Четвертичные отложения на детальных геологических картах масштабов 1:10 000, 1:5000 и 1:2000 наносятся только в том случае, если нельзя определить состав и взаимные контакты коренных пород, лежащих под их покровом. Как правило, на геологические карты этих масштабов наносятся аллювиальные отложения пойменных частей долин, заболоченные участки на водоразделах и осыпи значительной мощности, в том числе и курумники, а также вечная мерзлота (наледь, течение почвы, подмерзлотные и надмерзлотные воды и т. п.).

На геологических картах масштаба 1:1000 четвертичные отложения вообще не должны показываться, а участки, где нет возможности вскрыть коренные породы, не следует включать в площадь геологической съемки этих масштабов.

При необходимости показать площадное распространение на участке различных типов четвертичных или рыхлых покровных пород составляется отдельная карта рыхлых отложений или геоморфологическая карта.

Элементы тектоники (зоны расланцевания, линии тектонических нарушений) наносятся на карту с максимально возможной полнотой, причем рекомендуется выделять элементы тектоники наблюдаемые и предполагаемые. Все сделанные замеры залегания пород должны быть нанесены на карту.

Весь фактический материал, связанный с проявлением оруденения на участке, — коренные выходы рудных тел, с указанием мест взятия проб, свалы оруденелых пород, вкрапленность рудных минералов во вмещающих породах, места обнаружения знаков металлов в делювии — наносятся на карту. Если оруденение представлено несколькими типами руд, то все они должны быть отображены на карте. Кроме медного и свинцово-цинкового оруденения, на карте отдельными знаками показываются коренные выходы или свалы других полезных ископаемых.

Все данные по полезным ископаемым наносятся на карту яркими знаками и, если нужно, с превышением масштаба.

Детальность геологической карты определяется количеством точно зафиксированных точек наблюдений (естественных или искусственных обнажений коренных пород), приходящихся на 1 км² площади, при исчислении которой исключаются участки, закрашенные на карте цветом четвертичных отложений.

Геологические границы протягиваются на карте постепенно, отдельными отрезками, по мере прослеживания их в процессе съемки или проходки разведочных выработок. Границы тех же пород, наблюдаемые в данном и соседнем обнажениях при соблюдении установленной детальности съемки, проводятся между обнажениями сплошной линией. Границы, положение которых устанавливается посредством интерполирования между обнажениями, расположенными дальше установленных пределов, проводятся пунктирной линией.

Такой же линией проводятся границы, установленные экстраполированием на основании изучения характера и условий залегания пород и других признаков.

Положение границ, проведенных пунктирной линией, постепенно уточняется на основании проверки их горными выработками.

Границы между отдельными породами, выходы которых занимают на карте более или менее значительные площади, считаются установленными с достаточной точностью, если они проведены между двумя точками наблюдений, отстоящими друг от друга в масштабе карты на расстоянии 1 см для карт масштабов 1 : 10 000, 1 : 5000, 1 : 2000 и не более 2 см для карт масштабов 1 : 1000 и 1 : 500.

Отдельные мелкие геологические тела наносятся на карту, если они имеют размеры в масштабе не менее 4 × 4 мм для всех крупномасштабных карт.

Линейно вытянутые геологические тела и элементы структуры, ширина которых в масштабе карты менее 1 мм, могут наноситься на карту вне масштаба, при условии если их длина не менее 50 м (при съемке в масштабе 1 : 10 000), 20 м (при съемках в масштабах 1 : 5000 и 1 : 2000) и 10 м (при съемках в масштабах 1 : 1000 и 1 : 500).

Отдельные рудные тела или важные элементы геологической структуры, имеющие более мелкие размеры, могут наноситься на карту условно вне масштаба, с присвоением им указанных выше минимальных размеров.

Перед началом геологической съемки необходимо разбить на местности и перенести на топографическую карту точные контуры подлежащего съемке участка, а также закрепить на местности сеть временных опорных пунктов, которые должны быть топографом перенесены на карту. Сеть опорных пунктов тем гуще, чем детальнее масштаб съемки. Опорные пункты рекомендуется располагать либо по прямоугольной сетке, либо по определенным линиям, идущим вкрест простирания рудных тел или пород.

Необходимо нанести на эту же карту результаты документации горных выработок (канав, траншей, шурфов и т. д.).

Выбор метода геологической съемки производится с учетом степени обнаженности снимаемой площади.

В хорошо обнаженных районах применяется метод пересечения площади частыми маршрутами как вкрест простирания пород, так и по простиранию. При сложных и неправильных контурах распространения интрузивных пород, а также при наличии разобщенных, трудно увязываемых выходов различных пород, применяется метод прослеживания и картирования контактов с помощью мензулы.

В слабо обнаженных районах с изолированными выходами коренных пород и в условиях особо сложного геологического строения съемка проводится посредством изучения и оконтуривания отдельных обнажений.

На площадях с горизонтальным или слабонаклонным залеганием полезного ископаемого в однообразных породах применяется геологическая съемка по профилям (разрезам по линиям шурфов, буровых скважин или естественных обнажений).

При крупномасштабной геологической съемке должна быть обеспечена возможность многократного посещения точек наблюдения и повторения маршрутов с целью повышения детальности и точности съемки, что отличает этот вид работ от геологической съемки мелких масштабов.

В процессе проведения детальной геологической съемки в масштабах 1 : 10 000, 1 : 5000, 1 : 2000 и 1 : 1000 обычно последовательно осуществляется следующий комплекс работ:

- а) искаживание участка и описание всех естественных обнажений;
- б) создание сети искусственных обнажений, дополняющих естественные;
- в) прослеживание по простиранию важнейших структурных элементов;
- г) проведение поисково-разведочных работ, включающих в себя: детальное искаживание, шлиховое опробование, металлометрическую съемку, геофизические работы, горные и буровые работы.

До начала детальной геологической съемки следует провести рекогносцировочный осмотр площади съемки, выявить опорные обнажения с полным разрезом отложений и ознакомиться с уже известными месторождениями и отдельными рудными телами, образцами горных пород, руд и минералов, изучить керн буровых скважин, колонки шурфов, зарисовки, разрезы и другие материалы.

В процессе съемки в первую очередь должны быть изучены те естественные обнажения, горные выработки и буровые скважины, которые дают возможность охарактеризовать полный разрез со всеми его деталями. При составлении стратиграфической

колонки выявляется положение залежей полезных ископаемых в отдельных стратиграфических разрезах, их приуроченность к определенным горизонтам и литологическим группам пород.

Маркирующими горизонтами могут быть слои или прослойки осадочных пород, отличающиеся своеобразным составом, цветом, характером отдельности, характером выветривания или другими особенностями; контакты изверженных и осадочных пород. Среди изверженных и метаморфических пород маркирующими элементами структуры могут быть дайки и пластовые залежи изверженных пород, в частности диабазов и порфириров.

Детальная геологическая съемка всех масштабов должна начинаться с искаживания участка с целью описания естественных обнажений, выходящих на участке и поисков выходов и выслыск рудных тел. Искаживание проводится на топографической основе заданного масштаба, или по аэрофотоснимкам. Искаживание совершается параллельными ходами, расположенными в основном вкрест преобладающего простирания пород, с учетом рельефа местности и условий обнаженности.

Параллельные ходы прокладываются при съемке в масштабе 1 : 10 000 не реже чем через 100 м, а при съемках в масштабе 1 : 5000 и крупнее не реже чем через 40—50 м. Помимо параллельных маршрутов необходимо проводить маршруты вдоль склонов или по гривам (хребтам) и по руслам ручьев с целью выявления добавочных коренных обнажений.

Практически при проведении детальной геологической съемки в масштабе 1 : 5000 и крупнее искаживание надо вести так, чтобы закартировать и описать все естественные обнажения, имеющиеся на участке.

В процессе искаживания наносятся на карту и описываются все встреченные естественные обнажения. Кроме того, тщательно фиксируются рудные свалы или свалы пород, сопутствующих оруденению. В результате искаживания составляется в заданном масштабе полевая карта фактического материала с нанесением всех встреченных естественных обнажений, причем если обнажения занимают площадь, выражающуюся в масштабе карты, то на карте она оконтуривается.

Кроме того, фиксируются участки, покрытые мощным чехлом четвертичных отложений, заболоченные участки, склоны, покрытые осыпями, и пойменные участки долин.

Если участок, подлежащий детальной геологической съемке, не превышает 5—6 км², то искаживанием покрывают всю площадь, прежде чем проводить другие работы. При большой площади искаживание проводят последовательно, на участках площадью 3—5 км², с тем, чтобы не задерживать проведение остального комплекса съемочных работ.

После нанесения на полевую карту всех описанных естественных обнажений составляется в первом приближении геологическая карта участка, на основании которой разбивается сетка вы-

работок, предназначенных для создания дополнительного количества обнажений, необходимых для обоснования кондиционной геологической карты.

Дополнительные выработки задаются с учетом фактического размещения на площади съемки естественных обнажений, с тем, чтобы дать более или менее равномерное освещение всего участка.

На участках, где мощность наносов превышает 5 м, а также в пределах пойменных частей долин, на заболоченных участках и в местах развития мощных осыпей, горные выработки, как правило, не проходятся; в случае необходимости они заменяются буровыми скважинами или геофизическими работами.

Сетка выработок может задаваться единой для всей площади съемки, или по отдельным участкам, в зависимости от геологического строения и распределения естественных обнажений.

При создании сети искусственных выработок на участках, сложенных однообразными породами, существенно не влияющими на распределение оруденения, выработки могут быть значительно разрежены по сравнению с принятой сеткой и, наоборот, на участках сложного строения — сгущены.

Для геологической съемки масштабов 1 : 10 000 и 1 : 5000 рекомендуемая сетка выработок для создания искусственных обнажений является более или менее условной и, в значительной степени, зависит от сложности геологического строения участка, распределения естественных обнажений и мощности наносов.

Для создания искусственных обнажений при геологической съемке рекомендуется следующая примерная сеть выработок:

при масштабе 1 : 10 000	200 × 100 м
" " 1 : 5 000	150 × 50 "
" " 1 : 2 000	100 × 20 "
" " 1 : 1 000	50 × 20 "

В отдельных случаях, в зависимости от сложности геологического строения участка, рекомендуемые параметры сетки могут быть изменены в ту и другую стороны.

После составления полевой геологической карты участка по естественным и искусственным обнажениям уточняют положение отдельных структурных элементов, имеющих существенное значение для построения детальной геологической карты и ведения поисковых работ.

Уточнению подлежат отдельные границы между свитами, маркирующие горизонты, интрузивные контакты, дайки, тектонические нарушения. Выработки для прослеживания этих элементов задаются по тем же линиям основной сети с уменьшением интервалов между выработками или же вне сети. В обоих случаях каждая выработка задается со своим определенным целевым назначением.

Для прослеживания геологических границ, структурных элементов и поисков рудных тел, может быть рекомендовано определенное количество искусственных и естественных точек наблюдений на 1 км² съемки, необходимых для обоснования геологической карты (табл. 3).

Таблица 3

Назначение точек наблюдений	Масштабы			
	1:10 000	1:5 000	1:2 000	1:1 000
Для обоснования детальной съемки	50—100	150—300	500—2 000	4 000—7 000
Для уточнения геологической структуры и поисков рудных тел . . .	15—25	50—100	200—500	1 000—3 000

Следует иметь в виду, что эти нормативы являются только ориентировочными и могут варьировать в зависимости от сложности геологического строения и степени обнаженности участка.

Для вычисления количества обнажений на 1 км² нужно исходить из одного обнажения на 1 см² карты. Выработки, задаваемые с целью прослеживания и разведки рудных тел, для обоснования карты не засчитываются, но данные по ним принимаются во внимание при уточнении геологической карты.

Детальность крупномасштабной геологической съемки может быть неодинаковой для всей картируемой площади. В контуре выходов полезного ископаемого, в котором сосредоточены поисковые и разведочные выработки, детальность геологической карты и обоснованность ее фактическим материалом должна быть значительно выше, чем за пределами этого контура. Кроме того, детальность крупномасштабной геологической съемки в ходе разведочных работ все время постепенно увеличивается за счет уточнений и пополнений геологической карты материалами геологической документации буровых скважин и горных выработок, по мере развития предварительной, а затем и детальной разведки.

Геологические съемки и собственно разведочные работы сопровождаются опробованием. Пробы отбираются из вмещающих горных пород и жильных образований, которые по внешним признакам представляются благоприятными для обнаружения того или иного полезного ископаемого.

В зависимости от характера месторождения и вида полезного ископаемого пробы могут отбираться из коренных обнажений, из пород гидротермально или контактово-измененных с явлениями окварцевания, пиритизации, серицитизации, карбонатизации и т. д., а также из продуктов коры выветривания, свалов,

делювиальных и аллювиальных отложений. Пробы могут отбираться в виде штуфов, шлихов, протолочек.

Каждое обнажение с признаками полезного ископаемого, а также породы, измененные гидротермальным метаморфизмом или несущие вкрапленность рудных минералов, должны опробоваться систематически.

При детальной геологической съемке уделяется особое внимание минералогическому изучению вещественного состава руд и выяснению их комплексной ценности. Должны быть собраны материалы по составу и структурам руд (вредные примеси в рудах, характер сростков, величина минералов и т. д.), выяснен общий характер процессов отложения руд. Минералогические наблюдения при геологической съемке должны сопровождаться разработкой поисковых признаков — по парагенезису минералов, характерным их формам и прочим свойствам, для более правильного направления разведочных работ.

В процессе геологической съемки должна обеспечиваться регулярная и своевременная полевая документация работ, ежедневная обработка дневников и коллекций и внесение исправлений в полевые записи.

Геологическая увязка смежных планшетов съемки производится непосредственно в поле, при производстве съемочных работ. Все описанные обнажения и точки наблюдений наносятся на карту и в пределах каждого планшета перенумеровываются единой нумерацией, соответствующей номерам записей и зарисовок в дневнике, фотографий и образцов коллекций.

Все горные выработки, буровые скважины, минеральные и пресные источники наносятся на геологическую карту соответствующими условными знаками. В местах замеров условными знаками с учетом магнитного склонения отмечаются элементы залегания пластов, тектонических поверхностей и т. д. Принятые условные обозначения показываются на карте за ее рамками.

Геологическая съемка завершается составлением геологических карт и разрезов, позволяющих выяснить структуру месторождения. В зависимости от цели геологической съемки карты крупных масштабов могут составляться по различным легендам и по своему виду представлять в одних случаях обычные геологические карты, в других — являться геолого-минералогическими, геолого-структурными, структурно-петрографическими, геолого-литологическими и т. п. Особо важное значение во всех случаях имеют разрезы, отображающие структуру месторождения и позволяющие правильно направлять дальнейшие разведочные работы.

Некоторые особенности геологической съемки месторождений меди. Характерными особенностями многих месторождений меди является развитие железной шляпы на выходах рудных тел на поверхность и широкое развитие лимонитизации вмещающих пород. Картирование этих образований производится очень тща-

тельно и сопровождается изучением гипергенных минералов коры выветривания: бурых железняков, железистых опалов, ярозитов, а также гипергенных минералов меди (водные карбонаты, силикаты меди и пр.).

При картировании желательны выделять в пределах железной шляпы участки выщелачивания и участки развития вторичных медных минералов. Необходимо изучать текстуры лимонитов. Картирование должно сопровождаться непрерывным опробованием.

В некоторых случаях полезно отдельно составлять специальные геологические карты рыхлых отложений месторождения.

На выходах штокерковых (прожилково-вкрапленных) месторождений меди, помимо развития железных охр, наблюдается интенсивная каолинизация. Последняя, как и другие признаки супергенного изменения пород, подлежит тщательному картированию. При этом необходимо уметь распознавать первичный состав пород месторождения и выделять их на карте, например супергенно измененные гранодиорит-порфиры, эффузивы и пр. Нацело измененные супергенными процессами породы, в которых невозможно установить их первичный состав, должны картироваться с самостоятельными условными обозначениями.

При картировании медных месторождений, залегающих в метаморфических толщах, подвергнутых гидротермальному изменению, необходимо уделять особое внимание картированию этих пород, имея в виду, что любые проявления гидротермального изменения являются не только хорошим поисковым признаком, но и индикаторами скрытого (слепого) оруденения. С другой стороны, при этом картировании необходимо устанавливать первичный состав измененных пород для целей структурного изучения месторождений.

При составлении подземных геологических планов (а также и вертикальных разрезов) необходимо в первую очередь обращать внимание на внутренние свойства рудных тел: минералогический состав, типоморфные текстуры и прочие элементы внутреннего строения. Так, например, для медных штокерков очень важно выделять участки брекчирования, участки с различной степенью интенсивности развития рудоносных и прочих прожилков. Важно изучать пространственную ориентировку прожилков на разных участках штокерка и т. д.

Некоторые особенности геологической съемки месторождений свинца и цинка. При геологической съемке месторождений свинца и цинка, залегающих в карбонатных породах, необходимо картировать все признаки их гидротермального изменения: окварцевание, баритизацию, доломитизацию и пр. Необходимо различать сингенетическую и эпигенетическую (гидротермальную) доломитизацию. Нацело измененные карбонатные породы следует выделять на карте отдельными значками.

При геологическом картировании месторождений, связанных со скарнами, следует выделять, с одной стороны, разновидности скарнов, с другой — степень интенсивности скарнирования карбонатных пород. Одновременно с этим большое значение имеет изучение структурного контроля в размещении скарнов.

При геологической съемке месторождений свинца и цинка, залегающих в эффузивных породах, следует: выделять различные виды гидротермального изменения — окварцевание (микрокварциты, вторичные кварциты), серицитизацию, хлоритизацию, карбонатизацию; изучать их совместное пространственное проявление в различных сочетаниях. Это позволяет устанавливать наличие закономерности в пространственном размещении измененных пород, а также влияние первичного состава последних на характер гидротермального изменения.

При геологическом картировании полиметаллических месторождений необходимо изучать зону окисления рудных тел и ее минералогию, в частности гипергенные минералы свинца и цинка, обычно широко развитые, но плохо диагностируемые на поверхности месторождения (церуссит, монтеймит, англезит и часто связанные с ними карбонаты меди и другие минералы). Для облегчения диагностики окисленных минералов свинца при геологической съемке рекомендуется широко применять простейшие капельные реакции (с иодистым калием), которые дают хорошие однозначные результаты.

Особенно тщательно следует изучать участки вмещающих пород вблизи крупных тектонических разломов и нарушений, так как нередко наблюдается размещение месторождений свинца и цинка вдоль таких тектонических зон. Известны также месторождения, приуроченные непосредственно к зонам дробления, и поэтому вблизи них необходимо тщательно исследовать и опробовать материал.

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

При изучении поверхности месторождений меди, свинца и цинка следует широко применять геофизическую съемку.

Детальное геологическое картирование геофизическими методами позволяет: ограничить площади проведения последующих геолого-разведочных работ; уточнить представления о геологическом строении местности; определить условия производства разведочных геофизических работ; провести геолого-геофизическую характеристику района.

Конкретными задачами детального геофизического картирования являются:

- а) выделение структур изверженных, метаморфических и осадочных пород;
- б) трассировка контактов разнородных пород;
- в) прослеживание зон тектонических нарушений;

г) оконтуривание участков, затронутых контактовым метаморфизмом, часто контролирующим оруденение;

д) исследование наносов.

Для выделения структур чаще всего применяется магниторазведка (в изверженных и метаморфических породах) и электроразведка, главным образом в форме метода сопротивлений (в осадочных породах). Иногда находит применение гравиразведка.

Использование магниторазведки при трассировке контактов основано на резком различии магнитных свойств изверженных, метаморфических и осадочных пород. Среди изверженных пород наблюдается повышение коэффициента магнитной восприимчивости и остаточного намагничивания по мере перехода от кислых пород к основным и ультраосновным.

Особенно хорошо прослеживаются диабазовые и порфиритовые дайки, контакты эмеевиков с известняками, границы между кислыми и ультраосновными породами и т. п.

Вследствие того что степень разрушенности разных пород различна, их сопротивления меняются в широких пределах, что позволяет проводить электропрофилирование. Съемка естественных полей целесообразна при выделении пиритизированных и графитизированных сланцев.

Поскольку рассланцованные зоны, с которыми часто связано оруденение, обладают значительной анизотропией электрических свойств, для их прослеживания под наносами (при крутом падении) возможно применение съемки по профилям эллипсов анизотропии (измерение кажущихся сопротивлений в 2—3 азимутах или прослеживание изолиний потенциала вокруг точечного источника тока). При прочих равных условиях такие зоны обычно отмечаются повышением коэффициента анизотропии на графике.

Проведение гравиразведочных работ (с вариометром) мало экономично, хотя создание быстро действующего градиентометра, возможно, существенным образом изменит положение.

Использование радиометрических методов при геологическом картировании основано на том, что горные породы различаются по радиоактивности. Так, активность кислых пород обычно выше, чем пород основных. Среди осадочных пород относительно высокой активностью отличаются глины, сланцы и, наоборот, пониженной—известняки. Весьма активны такие минералы, как монацит, циркон, сфен, ортит, рутил. Все сказанное позволяет применить гамма-съемку с полевыми радиометрами при хорошей обнаженности района и эманационную съемку на местности, закрытой наносами.

Истолкование данных гамма-съемки следует проводить с учетом того обстоятельства, что в случае сдвига равновесия, вследствие выщелачивания продуктов распада, активность поверхностных слоев пород может резко понизиться или, наоборот, повы-

ситься. Поэтому полевые работы должны сопровождаться лабораторным изучением образцов. Поскольку выщелачивание продуктов распада может в отдельных случаях протекать параллельно с окислением магнетита, содержащегося в породах, полезно сопоставлять данные гамма-съемки и магниторазведки.

Так как результаты эманационной съемки существенным образом зависят от мощности и состава наносов, указанную съемку следует сопровождать вертикальным электрическим зондированием (см. ниже). При мощности наносов, превышающей 6—12 м, особенно при их глинистом составе, метод неприменим.

Прослеживание зон тектонических нарушений (зоны дробления, брекчирования, разломов) чаще всего осуществляется электропрофилированием по относительным понижениям кажущихся сопротивлений (за счет повышенной увлажненности разрушенных пород).

При обогащении пород магнитными минералами создается благоприятная обстановка для проведения магниторазведочных работ.

При наличии ослабленных зон, которые являются естественными каналами распространения продуктов радиоактивного распада из глубинных слоев, может применяться радиометрия (эманационная съемка).

Сбросы и сдвиги, не сопровождающиеся значительным разрушением пород, могут быть обнаружены по относительному смещению отдельных осей электрических и магнитных аномалий, а так же по асимметрии графиков напряженности магнитного поля или кажущихся сопротивлений. Иногда оказывается применимой электроразведка переменным током (например метод индукции).

Особенно велика ценность выявления пострудной тектоники, вследствие которой месторождение может оказаться разбитым на ряд разобщенных блоков.

Контактовый метаморфизм проявляется в различной форме изменения пород.

Скарнирование характеризуется привнесением кремния, алюминия и тяжелых металлов. Наряду с железистыми силикатами обычно присутствуют свободные окислы железа, в частности, магнетит в виде прожилков или вкрапленников. Встречается также пирротин. В силу этого для выделения скарных целесообразно применение магниторазведки.

Пиритизация пород обычно влечет за собой увеличение их электропроводности, что может быть обнаружено с помощью электропрофилирования. Кроме того, над пиритизированными зонами часто наблюдаются естественные электрические поля.

Окварцевание вызывает резкое возрастание сопротивлений, на графиках появляются характерные максимумы кажущихся сопротивлений.

Исследование четвертичных отложений проводится в целях выявления рельефа коренных пород, определения литологического состава наносов, изучения гидрогеологических условий.

Чаще всего применяется метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) в сочетании с контрольными выработками и скважинами ручного бурения. Следует считаться с возможностью ошибок в определении мощности наносов бурением в случае попадания рабочего инструмента на крупный погребенный валун. С другой стороны, ВЭЗ обычно дает несколько преувеличенные глубины, так как в перекрывающий проводящий слой входят и разрушенные породы, находящиеся в коренном залегании. Применение ВЭЗ, как и вообще метода сопротивлений, в районах развития вечной мерзлоты и на участках распространения сухих песчаных наносов затруднено.

Иногда резкие изменения рельефа пород основного состава под немагнитными наносами могут быть обнаружены магнито-разведкой. Точно так же в случае немагнитного плотика депрессии выявляются по магнитным аномалиям, вызываемым скоплениями магнетитовых россыпей.

Детальное картирование должно сопровождаться полевым изучением всех типов пород, для чего используются естественные обнажения, горные выработки, скважины, а также участки с небольшой мощностью наносов (параметрические вертикальные электрические зондирования, наблюдения с магнитными весами, кароттаж и пр.).

Поскольку в некоторых районах наблюдается непостоянство направления вектора остаточного намагничивания в разных точках, интерес представляет отбор ориентированных образцов пород для определения их магнитных свойств.

При разведке месторождений цветных и редких металлов применение геофизических методов дает возможность разрешить в более короткие сроки ряд важных вопросов, необходимых для определения дальнейшего направления работ.

Для выбора геофизического метода разведки существенное значение имеют масштабы месторождения, форма рудного тела (штокверки, жилы, пласты или неправильные залежи), глубина залегания, физические свойства руд и вмещающих пород, характер распределения металла в рудном теле (сплошные и вкрапленные руды), масштабы и характер зоны окисления. Кроме того, необходимо учесть также степень тектонической нарушенности.

Наиболее характерным отличием первичных руд цветных металлов от вмещающих и перекрывающих пород является их высокая электронная проводимость. Такие минералы, как галенит, халькопирит, пентландит, пирит, пирротин, а также минералы зоны вторичного обогащения — халькозин и ковеллин, обладают сопротивлением на несколько порядков ниже сопротивления вмещающих пород.

Исключение представляет сфалерит, обладающий весьма низкой проводимостью ионного характера. Жильные минералы (кварц, карбонат, полевые шпаты) имеют очень высокое сопротивление. Проводимость минералов зоны окисления (церуссит, англезит, смитсонит, вюртцит, малахит, азурит и другие) крайне мала. Она определяется главным образом степенью увлажнения и минерализацией вод, пропитывающих окисленные руды.

В силу указанного электропроводность первичных сульфидных руд во многом зависит от их структурно-текстурных особенностей, в частности от порядка выделения минералов, а также от влияния пострудной тектоники. Если, например, в полиметаллических рудах первым выделился галенит, а сфалерит служит цементом то, даже при хорошем наполнении, такая руда будет обладать низкой проводимостью. Наоборот, в случае галенитового цемента сопротивление руды резко падает.

Высоким сопротивлением отличаются руды, в которых зерна проводящих минералов окружены кварцевой или карбонатной оторочкой. Часто руды оказываются перебитыми сетью трещин, иногда видимых только под биноклем, заполненных кварцем или карбонатом, что также вызывает уменьшение электропроводности.

Подавляющее большинство рудных минералов, не говоря уже о минералах жильных, не отличается повышенным коэффициентом магнитной восприимчивости. Только некоторые разности пирротина и магнетит, иногда присутствующий в высокотемпературных рудах, могут обусловить известное увеличение магнитности руд по сравнению с вмещающими породами.

Помимо минералогического состава на магнитные свойства пород и руд большое влияние оказывает их геологическая история, а также структура.

Естественное электрическое поле, образующееся над залежами сульфидных руд в результате окислительно-восстановительных процессов может быть использовано в поисковых целях. Следует иметь в виду, что естественные поля образуются лишь в подходящих условиях (сплошная гальваническая проводимость и химическая активность руд, благоприятная гидрогеологическая обстановка и т. д.).

В ряде районов естественные электрические поля образуются над сланцами, пиритизированными и графитизированными (см. выше). В отличие от полей рудного происхождения они часто характерны полосовым строением (вытянутостью изолиний вдоль простирания пород) и значительно большей интенсивностью (до 700 мВ).

Из аномалий негеологического происхождения важнейшими являются фильтрационные. Кривые потенциала в этом случае обычно представляются как бы зеркальным отображением рельефа дневной поверхности. Для таких аномалий характерна изменчивость во времени; одновременные съемки в различных

метеорологических условиях (после дождя или в устойчивую сухую погоду) дают подобные по форме кривые потенциалы, отличающиеся по абсолютным значениям. Иногда встречаются аномалии, резко меняющиеся даже в течение одного дня; графики утренней съемки могут быть другого знака, чем графики вечерней съемки. Обычно они приурочены к скальным обнажениям и предположительно объясняются прямотовратной миграцией влаги в приповерхностном слое пород.

В силу указанного, наряду с обычными съемками естественного поля, необходимо проведение повторных съемок, а также наблюдение вариаций поля во времени, для чего следует выбрать 2—3 контрольных пункта, один из которых расположен обязательно в аномальном поле.

Из всех схем электропрофилирования наиболее употребительное—симметричное, на двух разностях. Только при маломощных объектах можно рекомендовать съемку градиентов (продольных и поперечных), а также профилирование с разносом установки вдоль простирания, вкрест профилю.

Комбинированное электропрофилирование целесообразно при детальных работах для классификации аномалий на глубинные и аномалии, связанные с неоднородностями наносов. Укоренившееся мнение о том, что якобы этот метод позволяет разграничивать аномалии рудные от нерудных должно быть отвергнуто. В частности эффекты экранирования могут проявляться как на проводящих, так и на непроводящих объектах (например на пегматитовых дайках или кварцевых жилах).

Дипольное электропрофилирование обладает тем важным преимуществом, что оно не требует устройства заземления, удаленного на большое расстояние (в практической бесконечности). Однако в условиях неоднородных наносов этот способ дает более сложные по форме, нередко плохо коррелирующиеся кривые кажущегося сопротивления.

Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) служит главным образом для определения мощности наносов, т. е. в конечном счете глубины залегания рудных тел. Только в случае большой мощности последних можно применять электрозондирование с поисковыми целями; как показывает опыт, на кривых наблюдается характерное уменьшение кажущихся сопротивлений, обусловленное влиянием проводящих руд.

В ряде районов, особенно вблизи действующих горнодобывающих и металлургических предприятий, заметно влияние блуждающих электрических токов индустриального происхождения, часто затрудняющих или даже делающих невозможным производство работ по методу сопротивлений. В этих условиях целесообразно использование пульсатора, позволяющего до некоторой степени избавиться от этих помех. Геофизику-разведчику нужно, впрочем, знать, что индустриальные токи, при прочих равных условиях, концентрируются на участках понижен-

ного сопротивления. Это обстоятельство может быть использовано и в поисковых целях.

Весьма эффективна во многих случаях методика заряженного тела. Поэтому в случае невозможности немедленного проведения геофизических работ буровым бригадам следует оставлять в скважине долговременные заземления в обнаруженных рудных телах для последующего опробования.

Часто подземные проводники эквипотенциальными считать нельзя, что вынуждает изменять методику работ и интерпретацию получаемых данных.

При наличии в районе многочисленных рудных выходов рационально их предварительное опробование способом трех электродов. Тела промышленных размеров обычно отличаются пониженными переходными сопротивлениями в сравнении с выходами, представляющими часто лишь минералогический интерес.

На таких выходах полезно также проведение небольших по объему работ другими методами для оценки возможностей геофизики. Таким путем можно более обоснованно подойти к выбору участков, заслуживающих первоочередного обследования. Эти работы выполняются специальными подвижными геофизическими отрядами, способными весьма быстро изучить большое число выходов.

При недостаточном выходе керна, что влечет за собой ошибки в определении глубины залегания, мощности и даже пропуска рудных тел, большое значение имеет кароттаж скважин, особенно в форме метода скользящих контактов (МСК).

Поскольку максимумы тока на кривой могут быть вызваны как рудой, так и прослоями пирита и пирротина, целесообразно измерение по стволу скважины естественного поля, а также электродных потенциалов.

Метод изолиний на постоянном и переменном токе низкой частоты выгодно отличается сравнительно высокой производительностью. Однако следует иметь в виду, что для обеспечения наибольшей глубинности исследований прослеживание изолиний нужно вести только в средней части планшетов, избегая при электродных зон. Точно так же, для количественных расчетов полезно определять потенциалы каждой изолинии, отнесенные к единице силы тока.

Метод интенсивности с измерением магнитной составляющей переменного низкочастотного поля в воздухе не требует устройства приемных заземлений, что особенно важно при работе зимой или на местности с высокими сопротивлениями верхнего слоя пород (сухие пески, обнаженные коренные породы и др.). Переход к переменному полю снижает глубинность и вызывает появление некоторых искажающих эффектов.

Наиболее употребительным методом высокочастотной электроразведки в настоящее время является метод индукции, осо-

бенно удобный в случае поисков подземных проводников линейной вытянутой формы, при их относительно неглубоком залегании. Важным его преимуществом является то, что некоторые руды, не обладающие сплошной гальванической проводимостью, в высокочастотном поле становятся проводниками за счет токов смещения.

Достигнутые усовершенствования аппаратуры, а также приемов полевых работ и истолкования результатов значительно расширили возможности метода.

При высоких сопротивлениях коренных рудовмещающих толщ хорошие результаты может дать радиоволновой метод. Следует учитывать, что вследствие влияния разнообразных явлений отражения, преломления и дифракции радиоволн, а также из-за эффекта вторичного возбуждения подземных проводников, не всегда удается установить четкий контур радиотени, что затрудняет геологическую интерпретацию получаемых данных.

Разными авторами для повышения глубинности и разрешающей способности электроразведки на месторождениях цветных и редких металлов предлагаются различные модификации, которые можно объединить общим названием: «Методы чистой аномалии». Используются специальные приемы искусственного уменьшения первичного поля на исследуемых участках. При этом не учитывается то обстоятельство, что одновременно с относительным увеличением влияния искомым объектов резко возрастают искажения полей за счет наличия неоднородностей в наносах. Поэтому их применение в настоящее время может быть допущено только в виде опытов.

Наиболее частыми источниками нерудных аномалий в электроразведке являются неоднородные включения в наносах и изменение их мощности (особенно так называемые карманы или погребенные лога древних рек); так же широко известны влияния тектонически-ослабленных зон в коренных породах, сланцеватости пород и т. п.

Большие надежды возлагались на метод вызванной поляризации (ВП), который предназначался для классификации аномалий, выявленных электроразведкой, на рудные и нерудные. Несмотря на то, что этим вопросом занимались довольно много, единого мнения не существует. Высказывают предположения, что наблюдаемые в поле эффекты есть следствие поляризации приэлектродных зон, а не глубинных объектов, и что для действительного возбуждения рудных тел нужно применение значительно более мощных питающих установок.

Учитывая сложность и неизученность явления, рекомендовать использование метода ВП в производственной обстановке нельзя; вместе с тем необходимо добиться окончательного решения вопроса в специализированной научно-исследовательской организации. При работах по методу заряженного тела, возможно, окажутся полезными измерения по поверхности остаточных по-

тенциалов, возникающих от протекания через руду питающего тока.

Магниторазведка в качестве прямого поискового метода может быть использована, если руды содержат достаточное количество примесей магнитных минералов (магнетит, пирротин) и залегают среди немагнитных пород.

Следует однако иметь в виду, что эти минералы в зоне окисления могут переходить в немагнитные фазности, вследствие чего аномальное поле будет ослаблено.

Возможен и обратный случай, когда немагнитные руды находятся в породах основного и ультраосновного состава, обладающих значительным коэффициентом магнитной восприимчивости, и нередко, остаточным намагничиванием. В таких условиях наблюдается отрицательная аномалия вертикальной составляющей магнитного поля (например над кварцевыми жилами).

Железные шляпы над сульфидными месторождениями, как известно, служат важным поисковым признаком. При наличии в районе более или менее мощных наносов для выявления погребенных железных шляп в некоторых случаях может быть использована магниторазведочная съемка повышенной точности.

Обычно при площадных съемках с магнитными весами измеряется лишь вертикальная составляющая магнитного поля. Однако на некоторых интерпретационных профилях для уточнения количественных расчетов полезно определение горизонтальной составляющей.

Данные магнитных съемок часто искажаются влияниями неоднородностей в наносах (например крупные валуны пород основного состава), непостоянством глубины залегания коренных пород, а также вследствие топографического эффекта. К тому же верхние слои пород и руд вследствие выветривания магнетита могут в значительных пределах менять свои магнитные свойства.

В результате появляются местные аномалии, не связанные с геологическим строением, а соседние профили из-за возросшего уровня помех плохо коррелируются.

Этим, в частности, может определиться необходимость в наблюдениях по промежуточным профилям (между основными).

Детализация в разведочной геофизике вообще и на рудных месторождениях в особенности далеко не всегда сводится только к сгущению сети. Детальные съемки часто проводятся существенно иными приемами, чем съемки общие (например, на разных частотах в методе индукции, с изменением разностей в электропрофилировании, способ групповых точек и измерения на разных высотах в магниторазведке и пр.).

Такие наблюдения по измененной методике, в частности, позволяют уточнить геологическую природу выявляемых аномалий.

Передача выявленных геофизических аномалий по акту геологическим учреждениям не исключает, а, наоборот, требует обязательного участия геофизиков в их проверке. В частности все

проверочные горные выработки и скважины необходимо обследовать с помощью дополнительных геофизических наблюдений методами: скользящих контактов и съемкой естественного электрического поля, измерением электродных потенциалов, проведением магнитного кароттажа, обследованием вскрытых рудных выходов способом трех электродов, отбором металлометрических проб, определением уровня стояния грунтовых вод и мест притока вод в скважину, измерением их сопротивления с помощью резистивиметра и др.

Так же обязательно проведение работ по методу заряженного тела даже если оруденение не встречено, так как оно может находиться вблизи неточно заданной выработки. Для этого вдоль ствола скважины или оси выработки последовательно устраивается несколько заземлений через 10—20 м, а на поверхности каждый раз снимается 2—3 изолинии. В случае обнаружения отклонения изучаемого поля от поля точечного источника (электрическая вытянутость изолиний, смещение центра относительно места зарядки) ставятся планомерные исследования по обычной методике.

При обследовании проверочных скважин можно так же рекомендовать съемку потенциалов по их оси при питающей установке, расположенной на поверхности, с двумя-тремя разносами, выбираемыми исходя из возможной глубины залегания рудных тел; азимут также желательно менять, т. е. последовательно располагать установку, например, в трех направлениях через 60°.

После геологической проверки выявляются причины геофизической аномалии. Если рудное тело даже не обнаружено, полученные материалы должны послужить уточнению геологического истолкования данных геофизики.

Возможны случаи совпадений, когда на участке аномалии действительно вскрываются рудные тела, но при детальном обследовании оказывается, что не они обуславливают искажения геофизических полей.

Результаты проверки обязательно используются для повторной интерпретации всех геофизических материалов. В частности они помогают уточнению количественных расчетов при решении обратной задачи.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Геохимические методы поисков базируются на изучении первичных и вторичных ореолов рассеяния путем их опробования и анализа проб различными способами (спектральным, химическим, паяльной трубкой и пр.).

Первичные (гипогенные) ореолы рассеяния развиваются во вмещающих коренных породах вокруг рудных тел.

Вторичные (гипергенные) ореолы рассеяния развиваются главным образом в рыхлых продуктах коры выветривания вокруг

выходов рудных тел; они захватывают также и верхние горизонты коренных пород.

Выделяются механические и солевые вторичные ореолы рассеяния. Механические вторичные ореолы рассеяния содержат минералы, как гипогенные, так и гипергенные, стойкие в условиях коры выветривания.

Солевые ореолы гипергенного рассеяния несут в своем составе растворимые первичные или вторичные минералы, а также минералы, способные проходить стадию растворения.

Изучение первичных ореолов рассеяния. Изучение первичных ореолов рассеяния преследует задачу обнаружения рудных тел, не выходящих на поверхность и не вскрытых современным эрозионным срезом.

Относительное количество не выходящих на поверхность месторождений для разных геологических условий может колебаться в широких пределах — от случаев, когда все тела рудоносного комплекса проявляются на поверхности и скрытые залежи отсутствуют, до случаев, когда все рудные тела не выходят на поверхность земли. Количество не выходящих на поверхность земли месторождений полезных ископаемых и возможность их открытия зависят от величины вертикального диапазона формирования рудного комплекса, размеров рудных тел по вертикали, крутизны углов погружения их на глубину, отношения современной поверхности эрозионного среза к горизонтам оруденения и количества рудных тел, контролируемых закрытыми геологическими структурами.

Первичные ореолы рассеяния представляют собой невидимые глазом распыления среди рудовмещающих пород тех же элементов, которые входят в состав руды. Они более или менее постепенно затухают по мере удаления от рудных тел, которые они окаймляют, переходя в нормальное поле рассеяния химических элементов горных пород. Для гидротермальных пород рассеянная минерализация наиболее охотно распространяется по путям, более легким для движения рудоносных растворов. В связи с этим ореолы рассеяния, как правило, больше вытянуты вверх над рудным телом, чем в стороны от него; этим и определяется форма ореолов рассеяния. На поверхности контуры ореолов рассеяния обычно неправильны, извилисты, иногда с выступающими языками. Размеры ореолов по вертикали могут достигать нескольких сотен метров, а по площади соответствовать проекции рудного тела или быть в несколько раз больше ее.

Выявление первичных ореолов рассеяния осуществляется при массовом опробовании и специальных полевых колориметрических или спектральных анализах проб. Анализы проводятся по методике, разработанной для определения содержания различных химических элементов, находящихся в горных породах в малых и сверхмалых количествах. Определение обычно производится в частях на миллионы.

Индикаторами глубинных рудных тел являются как главные рудообразующие элементы, так и элементы-спутники.

Выбор площадей для поисков месторождений закрытого типа производится в пределах развития рудных поясов, приуроченных к региональным геологическим структурам или определенным формациям горных пород. На этих площадях, по аналогии с геологической обстановкой наиболее характерных и промышленно-важных месторождений, могут быть намечены подобные же по геологическому строению участки, в глубинных частях которых возможно нахождение невоскрытых рудных залежей. Выделение таких перспективных участков должно производиться на основе металлогенического анализа материалов геолого-съемочных работ, проведенных в масштабе 1 : 200 000 или 1 : 50 000.

На выделенных площадях, после их рекогносцировочного осмотра рекомендуется, кроме детальной геологической съемки и изучения индикаторов скрытого оруденения, проектировать проведение геофизических, буровых, а иногда и горных работ.

Детальная геологическая съемка в этом случае преследует прежде всего цель выявления структуры участка на поверхности и экстраполяции ее на глубину для суждения о строении глубинных частей участка. Масштаб геологической съемки должен быть 1 : 10 000 или 1 : 5000.

Геохимические индикаторы глубинного оруденения при геологической съемке должны устанавливаться на основе изучения точек с проявлениями рудной минерализации (рудная вкрапленность, рудные и безрудные прожилки и пр.) и зон изменения вмещающих пород, сопровождающих оруденение.

Ореолы рассеяния (первичные и вторичные) как индикаторы глубинного оруденения устанавливаются посредством проведения металлометрической съемки. Металлометрические исследования вначале должны быть произведены по 2—3 маршрутам за пределами перспективной площади для установления «натурального фона» по содержанию металлов в различных породах, слагающих участок. Затем они производятся по 3—4 маршрутам вкрест простирания геологической структуры участка с обязательным отбором проб в участках разломов и зон дробления.

В случае установления повышенного содержания металлов, на площади участка проводится детальная металлометрическая съемка по сетке с обязательным тщательным опробованием всех зон тектонических нарушений по их простиранию вне зависимости от ориентировки сетки металлометрической съемки.

При исследовании первичных ореолов рассеяния берутся протолочки из коренных пород. Первичные ореолы рассеяния устанавливаются также на основе изучения образцов горных пород и керн буровых скважин из точек с проявлениями рудной минерализации (рудная вкрапленность, рудные и безрудные прожилки и пр.) и зон изменения вмещающих пород, сопровождающих оруденение.

Изучение вторичных ореолов рассеяния. Изучение вторичных солевых ореолов рассеяния производится при металлометрических съемках. Последние подразделяются на монометаллометрические съемки (купрометрическая, плюометрическая и пр.) и комплексные металлометрические съемки, при которых в пробах одновременно определяют комплекс металлов в соответствии с металлогеническими особенностями района.

Изучение механических ореолов рассеяния производится методом шлиховых съемок.

Для поисков месторождения цветных металлов первостепенное значение имеют металлометрические съемки. Шлиховой метод редко имеет самостоятельное значение и чаще применяется совместно с металлометрией. При этом одна и та же проба исследуется как методами металлометрии, так и промывкой с получением шлиха.

При производстве металлометрических съемок необходимо иметь в виду совместное изучение как вторичных, так и первичных ореолов рассеяния. Перед металлометрической съемкой ставятся следующие конкретные задачи: а) выделение на широких минерализованных площадях наиболее перспективных участков и зон; б) выявление в пределах перспективных площадей новых месторождений; в) выявление в пределах известных месторождений новых рудных тел, в том числе и слепых; г) детализация геофизических аномалий; д) изучение самих ореолов рассеяния для дальнейшего усовершенствования методики металлометрических съемок.

Металлометрическая съемка должна проводиться квалифицированными работниками под наблюдением геолога. Все записи при съемке делаются одновременно с отбором проб в специальных полевых книжках, являющихся основным документом работы отряда или партии.

Данные, полученные в результате металлометрической съемки, излагаются в отчете с приложением карт и графиков. Карты изоконцентраций металла вычерчиваются в масштабе, соответствующем масштабу детальной геологической карты данного участка.

При вытягивании линий равного содержания металла на карте нужно руководствоваться общеизвестными правилами линейной интерполяции, учитывая при этом геологическое строение участка и элементы залегания рудных тел. Карта изоконцентраций должна отражать господствующее простираание рудных тел и взаимоотношение углов их падения с рельефом местности, в той или иной степени искаженных делювиальными перемещениями ореолов.

Карта изоконцентраций должна быть раскрашена или отонена штриховкой, с применением более темных тонов для возрастающих значений концентрации металла. Для каждого из цен-

ных металлов составляется отдельная карта изоконцентраций. Карты эти копируются на кальке для взаимного совмещения и наложения на топографо-геологическую карту.

Вначале металлометрическую съемку полезно провести на участке рудного поля с разведанными выходами рудных тел, чтобы определить степень концентрации того или иного металла в поверхностном покрове и расстояния, на которые этот металл переносится от своего коренного залегания.

Металлометрическую съемку необязательно вести непосредственно на искомый элемент, представляющий промышленную ценность. Иногда более характерные ореолы обнаруживают элементы-индикаторы, парагенетически связанные с искомым элементом. В первой стадии работ рекомендуется проводить спектральный анализ с расшифровкой всех определимых металлов, а затем, по результатам первых анализов, а также по металлогенетическим построениям для данного участка избирается определенное количество металлов, которые характерны для данного рудного поля и в дальнейшем анализы проводятся только на эти металлы.

При исследовании проб должно быть обращено внимание на возможное присутствие редких и рассеянных элементов (германий, рений, индий, гафний, кадмий и др.), не образующих самостоятельных месторождений.

Отбор металлометрических проб (металлометрическая съемка) производится по системе инструментально разбиваемых линий, располагаемых вкрест простираения рудных зон и рудоконтролирующих структур.

Сетка металлометрической съемки для месторождений типа медистых песчаников, меднорудных штокверков, вкрапленно-прожилковых месторождений свинцовых руд в карбонатных породах и т. п. принимается обычно размером 100×20 м.

Для метасоматических свинцово-цинковых месторождений в известняках и других более сложных месторождений сетка металлометрической съемки выборочно сгущается до 50×10 м или 25×10 м. Пробы отбираются из рыхлых наносов с глубины 10—15 см в количестве 15—20 г при песчано-глинистом характере отложений и в количестве до 50 г при каменистом характере отложений.

В местах, давших при съемке положительные результаты, сеть должна сгущаться, чтобы детально определить площадные контуры распространения ореола. Для этого должны проходиться дополнительные профили параллельно основным. Шаг наблюдений по этим профилям рекомендуется уменьшать до 3—6 м.

В условиях спокойного рельефа при отсутствии сноса ореолы рассеяния обычно расположены вблизи от коренных выходов и могут образоваться за счет их разрушения и естественного обогащения. При таких условиях целесообразно отбирать пробы с разных глубин наносов. При более или менее резко выражен-

ном рельефе ореолы сносятся вниз, иногда на значительное расстояние (нередко сотни метров). В этом случае для поисков месторождений следует применить погоризонтную съемку.

Металлометрические пробы отбираются в каждой точке наблюдения с определенной глубины; при наличии почвенного покрова перед отбором проб его необходимо убрать. Отбор проб должен производиться с помощью легкой двухсторонней кайлы-мотыги саперного типа или с применением ручного бура-ложки. За каждой бригадой должно быть закреплено два комплекта инструмента, из которых один находится в работе, а второй служит для подмены при заправке. Проба должна собираться в специальный мешочек и сопровождаться этикеткой или биркой, в которых указывается порядковый номер пробы, место взятия, глубина отбора, рельеф местности и т. д.

Особое внимание нужно уделять рудным свалам и коренным выходам. От них должны быть взяты штуфные пробы, которые снабжаются этикеткой и детально описываются в полевой книжке.

При отборе проб на участках, затронутых разведочными работами, следует обращать особое внимание на необходимость отбора проб из природных (не нарушенных и не загрязненных отвалами) рыхлых отложений. В случае невозможности выполнения этого условия участок, занятый отвалами, исключается из съемки с отметкой об этом в полевой книжке.

В целях контроля применяется повторный отбор проб в количестве не менее 3% от числа основных проб. От 5 до 10% от общего количества проб направляется в химическую лабораторию для контроля данных спектрального анализа. Обычные анализы проб на аномальных участках следует дополнять минералогическими определениями, что позволяет уточнить геологическую природу ореола. Кроме того, могут быть применены и другие способы: полярография, люминесцентный анализ, метод паяльной трубки или капельной индикации и т. д.

Обработка металлометрических проб заключается в их сушке и просеивании через сито с отверстиями 0,5 мм. Если проба превышает вес 13—15 г — она сокращается квартованием и затем истирается до пудры (менее 0,1 мм). Спектральный анализ металлометрических проб производится в спектрально чистых угольных электродах с помощью спектрографов ИСП-22.

Рядовые спектральные анализы проб должны выполняться на главные рудообразующие элементы и элементы-спутники.

Учитывая, что чувствительность спектрального анализа по крайней мере на один порядок ниже кларкового содержания элементов-индикаторов, иногда выгодно предварительное обогащение металлометрических проб отмывкой, подобно тому, как это делается при шлиховой съемке с обязательным количественным учетом всей отмытой легкой фракции.

Металлометрическую съемку обязательно следует увязывать со всеми видами геологических и геофизических поисково-разведочных работ. Если аномальные зоны металлометрической съемки подтверждаются геологической интерпретацией о приуроченности зоны к какому-либо рудному контакту или тектоническому шву и если эти зоны подтверждаются геофизическими аномалиями магнитометрии, электроразведки или сейсморазведки, то они подлежат обязательной проверке разведочными работами.

При производстве металлометрических съемок следует руководствоваться «Временной инструкцией по производству металлометрических съемок» Министерства геологии СССР (Госгеол-издат, 1951 г.).

Шлиховая съемка. Заключается в отборе проб из рыхлых отложений, их промывке, получении серого шлиха и минералогическом изучении последнего. Объектом шлиховой съемки являются механические ореолы рассеяния, в которых сохраняются минералы, устойчивые в условиях коры выветривания. Вследствие того, что большинство рудных минералов месторождений меди, свинца и цинка является в этих условиях неустойчивыми или механически непрочными, шлиховая съемка как метод поисков имеет подчиненное значение.

Шлиховая съемка может иметь значение в непосредственной близости от выходов рудных тел. В ближайшем ореоле рассеяния в рыхлых отложениях сохраняются некоторые количества сульфидов, а также окисных и прочих соединений цветных металлов. Поэтому обнаружение тех или других в шлихе всегда свидетельствует о непосредственной близости выхода рудного тела.

Объектами шлиховой съемки при поисках месторождений цветных металлов являются участки развития делювиальных, эллювиально-делювиальных и тому подобных образований. Шлиховая съемка аллювиальных отложений мало эффективна. Наилучшие результаты шлиховая съемка дает в сочетании с металлометрической. В этом случае следует только увеличивать вес проб до нескольких килограммов.

Шлиховое опробование делювия склонов и элювия водоразделов производится первоначально по относительно редкой сети закопшек, расположенных на склоне линиями, параллельными долине. В дальнейшем сеть закопшек может быть сгущена. С целью изучения распределения тяжелых минералов в вертикальном разрезе делювия проходятся отдельные дудки или мелкие шурфы до коренных пород.

Для получения сопоставимых результатов количество материала, поступающего в пробу, должно быть одинаковым для всех проб исследуемой площади. В пробу следует отбирать, как правило, не менее 10—20 кг материала.

Промывка шлиховых проб производится вручную на обыкновенных старательских лотках емкостью 0,007—0,008 м³ или

в азиатских ковшах. Не рекомендуется применять для промывки миски, тазы, плошки и прочую посуду с гладким дном. Промывка доводится только до серого шлиха. Просушенный шлих помещается в капсулю или мешочек из плотной материи и снабжается этикеткой. Описание всех шлиховых проб заносится в журнал шлихового опробования.

В процессе шлиховой съемки необходимо контролировать качество работы промывальщиков. Контроль производится путем сравнения выхода шлихов у разных промывальщиков, путем личной промывки или незаметного подсыпания мелких дробинки в пробу. В последнем случае качество работы промывальщика характеризуется количеством дробинки, оставшихся в шлихе.

Для того чтобы использовать данные шлиховой съемки при дальнейших поисковых работах, необходимо проводить минералогическое изучение шлихов в поле непосредственно вслед за их взятием. Количество минерала в шлихе по глазомерной оценке отмечается в полевой книжке непосредственно после получения шлиха (например, по градациям содержания: отсутствует, единичные знаки, мало, среднее количество, много). Более точное определение количеств минералов в шлихе, изучение размеров и формы их зерен, наличие сростков с другими минералами и т. д. производится в полевой минералогической лаборатории. При этом устанавливаются все полезные минералы, присутствующие в шлихе. В процессе обработки и изучения шлихов необходимо постоянно определять весовые соотношения ценных компонентов по отношению к начальному весу промытой пробы. Полный минералогический анализ шлихов производится, как правило, при окончательной камеральной обработке материалов.

По данным шлихового опробования составляется шлиховая карта соответствующего масштаба. На карту наносятся места взятия проб, их номера и условными значками показывается присутствие и количественное содержание минералов. Иногда указывается характер отложений, из которых взята проба.

Места взятия проб при детальных шлиховых съемках наносятся на карту с инструментальной привязкой, за исключением тех случаев, когда глазомерная или полуинструментальная привязка обеспечивает достаточно точное нанесение их на топографическую карту.

Шлиховое опробование при умелом анализе материалов может дать ряд весьма ценных указаний не только для выяснения причин локализации ореола рассеяния того или иного минерала, но и для определения возможного типа коренного месторождения и его масштаба. Поэтому в процессе шлихового опробования и анализа результатов геолог должен принимать непосредственное участие. Документация шлихов заключается в точном указании их места взятия, характеристике места взятия, описании состава рыхлых отложений, из которых взяты шлихи. Кроме того, указывается исходный объем и вес промытой пробы.

Одновременно с металлометрической и шливовой съемкой рекомендуется проведение поисков гидрохимическим методом, основанным на наличии связи между содержанием рудообразующих элементов в подземных водах и рудных телах.

Гидрохимическими признаками рудных месторождений являются: а) увеличение содержания в подземных водах рудообразующих компонентов; б) увеличение содержания или распространности в подземных водах элементов-спутников; в) увеличение содержания в подземных водах иона SO_4^{2-} за счет серной кислоты, образующейся при окислении сульфидов, а также за счет растворения сульфатов тяжелых металлов (железная шляпа и другие продукты выветривания сульфидов); г) изменение величины pH подземных вод. Образующаяся при окислении сульфидов серная кислота понижает pH воды. Обычно воды с пониженным pH приурочиваются только к самому рудному телу, не выходя за его пределы. Понижение величины pH как поисковый признак эффективнее всего использовать в районах, сложенных изверженными породами, с несильно расчлененным рельефом и в северных областях СССР; д) снижение электрического сопротивления вод поверхностных источников и водоемов.

Изучение гидрохимии подземных вод позволяет выявить рудные тела, а также получить следующие данные: о распределении рассеянной минерализации в породах; об экранирующих рудные растворы породах; о каналах, по которым циркулировали растворы, произведшие околорудные изменения; о распространении тех или иных петрографических разностей пород и тектонических нарушениях под покровом четвертичных отложений на основании данных общего химического анализа подземных вод и повышенной распространенности определенных ассоциаций микрокомпонентов.

Ореол повышенных содержаний рудообразующих элементов в подземных водах выявляется отдельными пятнами и точками в местах с благоприятными гидрогеологическими условиями.

Величина повышенных содержаний рудообразующих элементов в подземных водах выражается не абсолютной цифрой, а относительной, по сравнению с широко распространенными (фоновыми) для данных геологических или гидрогеологических условий величинами их содержания.

Интенсивность и величина площадного распространения повышенных содержаний в подземных водах различны для различных рудообразующих элементов и для различных геологических и гидрогеологических условий.

Основным методом гидрохимических исследований является определение содержания в подземных водах рудообразующих элементов и ионов SO_4^{2-} , в отдельных случаях — определения pH

и элементов-спутников. Эти определения сопровождаются общим химическим анализом в количестве точек, достаточном для выяснения состава погребенных пород, тектонических зон и составления гидрохимических карт, а также полуколичественным спектральным анализом сухих остатков воды и илов.

Отбор проб воды производится как из имеющихся водоисточников, так и из горных выработок и скважин. Количество точек должно обеспечить достаточную детальность изучения грунтовых вод (первого от поверхности водоносного горизонта) и если ореол располагается в более глубоком водоносном горизонте, то и этого водоносного горизонта.

Вслед за детальной металлометрической съемкой и гидрохимическим опробованием целесообразна постановка геофизических работ для определения глубины рыхлых отложений или для выявления благоприятных к оруденению глубинных структур и для фиксации глубинных залежей.

Разведочные партии обязаны завершать геохимические и гидрохимические исследования вскрытием выявленных признаков полезного ископаемого (аномалий, рудных ореолов), непосредственно вслед за их обнаружением, горными работами и бурением скважин с опробованием руд в коренном залегании.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ И ПОИСКОВОЕ БУРЕНИЕ

При геологическом картировании широко применяются искусственные обнажения, т. е. горные выработки и мелкое бурение.

Искусственные обнажения применяются при детальном картировании площадей, закрытых наносами, для вскрытия, прослеживания и оконтуривания рудных тел с поверхности. С их помощью производится геологическое изучение поверхности месторождения, картирование и опробование рудных тел и вмещающих пород.

До производства основного количества искусственных обнажений, объем которых для некоторых рудных полей определяется десятками и даже сотнями тысяч кубометров, необходимо с максимальной тщательностью обследовать всю поверхность рудного поля. Кроме изучения коренных обнажений, следует нанести на карту высыпки горных пород и кусков руды в делювиальном покрове, что может оказать большую помощь при рациональном размещении искусственных обнажений. Только после использования всех поверхностных материалов, можно проводить искусственные обнажения.

Снятие наносов для вскрытия коренных пород и выходов полезных ископаемых, их изучение и опробование осуществляются с помощью разведочных выработок: расчисток, закопшек, канав, щуповых скважин, шурфов, дудок, буровых скважин, небольших штолен и шахт. Применение того или иного вида выработок за-

висит от рельефа исследуемого района, глубины наносов, водоносности, устойчивости пород и т. д.

При мощности наносов, не превышающей 1 м, для вскрытия коренных пород могут быть применены расчистки, закопушки, канавы; при мощности наносов от 1 до 3 м — канавы, дудки, и неглубокие шурфы; при мощности наносов до 15—20 м — дудки, шурфы и мелкие скважины; при мощности наносов свыше 20 м — буровые скважины, небольшие штольни и шахты.

При большой водоносности пород закопушки, расчистки, канавы могут быть заменены бурением шуповых скважин, применяемых главным образом в мягких и рыхлых породах. Необходимо, однако, учитывать, что наличие крупных валунов затрудняет бурение скважин, в связи с чем на участках с валунами целесообразно проходить шурфы или дудки.

При сильно расчлененном рельефе вскрытие рудных тел целесообразно проводить штольневыми выработками.

После установления основных структур рудного поля и создания рабочей гипотезы, объясняющей закономерности распределения рудных тел, искусственные обнажения поверхности должны быть расположены не по геометрической сети, а по сети, обоснованной геологическими построениями, но по возможности равномерно в местах будущих разведочных разрезов.

Магистральные канавы располагают вкрест преобладающего простирания выявленных рудных тел. Эти канавы являются наиболее эффективным средством изучения поверхности. Длина их зависит от размеров месторождения, т. е. определяется площадью возможного распространения рудных тел и может быть очень значительной, до сотен метров и первых километров. Расстояния между соседними магистральными канавами рассчитываются так, чтобы рудные тела малой протяженности, но имеющие промышленное значение, пересекались этими канавами. Обычно магистральные канавы закладываются не чаще чем через 50—100 м и редко реже чем через 300—400 м.

Все канавы должны быть пройдены до коренных пород. В местах пересечения рудных тел канавами последние должны быть углублены для обнажения более свежих участков рудного тела и их опробования. В этих же местах из магистральных канав задаются расчистки по простиранию рудного тела для уточнения элементов его залегания и дополнительного опробования.

При необходимости проведения большого объема искусственных обнажений и в особенности протяженных магистральных канав, когда объемы этих работ определяются многими десятками и даже сотнями тысяч кубометров, всюду, где это возможно по условиям рельефа и характеру наносов, рекомендуется механизация канавных работ с применением специальных канавопателей или экскаваторов.

Для небольших участков рудных полей с особо сложным геологическим строением, расположенных на крутых склонах гор и покрытых наносами мощностью до 1 м, можно вместо нерацио-

нального сгущения сети канав полностью обнажить участок от делювиального покрова. Если при этом вблизи имеется водоток, надо его использовать и смыть делювиальный покров, направляя на него воду по трубам или системам небольших канав. В благоприятных условиях можно использовать дождевые и ливневые воды.

При значительной мощности наносов, превышающих 2—3 м, разведка поверхности рудного поля осуществляется дудками и шурфами, что значительно сложнее и в каждом случае требует особого подхода.

У всех искусственных обнажений на местности должен быть установлен какой-либо знак, лучше всего столб с надписью номера выработки. Для протяженных канав, в особенности магистральных, на местности устанавливается исходная точка, от которой проводятся все измерения расстояний.

Все без исключения канавы, шурфы и расчистки должны быть геологически задокументированы, даже в том случае, если они не вскрыли рудных тел или не добыты до коренных пород.

При пересечении поперечными канавами интересных рудных участков в местах пересечения на борту канавы выставляют знаки, хорошо видимые на местности для интерполяции рудного тела по соседним канавам.

Все поверхностные расчистки, канавы и шурфы инструментально наносятся на топографическую основу масштаба от 1 : 5000 и крупнее; инструментально же должны быть нанесены места пересечения канавами рудных тел и важных геологических границ и линий.

Разведка рудных тел канавами и шурфами при большой мощности наносов практически невозможна; в этих случаях рекомендуется проведение неглубокого бурения.

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Гидрогеологические исследования при разведочных работах проводятся с целью изыскания источников водоснабжения, оценки степени обводненности месторождения и устойчивости пород кровли и почвы полезного ископаемого.

Если месторождение сильно обводнено, то как правило, проводятся детальные гидрогеологические исследования, в результате которых должны быть получены материалы для заключения о рентабельности промышленного освоения месторождения по гидрогеологическим условиям при разработке проекта эксплуатации. Указанные гидрогеологические исследования проводятся на всех этапах разведочных работ и результаты их излагаются в отчетах. Это не относится к специальным гидрогеологическим исследованиям, проводящимся для разных целей отдельно от

разведочных работ по особым инструкциям, разрабатываемым ВСЕГИНГЕО.

Основные требования к гидрогеологическим исследованиям предъявляются в зависимости от степени детальности разведочных работ.

При поисковых работах гидрогеологическая характеристика дается лишь в виде общей схемы для всего района разведки.

В отчете должны быть приведены сведения об условиях строительства промышленного предприятия. Эти сведения даются на основе: 1) сбора, обработки и обобщения имеющегося гидрогеологического, геологического и другого литературного и фондового материала по району разведки; б) гидрогеологических маршрутных исследований района и обследования действующего в районе рудника с приблизительно аналогичными геологическими условиями; в) простейших гидрогеологических наблюдений по возможности во всех горных выработках и на 20—30% в скважинах (замеры глубины установившегося уровня вскрытых подземных вод, интенсивность поглощения промывочной жидкости при бурении скважин, литологический характер проходных пород и т. д.).

При предварительной разведке общая и окончательная оценка гидрогеологических условий дается лишь для мелких (гнездового типа) месторождений.

В состав гидрогеологических исследований входят: а) комплексная гидрогеологическая съемка района месторождений в масштабе 1 : 50 000 или 1 : 25 000, проводимая по специальной инструкции; б) простейшие гидрогеологические наблюдения в разведочных выработках и скважинах (определение истинного статического уровня подземных вод, наблюдение за поглощением промывки, пробный налив и т. д., в) предварительное опробование основных водоносных горизонтов методом кратковременных откачек из шурфов, колодцев, горных выработок или же специальных одиночных гидрогеологических скважин (в зависимости от возможностей); г) предварительные стационарные наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод; д) обследование гидрогеологических условий в районе действующего рудника с аналогичными геологическими условиями; е) лабораторные работы по определению химического состава подземных и поверхностных вод и по определению физико-механических свойств песчаных водоносных грунтов на территории месторождения, а также поверхностных грунтов на намечаемых для строительства участках.

Собранный материал излагается отдельной главой в отчете о разведке и сопровождается гидрогеологической картой района месторождения в масштабах 1 : 50 000 или 1 : 25 000, геологическими разрезами с гидрогеологическими данными (уровни вод, водоносных горизонтов и т. д.), таблицами химических анализов

подземных и поверхностных вод, физико-механических свойств грунтов и т. д.

При детальной разведке месторождения производятся следующие работы:

1. Детальная гидрогеологическая съемка участка месторождения, шахты или рудника в масштабе 1 : 5000. В процессе съемки выявляются факторы, затрудняющие или облегчающие инфильтрацию поверхностных и атмосферных вод, сбрасываемых вод рудничного водоотлива, вод из затопленных старых горных выработок и др.

2. Опытные откачки из одиночных гидрогеологических скважин с тремя понижениями.

В благоприятных случаях для характеристики водообильности водоносного горизонта могут быть использованы данные опытных работ и наблюдений при проходке новых шахт, уклонов и штолен, а также наблюдения за шахтным водоотливом и водопоявлениями в горных выработках.

3. Замеры глубины установившихся уровней воды в перерывах бурения и по окончании проходки разведочной выработки.

4. Наблюдения: за интенсивностью поглощения промывных вод в проходимых скважинах, за интенсивностью поглощения искусственно наливаемой воды в некоторые законченные проходкой разведочные выработки, за глубиной появления воды в разведочных выработках в процессе их проходки, за процессом ликвидации разведочных скважин, за тампонажем скважин.

5. Наблюдения при проходке новых шахт и штолен для выяснения водоносности проходимых пород, их водообилия, замера водопритокков, установления химизма воды и изучения литологического состава и механического строения вскрываемых пород.

6. Наблюдения в подземных выработках действующих шахт за величиной рудничного водоотлива, его изменением во времени и в зависимости от сезонных климатических факторов в связи с ростом фронта горных выработок, их глубины, при этом устанавливается также химический состав рудничных вод, характер проявления подземных вод в горных выработках в связи с трещиноватостью, тектоникой, литологическим составом рудовмещающих пород и рудного тела, глубиной горизонта горных работ.

7. Изучение физико-геологических и физико-географических явлений на территории месторождения (строение рельефа и микрорельефа, строение гидрографической сети, явления вечной мерзлоты, карстовые явления, характер тектоники, трещиноватости пород и т. д.) наличие плывунов, значительная заболоченность.

Результаты гидрогеологических исследований излагаются в главе общего отчета о разведочных работах с приложением: а) гидрогеологической карты в масштабе 1 : 5000, на которую наносятся границы и пункты «облегченной» инфильтрации, а также участки «затрудненной» инфильтрации для поверхностных

вод, заболоченность, карстовые участки, б) геологических разрезов по характерным направлениям в количестве и масштабе, необходимом для понимания геологических и гидрогеологических условий с нанесением на них уровней и величин напора основных водоносных горизонтов, нижней границы вечной мерзлоты и основных таликов; в) графического материала для иллюстрации режима подземных и поверхностных вод, рудничного водоотлива, откачек, режима источников; г) схем и планов горных выработок с нанесением на них данных по гидрогеологическим наблюдениям; д) разрезов шахт, уклонов и штолен, характерных разведочных выработок и скважин с нанесением различных гидрогеологических данных; е) таблиц и материалов по документации проведенных работ.

В гидрогеологической главе общего отчета о детальной разведке месторождения должно быть дано заключение: а) об основных направлениях подземных водотоков и о возможных притоках воды на тех или иных горизонтах рудного тела, вскрываемого подземными выработками или карьером; б) о возможных источниках водоснабжения.

При решении этого вопроса следует в первую очередь учитывать потребность в воде обогатительной фабрики. Обычные процессы обогащения (флотация и гравитация) требуют значительных количеств воды. Для ориентировочных расчетов можно принимать, что на каждую 1 т добываемой и перерабатываемой руды нужно израсходовать примерно 5 т воды, для технологического процесса и для питьевых и хозяйственных нужд. Рудник, добывающий и перерабатывающий 1000 т руды в сутки, должен иметь надежный источник водоснабжения с расходом воды не менее 5000 м³ в сутки, т. е. порядка 50—60 л в 1 сек.

Инженерно-геологические исследования проводятся при детальной разведке месторождений в тех случаях, когда необходимо изучить и оценить: условия вскрытия полезного ископаемого и ведение горных работ на глубоких горизонтах; технические условия проходки подземных и открытых горных выработок; рациональное размещение участков для строительства рудничных поселков и зданий, дорог, определение возможных изменений природных условий в результате эксплуатационных работ и т. п.

Основной задачей при проведении инженерно-геологических работ является изучение: физико-географических условий района; литологических особенностей горных пород; условий залегания пород и характера их трещиноватости; физико-механических свойств пород; выявленных запасов естественных строительных материалов на участках, близких к месторождению.

На месторождениях, располагающихся в пределах дислоцированных и метаморфизованных осадочных и вулканогенных толщ горно-складчатых областей, особенно внимательно нужно изучать чередование горных пород различной механической

прочности и способность их менять свои свойства при выветривании. В этих условиях часто наблюдаются карстовые явления, а также имеется возможность для возникновения горных оползней, лавин и т. п.

На месторождениях, приуроченных к неметаморфизованным осадочным отложениям платформ и равнин, необходимо обратить внимание на изучение изменений механических свойств горных пород при осушении участков, а также на оценку устойчивости бортов карьеров. Здесь должны быть собраны материалы, характеризующие: растворимость пород, их размываемость водой, характер плывунов и другие факторы, важные для общей оценки горно-геологических условий.

В районах, подверженных сейсмическим явлениям (землетрясениям свыше шести баллов), при инженерно-геологических исследованиях особо должны быть исследованы основные тектонические трещины участка в районе расположения горных работ или строительства жилых и промышленных сооружений. Необходимо иметь в виду, что районирование территории СССР проведено по данным крупных районных сейсмических станций, а для районов с наличием молодых тектонических трещин сейсмичность может быть исключительно местной, не улавливаемой районными станциями. При расположении крупных промышленных сооружений на участках с региональными тектоническими трещинами, имеющими следы недавних движений, необходимо проведение особых исследований.

Специальные инженерно-геологические работы должны быть проведены для районов с распространением вечной мерзлоты.

Результаты инженерно-геологических наблюдений излагаются в специальной главе общего отчета о разведочных работах, к которой прилагаются: карта фактического материала, геолого-литологическая карта с проявлениями водоносности, тектоническая схема, инженерно-геологическая карта. Помимо графического материала, даются таблицы определений физико-механических свойств пород месторождения, а также химических и температурных исследований.

ГРУППИРОВКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА ПО УСЛОВИЯМ РАЗВЕДКИ

Группировка месторождений меди, свинца и цинка по условиям разведки опирается, с одной стороны, на «Положение о порядке передачи разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения» (1953), в котором все месторождения, в зависимости от сложности их освоения, разбиты на 4 группы; с другой, на структурно-морфологические особенности месторождений того или иного металла.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДИ

Группа «а» — месторождения, представленные крупными рудными телами простой формы (пластообразные, штокообразные залежи) с равномерным распределением полезных компонентов.

К данной группе относятся пластовые, горизонтальные и слабо наклонные рудные залежи вкрапленных сульфидных руд в сланцево-песчаниковых толщах, характеризующиеся крупными размерами, выдержанной мощностью и равномерным распределением меди. В качестве попутных компонентов в медистых песчаниках могут присутствовать свинец и цинк, распределение которых менее равномерно, чем меди, а также золото, серебро и т. п. Руды обычно образуют согласно залегающие залежи и отличаются постепенным переходом богатых в бедные вкрапленные руды.

К наиболее типичным представителям этой группы месторождений относятся медистые песчаники Жезказгана, концентрирующие крупные запасы меди. Медное оруденение является многоярусным и приурочено к пластам и прослоям среднезернистых зеленовато-серых кварцевых песчаников с карбонатным цементом.

К группе «а» относятся крупные штокверки со сравнительно равномерным прожилково-вкрапленным оруденением (Коунрад и др.), а также крупные пластообразные залежи вкрапленных сульфидных медно-никелевых руд в интрузивных породах основного состава (норильский тип). Рудные тела характеризуются большими размерами, простой формой и равномерным распределением металлов. Минералогический состав руд также несложен (пирит, пирротин, халькопирит, пентландит).

Группа «б» — месторождения, представленные рудными телами значительной мощности и протяженности (залежи) с относительно равномерным распределением полезных компонентов.

К данной группе относятся месторождения штокверкового типа, осложненные наличием в их составе безрудных даек и обладающие более неравномерным распределением компонентов. Сюда же можно отнести морфологически более сложные пластовые месторождения типа медистых песчаников с изменчивыми элементами залегания, а также рудные залежи с примесью свинцово-цинкового оруденения.

К этой группе относятся некоторые крупные горизонтально залегающие донные висячие залежи вкрапленных сульфидных медно-никелевых руд, некоторые крупные линзообразные и жиллообразные залежи медноколчеданных руд (Рио Тинто, Дегтарка и др.).

Сюда же могут быть отнесены некоторые медно-железо-ванадиевые месторождения, представляющие собой оруденелые уча-

стки габбровых пород, несущих вкрапленность борнита, халькопирита и ванадийсодержащего титаномагнетита.

Группа «в» — месторождения, представленные сложными по форме рудными телами (линзы и жилы) с невыдержанной мощностью как по падению, так и по простиранию и неравномерным содержанием полезных компонентов.

К этой группе относятся линзообразные и пластообразные залежи сульфидных руд типа уральских колчеданных, алтайских полиметаллических и других месторождений, приуроченных к вулканогенным толщам, а также рудные зоны с прожилково-вкрапленным оруденением и изменчивым распределением компонентов (Кафан, Дастакерт и др.). Из магматогенных месторождений сюда попадают краевые и отжатые залежи, жилы сульфидных медно-никелевых руд. Кроме того, в эту группу следует поместить небольшие по запасам месторождения с сульфидными жилами, и рудные зоны с прерывистым вкрапленным оруденением (Зангезур, Лазурское месторождение и др.).

Группа «г» — месторождения, представленные исключительно сложными и невыдержанными рудными телами (прожилками, трубчатыми телами, мелкими гнездами) с спорадической вкрапленностью.

К этой группе относится большинство скарновых медных месторождений, представленных разнообразными, обычно неправильными по форме, залежами сплошных и вкрапленных руд, содержание металла — неравномерное, размеры рудных тел в большинстве случаев невелики. Сюда же относятся мелкие сульфидные жилы, а также шпирсы и линзы сплошных медно-никелевых сульфидов магматического происхождения.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СВИНЦА И ЦИНКА

Группа «а» — месторождения, представленные крупными рудными телами простой формы (пластообразные, штокообразные залежи) с равномерным распределением полезных компонентов. К группе «а» могут быть отнесены крупные свинцово-цинковые месторождения пластообразной формы, залегающие среди известняков, доломитов и других пород, занимающих значительные площади и характеризующиеся выдержанной мощностью рудных тел и равномерным содержанием полезных компонентов (Миргалымсай).

Группа «б» — месторождения, представленные рудными телами значительной мощности и протяженности (линзообразные залежи) с относительно равномерным распределением полезных компонентов.

К группе «б» могут быть отнесены свинцово-цинковые месторождения, представленные крупными линзообразными телами, приуроченными к пластовым структурам в эффузивно-осадочных породах типа Сокольного, Зыряновского, Золотушинского, а так-

же месторождения, представленные мощными и протяженными зонами оруденения в эффузивных и осадочных породах, типа Карагайлинского и Текелейского. Руды группы «б» преимущественно вкрапленные с относительно равномерным содержанием полезных компонентов.

Группа «в» — месторождения, представленные сложными по форме рудными телами (линзы, жилы), невыдержанными по мощности как по падению, так и по простиранию; содержание полезных компонентов неравномерное. К группе «в» относится большая часть метасоматических месторождений в известняках, представленных обычно невыдержанными по мощности рудными телами сложной формы с неравномерным содержанием свинца и цинка, а также скарновые и протяженные жильные месторождения, например метасоматические месторождения типа Кансая, Дарбазы, скарновые месторождения типа Алтын-Топкана и жильные месторождения типа Садона, Згида.

Группа «г» — месторождения, представленные исключительно сложными и невыдержанными рудными телами (прожилками, трубчатыми телами, мелкими гнездами) с спорадической вкрапленностью, а также мелкие месторождения жильного типа.

К группе «г» относятся свинцово-цинковые месторождения, представленные рудными телами исключительно сложной формы и незначительных размеров — мелкие метасоматические рудные тела и гнезда Кансайской группы, наиболее сложные месторождения среди известняков в Нерчинском рудном районе.

РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА НА ГЛУБИНУ

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ

В результате предварительных разведочных работ на поверхности месторождения в распоряжении геолога-разведчика имеется детальная геологическая карта и ряд обнаруженных естественных или вскрытых при помощи искусственных обнажений выходов рудных тел. На основе этих данных составляется перспективная оценка месторождения, имеющая целью: оценить возможные его масштабы; определить дальнейшее направление разведочных работ, характер и объем последующей разведки.

Перспективная оценка рудных тел только по их поверхностным выходам и первым искусственным обнажениям периода поисковых работ является одной из наиболее сложных задач геолога. На основе незначительного количества фактических материалов необходимо дать правильную оценку перспектив обнаруженного рудного тела, и метод аналогии на этом этапе разведки и оценки месторождения является преобладающим.

Оценка по единичным вскрытым поверхностным выходам рудных тел может быть очень обманчивой, и потому даже при

отрицательной перспективной оценке генетического типа нового рудного тела продолжение поисковых работ в его окрестностях и расчистки известных выходов являются обязательными. Они могут обнаружить в ближайших окрестностях или на глубинах иные типы оруденения, более благонадежные в части возможной промышленной концентрации в них цветных металлов.

Для месторождений цветных металлов особое значение приобретает правильная оценка выходов рудных тел на поверхность. Большинство месторождений рассматриваемого типа представлено сульфидными минералами. Последние на поверхности в пределах зоны просачивания и вблизи от нее легко окисляются; часть из них растворяется и мигрирует.

Вследствие интенсивного развития процессов окисления и супергенной миграции металлов большинство рудных тел месторождений цветных металлов на выходах интенсивно изменено с развитием зоны окисления и подзоны выщелачивания, а ниже, вблизи уровня грунтовых вод, — с проявлением процессов вторичного обогащения.

Задачами оценки выходов рудных тел месторождений цветных металлов являются: определение величины зоны окисления и ее промышленного значения; развитие на глубине зоны вторичного сульфидного обогащения; минералогический состав первичных руд и оценка их промышленного значения по данным зоны окисления.

При оценке выходов следует тщательно изучать: минералогический состав рудных выходов (супергенные ассоциации и остаточные первичные минералы); данные опробования выходов и металлометрической съемки месторождения; текстуры и структуры окисленных руд, в частности текстуры лимонитов; химический состав различных подземных вод. Кроме этих прямых критериев оценки выходов, большое значение имеют общегеологические факторы: геоморфология района, в частности характер и история развития рельефа; общая глубина эрозионного среза и длительность существования выходов рудных тел; палеоклиматологические данные; общие структурные данные; проявления послерудных тектонических движений; литология вмещающих пород; тип месторождения и т. д.

Только совместное изучение общегеологических данных и самих выходов и комплексный анализ всех материалов на базе современных генетических представлений позволит правильно интерпретировать и производить их оценку.

Первичные минералы меди, представленные простыми сульфидами, быстро окисляются на поверхности и приобретают способность к миграции. На окончательный облик выходов медных руд большое влияние оказывают: количество пирита, содержащееся в первичных рудах, подвергшихся окислению, и наличие или отсутствие карбонатов в руде и вмещающих породах. Развитие в рудных выходах значительного количества гипергенных

медных минералов свидетельствует о малой миграции меди. Развитие зон выщелачивания с характерными текстурами лимонитов, наоборот, говорит о большой миграции меди и возможности появления на глубине зоны вторичного сульфидного обогащения.

Для оценки выходов медных руд большое значение имеет генетический тип месторождений, который обычно легко устанавливается в стадию поисково-разведочных работ.

При оценке выходов медных месторождений обычно всегда можно оценить самую зону окисления. Оценка характера и масштаба первичного оруденения возможна не во всех случаях. Эта задача иногда разрешается для штокверковых и скарновых месторождений, для жильных рудных тел, для месторождений медистых песчаников, для медно-никелевых месторождений. Оценка первичного оруденения для месторождений колчеданного типа затруднительна.

Первичные минералы месторождений свинца и цинка, представленные простыми сульфидами, на поверхности быстро окисляются. Но гипергенная миграционная способность свинца и цинка различна. Большая часть свинца остается на месте и не перемещается. Сульфат же цинка растворяется и уходит вглубь или в стороны. Поэтому иногда появляется специфическая задача при оценке выходов полиметаллических руд: определение направления поисковых работ для обнаружения самостоятельных тел смитсонитовых, монгеймитовых и, вообще, так называемых «галмейных» руд.

При оценке выходов свинцово-цинковых руд представляется возможным разрешить все задачи, перечисленные выше, но нередко лишь в общем виде. Конкретизации оценки собственно выходов очень помогает географическое положение месторождений. Так, например, большое количество полиметаллических месторождений Казахстана и Средней Азии обладает глубокими зонами окисления, созданными при неоднократном наложении разновременных кор выветривания. Для оценки первичного оруденения значение имеют не только выходы, но и знание общей геологии, структуры и металлогении района или области.

Ближайшими задачами предварительной разведки являются: а) вскрытие и прослеживание всех выходов рудных тел на поверхности месторождения; б) оконтуривание рудных тел в плане; в) прослеживание их на глубину небольшим количеством разведочных выработок; г) изучение первичных ореолов рассеяния и поиски слепых рудных тел, не выходящих на поверхность; д) изучение геологии глубинных участков месторождения путем заложения структурных скважин и использования имеющихся разведочных выработок. На базе этих данных корректируется геологическая карта поверхности месторождения.

В период производства предварительной разведки превалирующее значение имеют поверхностные разведочные выработки. Поэтому к моменту развертывания детальной разведки поверх-

ность месторождения может (и должна быть) подробно изучена на всех его участках. Во время предварительной разведки особенно важно определить границы оруденения не только в плане, но и на глубину, большую помощь при этом может оказать правильная расшифровка структуры рудного поля.

Больше внимания надо уделять выявлению рудных тел по простиранию канавами и траншеями.

Техническая вооруженность геолого-разведочных партий в период предварительной разведки обычно очень слабая, так как еще не известна промышленная ценность месторождения и рискованно затрачивать на его разведку крупные суммы. В связи с этим при предварительной разведке особенно важно правильно выбрать места заложения для проходки первых буровых скважин и первых горных выработок. Скважины необходимо закладывать для подсечения наиболее перспективных участков, чтобы быстро получить первые благоприятные данные для промышленной оценки месторождения и с меньшим риском затрачивать в дальнейшем средства на разведку менее перспективных участков.

Необходимость заложения глубоких горных выработок при предварительной разведке месторождений цветных металлов возникает лишь в отдельных частных случаях. Как правило, производство предварительной разведки для рассматриваемых объектов осуществляется в основном бурением и поверхностными горными выработками.

На основании материалов, собранных при предварительной разведке, составляется предварительная промышленная оценка месторождения, которая, в отличие от перспективной оценки, должна быть значительно более конкретной, с выражением оценки запасов в тоннаже руды и металлов, с характеристикой форм и размеров рудных тел и с оценкой возможности применения открытого или подземного способа отработки месторождения. Предварительная промышленная оценка месторождения служит обоснованием: для составления плановых заданий эксплуатации; для проектирования детальной разведки. Затраты на последнюю нередко оцениваются десятками миллионов рублей, требуется дорожное строительство, строительство жилья, ремонтно-механической мастерской и других сооружений.

При предварительной промышленной оценке необходимо учитывать основные технологические данные по обогатимости руд и ориентировочные технико-экономические расчеты, позволяющие судить о рациональности и возможности проектирования больших объемов работ по детальной разведке.

В большинстве случаев после проведения предварительной разведки, т. е. после детального исследования поверхностных выходов и наличия фактических материалов по первым буровым скважинам и немногочисленным горно-разведочным выработкам,

вскрывающим глубины месторождения, можно дать правильную промышленную оценку месторождения.

Проектирование дальнейших работ по детальной разведке возможно только при условии благоприятной промышленной оценки поверхностных выходов рудных тел.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ДЕТАЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ

Основные задачи детальной разведки:

1. Продолжение изучения геологических структур рудного поля.

2. Разведка глубин всех выявленных рудных тел вероятного промышленного значения.

3. Установление средних содержаний полезных компонентов в руде, изучение распределения естественных типов и сортов руд в пределах рудных тел.

4. Изучение технологических свойств руд и горно-геологических (в том числе и гидрогеологических) условий эксплуатации.

5. Горно-геолого-экономическая оценка месторождения.

6. Подсчет запасов руды и металлов по отдельным рудным телам, сортам руд и по месторождению в целом и представление этого подсчета на утверждение в Государственную комиссию по запасам (ГКЗ).

На основе промышленной оценки и подсчета запасов месторождения по результатам детальной разведки составляется проект строительства горно-обогатительного предприятия с затратами в сотни миллионов рублей; поэтому промышленная оценка месторождения должна обосновываться большим количеством фактического материала, проверяться и утверждаться Государственной комиссией по запасам (ГКЗ).

В процессе детальной разведки, кроме продолжения поисковых работ и изучения поверхности месторождения, проводятся детальные горные и буровые работы на всех рудных телах месторождения, изучается минералогический и химический состав различных типов и сортов руд, уточняется содержание полезных и вредных компонентов в руде, определяются технологические сорта руд, уточняются объемные веса, влажность руд и устанавливаются горно-геологические условия эксплуатации.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ, СВИНЦА И ЦИНКА

При разведке месторождений меди, свинца и цинка необходимо выполнять ряд требований во всех случаях, безотносительно к типу месторождений.

В стадии предварительной и детальной разведки при оконтуривании рудных тел необходимо выделять так называемые приконтурные выработки, без которых оконтуривание становится затруднительным, или даже невозможным. Приконтурные

выработки могут быть пустыми или пересекать некондиционные руды.

Количество приконтурных выработок в стадии предварительной разведки совпадает с количеством выработок, помещающихся на линии внутреннего контура рудного тела. В стадии детальной разведки это соотношение может быть изменено путем уменьшения количества приконтурных выработок, надобность в которых отпадает в участках спокойного и выдержанного поведения контура и остается только в участках со сложными очертаниями контура.

Если промышленное рудное тело окружено некондиционным оруденением, то, кроме приконтурных разведочных выработок, необходимо заложить минимальное количество выработок в участках неоруденелых, с тем чтобы в самых грубых чертах оконтурить непромышленные забалансовые руды. Это особенно важно для месторождений, в которых границы промышленных контуров проводятся условно на основании принятых кондиций, зависящих от экономики и требований в текущий период, и имеющих для цветных металлов тенденцию к снижению.

В стадии детальных разведочных работ на крупных месторождениях обычно уже выясняются масштабы горно-обогатительного предприятия, которое может быть построено на разведываемой сырьевой базе. Для него определяют наиболее удобные участки размещения промышленных сооружений, жилых поселков и отвалов пустых пород. Для обоснования возможности размещения строений и отвалов на намечаемых участках следует пройти необходимое количество гарантийных буровых скважин для документального доказательства отсутствия промышленного оруденения под этими участками. Осуществление строительства на неразведанных участках, на которых возможно залегание рудных тел на глубинах, часто приводит к большим производственным потерям руд в охранных целиках, или к необходимости переноса дорогостоящих сооружений в другие места.

При проектировании наклонных разведочных скважин необходимо учитывать, чтобы угол встречи с рудным телом был не меньше 30° во избежание «соскольздания» скважины по висячему боку оруденения. Необходимо, кроме того, учитывать допустимые нормы азимутального и зенитного искривлений. При проектировании глубоких вертикальных скважин рекомендуется придавать им небольшой уклон в сторону падения рудного тела.

При предварительной и детальной разведках все скважины должны в одних случаях полностью пересекать промышленное оруденение, в других полностью достигать проектной глубины разведки. Несоблюдение этого правила расценивается как брак в разведке.

Необходимо, чтобы определенное количество скважин полностью пересекало не только промышленное оруденение, но и

ореол непромышленной минерализации и скважины останавливались в пустых породах, не несущих оруденения.

Если ореол непромышленного оруденения расположен слишком глубоко, необходимо запроектировать 1—2 глубокие скважины для выяснения нижних пределов минерализации.

При проектировании горно-разведочных выработок необходимо располагать их не только с учетом задач разведки, но и с учетом использования их для целей эксплуатации в будущем в качестве основных или вспомогательных (для вентиляции, лесоспуска, доставки закладки, запасных выходов и других целей).

Заложение горно-разведочных выработок исключительно для целей разведки допускается только для определенных типов месторождений, разведка которых бурением нецелесообразна и для которых горно-разведочные выработки являются главным средством разведки. Но и в этом случае часть горных выработок должна удовлетворять целям эксплуатации.

Сечения подходных штолен длиной в несколько сот метров, в особенности штолен, из которых в последующем предполагается развить сеть горно-разведочных выработок по простиранию и вкрест простирания нескольких рудных жил, должны быть не менее 5,2—6,5 м².

Такие относительно большие сечения горно-разведочных выработок необходимы, во-первых, для скоростной проходки протяженных выработок, при которой обязательно применение погружных машин, во-вторых, для откатки руды из забоя электровозами и возможного размещения в сечении штольни воздухопровода, вентиляционной трубы и водоотливной канавы, а также для составления безопасного прохода между бортами откаточных вагонов и креплением выработок.

Простота и дешевизна проходки горно-разведочных выработок малого сечения (например, наиболее распространенных разведочных выработок сечением в 3,6 м² для протяженных выработок) почти всегда является кажущейся. В последующем такие выработки нередко приходится расширять, что приводит к задержке разведочных работ, их удорожанию и невозможности использования для целей подготовки месторождения к эксплуатации.

Сечения протяженных горно-разведочных выработок в 3,6 м² допускаются только в этапе предварительной разведки, когда еще неясно промышленное значение разведываемого объекта.

Сечения прочих выработок, не имеющих коммуникационного значения, при длине выработок до 100—200 м принимаются в 3,6 м², а сечения небольших рассечек длиной до 50 м устанавливаются минимальными в 2,7 м² в свету и соответственно большими при необходимости крепления.

Уклоны горно-разведочных работ в период детальной разведки должны быть строго выдержанными, в особенности для подходных выработок и коммуникационных штреков и штолен,

для которых уклоны не должны превышать 0,005, т. е. 5 м на 1000 м длины штольни, с тем чтобы по этой выработке можно было организовать электровозную откатку.

Уклоны прочих выработок могут быть приняты более крутыми, но не свыше 0,01 для облегчения откатки породы вручную, в вагонетках.

Более крутые уклоны для откатки пород тачками, как правило, в период детальной разведки не допускаются и могут быть допущены в крайнем случае только в период предварительной разведки.

Детальная разведка медных месторождений

Детальность разведки медных месторождений может быть различной. Чем крупнее месторождение, тем больше требуется капиталовложений на строительство горно-обогательного предприятия и, следовательно, тем более детальные геолого-разведочные данные требуются при составлении проекта эксплуатации. Поэтому более крупные месторождения должны разведываться с большей степенью детальности, в сравнении с месторождениями малых размеров.

В соответствии с изложенным в данной работе более подробно освещаются приемы и методы детальной разведки ведущих промышленных типов. Мелким месторождениям уделено меньшее внимание.

Разведка штокерковых месторождений меди

Разведка штокерковых месторождений меди проводится в основном буровыми скважинами с подсобным или контрольным значением горно-разведочных выработок.

Наиболее распространен метод колонкового бурения с получением керна, который является основным документом для опробования, установления геологических контактов и промышленных контуров рудных тел. Диаметр и глубины скважин выбираются в зависимости от ожидаемой глубины оруденения, а по проектной глубине скважин выбираются типы буровых станков: ЗИВ-75 или ЗИВ-150 при небольших глубинах, ЗИФ-300, КА-2М-300¹ и КАМ-500 при средних глубинах и в случае глубокого залегания рудных тел выбираются станки ЗИФ-650А, ЗИФ-1200А, БС-1200 с возможной глубиной бурения свыше 1000 м.

В породах мягких и средней крепости, ниже кат. VII, бурение производится коронками, армированными твердыми сплавами. В более крепких породах бурение производится дробью, причем рекомендуется применение стальной дробы, производительность при которой значительно возрастает. В случаях аварийной

¹ Станок КА-2М-300 в настоящее время не выпускается и рекомендуется в случае отсутствия станков новых конструкций.

потери диаметра скважины и необходимости ее добуривания можно по специальному разрешению применять алмазы. При возможности широкого внедрения алмазного бурения в СССР вопрос о применении дробы может быть пересмотрен.

Достоинством колонкового бурения является возможность изучить по керну весь состав пробуриваемых толщ. Недостатком является иногда малая представительность проб вследствие избирательного истирания рудных прожилков и трудностей, возникающих при опробовании бурового шлама и мути.

При разведке штокерков необходимо добиваться максимально высокого выхода керна и одновременно следить и фиксировать явления его избирательного истирания.

Наряду с колонковым бурением для разведки штокерковых месторождений меди необходимо применять канатно-ударное бурение. Главным его достоинством, кроме высокой производительности до глубины 200 м, является высокая представительность проб, вследствие большого диаметра скважин и возможности полного извлечения из забоя всего измельченного рудного материала. Но геологическая документация скважин ударно-канатного бурения по буровому шламу значительно сложнее и менее точна, чем по керну колонкового бурения.

Вследствие того что колонковое и канатно-ударное бурение взаимно дополняют друг друга, рекомендуется применять их совместно. При этом начальная, более редкая сеть глубоких, полностью пересекающих рудное тело, скважин осуществляется при помощи колонкового бурения. Дальнейшее сгущение сети производится при помощи скважин канатно-ударного бурения глубиной до 200—250 м.

Для разведки запасов штокерковых месторождений до кат. С₁, буровые скважины располагают примерно через 100—150 м, в зависимости от сложности формы рудного тела, его общих размеров и равномерности распределения содержания полезных компонентов. Для перевода запасов в кат. В сеть буровых скважин сгущается, и интервалы между скважинами принимаются порядка 60—80 м. Для дальнейшего перевода запасов в кат. А₂ сеть буровых скважин дополнительно сгущается, и минимальные интервалы между скважинами устанавливаются в пределах 30—40 м. Для отнесения запасов к кат. А₂, уточнения содержания металлов в руде, более точного определения зоны окисления и контактов различных вмещающих горных пород и сортов руд, для целей технологического опробования, кроме густой сети буровых скважин, необходимо пройти небольшое количество контрольных горных выработок: штолен, штреков или квершлагов при благоприятном рельефе, или вертикальных шурфов и шахт.

При осуществлении разведки штокерковых месторождений буровыми скважинами последние располагаются по геометрической сети для рудных тел изометрической формы. При линейной или площадной вытянутости рудного тела буровые скважины

располагаются по разведочным линиям, направленным вкрест простирания длинной оси рудного тела. Наиболее рационально бурить вертикальные скважины, что доступно как для колонкового, так и для канатно-ударного бурения.

Обязательным условием правильного определения запасов месторождения при буровой разведке является измерение вертикальных и азимутальных углов искривления для каждой скважины. Наилучшие результаты определения азимутальных искривлений дает применение новых инклинометров марки ИШ-2 и ИШ-3.

При заложении колонковых буровых скважин необходимо строго следить за правильной установкой бурового станка и инструментально проверять положение оси скважин, ее азимут и углы наклона, что предотвращает излишние искривления (особенно азимутальные).

Наклон буровых скважин при дробовом бурении должен быть не менее 65—70°, так как при меньших углах наклона получают недопустимые искривления скважин, снижение скорости бурения; буровой инструмент быстро изнашивается, что приводит к частым авариям.

Обычно промышленные контуры оруденения штокерковых месторождений определяются не геологическими контактами различных пород, а интенсивностью оруденения, т. е. устанавливаются по данным химических анализов проб, так как промышленные рудные участки постепенно переходят в участки более бедных, забалансовых руд, а последние постепенно переходят в участки практически безрудных вмещающих пород. Границы участков оруденения с промышленным и забалансовым содержанием металлов часто имеют сложные очертания среди забалансовых и даже безрудных участков или за их контурами вновь появляются участки с промышленным оруденением. Учитывая это, при буровой разведке штокерковых месторождений необходимо проходить не менее двух законтурных скважин в каждом разведочном сечении или через одно или два сечения. Законтурные скважины необходимы для доказательства отсутствия промышленного оруденения за разведанными контурами, а также для возможного выявления новых рудных тел или боковых ответвлений от главного тела.

На глубину все скважины колонкового бурения должны быть пройдены до полного выклинивания рудного тела или уменьшения содержания в нем полезных компонентов ниже бортовых содержаний. Часть буровых скважин (по весьма разреженной сети) должна быть пройдена на значительные глубины ниже разведанного контура промышленного оруденения для изучения глубин, общей расшифровки структуры, геологического строения участка и возможной встречи новых рудных тел.

Буровая разведка штокерковых месторождений является самым эффективным и быстрым методом разведки с минималь-

ными затратами средств на 1 т разведанной руды и металла в ней. Для различных типов штокерковых месторождений стоимость разведанной руды колеблется от 5—15 до 40—50 коп. за 1 т в запасах кат. С₁. Для запасов кат. В стоимость разведки определяется в среднем в 25—70 коп. за 1 т руды с повышением этой стоимости для менее крупных и более сложных месторождений до 80 коп. и 1 руб.

Разведка пластовых месторождений вкрапленного или прожилкового оруденения в осадочных породах, преимущественно в песчаниках

Месторождения оруденелых медистых песчаников характеризуются с точки зрения разведки следующими геологическими особенностями: крупные размеры рудных тел; пластообразная форма; горизонтальное или пологое залегание; многоярусность оруденения; условность контуров, проводимых по данным опробования; простой минералогический состав и невысокая степень изменчивости содержаний меди; присутствие свинца в промышленных количествах. Экономическое значение месторождений этого типа очень велико.

Основным техническим средством разведки является колонковое бурение. Скважинами колонкового бурения можно разведать рудные тела до запасов высоких категорий (А₂ и В). Горно-разведочные работы имеют второстепенное значение или даже совсем исключаются. Канатно-ударное бурение принципиально допустимо, но практически не применяется ввиду того, что с помощью колонкового бурения можно разрешить все задачи разведки.

При разведке оруденелых медистых песчаников необходимо производить не только измерение искривлений скважин, но и их кароттаж. Расшифрованные кароттажные диаграммы должны прилагаться к каждой колонке скважины.

При бурении оруденелых медистых песчаников можно получать высокий выход керна (90—100%), поэтому опробование шлама проводить необязательно. Избирательное истирание в данных условиях также редко имеет место. Поэтому пробы буровых скважин могут обладать высокой представительностью при условии выхода керна не менее 70—80%.

Расположение буровых скважин зависит от конфигурации рудных тел в плане и от условий их залегания.

При изометрических контурах рудных тел, залегающих горизонтально или слабо наклонно, применяется расположение скважин по квадратной или ромбической сети. При вытянутых очертаниях применяется прямоугольная сеть. При линейном характере выходов и значительных углах падения пластообразных залежей скважины располагаются по линиям, вкрест простираения.

В первых двух случаях скважины бурятся вертикально. В последнем случае скважины располагаются под углом, навстречу падению рудных тел, причем угол наклона скважин должен быть для дробового бурения не менее 65—70°. Для бурения твердыми сплавами допускаются меньшие величины угла наклона.

Скважины начальной сети должны перебуривать все горизонты многоярусного оруденения и заканчиваться в нерудогосных слоях с тем, чтобы была установлена глубина промышленного оруденения в пределах всего месторождения или рудного поля.

Последующие скважины могут иметь меньшую глубину и преследовать задачу детального разбуривания определенной группы рудных залежей.

Плотность разведочной сети зависит от размеров рудных тел и от принятой степени детальности разведки.

В начальную стадию разведки крупных залежей можно применять сеть скважин в 150—200 м, что позволяет подсчитывать запасы по кат. С₁. Для кат. В сеть может быть сгущена до 75—100 м. Для запасов кат. А₂ требуется дальнейшее сгущение сети до 50—75 м путем заложения дополнительных выработок в центре разведочных квадратов (сгущение «по конверту»).

Степень сгущения может быть неравномерной для всего рудного тела. На участках с изменчивой конфигурацией, а также на участках, где появляется свинцовое оруденение, проводится местное дополнительное сгущение сети. В тех же местах, где рудное тело и содержания компонентов изменяются слабо или почти не изменяются, можно сохранить разреженную сеть и не проводить дальнейшего сгущения во избежание излишних расходов. Для более мелких рудных тел, а также для разведки отдельных сортов руды расстояния между скважинами должны быть уменьшены.

Указанная выше плотность разведочной сети является средней, сугубо ориентировочной и зависит от конкретных геолого-разведочных условий.

При решении вопроса о предельной степени детальности разведки следует руководствоваться не только существующими положениями, но учитывать горно-геологические условия эксплуатации и требования проектирования добычных работ.

Неглубоко залегающие залежи, которые заведомо можно разрабатывать открытыми горными работами, должны быть точно оконтурены и полностью разведаны по запасам высоких категорий, так как этого требуют условия проектирования.

Более глубоко залегающие залежи, которые заведомо будут отрабатываться подземными горными работами, могут быть разведаны с меньшей степенью детальности, и запасы кат. А₂ и В могут охватить только часть рудной залежи, соответствующую размерам шахтных полей.

На последних этапах разведки возникает необходимость взятия технологических проб большого веса. Если лабораторные технологические пробы можно составлять из материала рудного керна, то для получения полузаводских и заводских технологических проб закладывают специальные горно-разведочные выработки — шурфы, шахты или штольни.

Все сказанное относится только к разведке новых месторождений. На действующих предприятиях (например Джезказган) технологические свойства руд изучены в заводском масштабе, и потребность в технологических пробах уменьшается.

Буровая разведка пластообразных залежей медистых песчаников дает высокий экономический эффект, но он значительно меньше по сравнению с разбуриванием штокверков, где внутри-контурные скважины целиком проходят по руде. Величина стоимости 1 т разведанной руды находится в прямой зависимости от глубины залегания и мощности залежи. Ориентировочная стоимость разведки 1 т руды может определяться в пределах 50—80 коп. в запасах кат. С₁. Стоимость 1 т разведанной руды запасов более высоких категорий соответственно увеличивается.

Мелкие крутопадающие пластообразные залежи не могут быть полностью разведаны только бурением; требуется проходка горно-разведочных выработок, которые вскроют хотя бы первый горизонт залежи.

Разведка залежей пентландито-халькопиритовых сплошных и вкрапленных руд в основных и ультраосновных породах

Рудные тела рассматриваемой группы отличаются разнообразием формы, условий залегания и размеров, поэтому общей разведочной схемы для них дать нельзя.

Горизонтально залегающие донные и висячие залежи с равномерным вкрапленным оруденением, обладающие большими размерами и относимые к группам «а» и «б» по группировке ГКЗ, разведываются исключительно колонковым бурением.

В рассматриваемых условиях бурение может давать высокий выход керна при отсутствии избирательного истирания. Пробы могут считаться представительными при выходе керна не менее 70%.

При горизонтальном или слабо наклонном залегании залежей скважины задаются вертикально. Расположение скважин производится по квадратной сетке для более или менее изометричных залежей и по прямоугольной для вытянутых.

При проведении буровых работ обязательным условием является кароттаж и измерение искривлений скважин. Последнее имеет особое значение при глубоком бурении. Скважины должны полностью пробуривать промышленные руды по всей мощности, причем часть скважин (по разреженной сетке) должна пройти и через забалансовые руды. При разведке висячих зале-

жей вкрапленных руд необходимо некоторое количество скважин пробуривать по возможности до лежащего бока вмещающего интрузивного тела — с целью обнаружения донных залежей вкрапленных или сплошных сульфидных руд. При обнаруживании таковых можно проводить совместную разведку висячих и донных залежей.

Учитывая отсутствие резких естественных границ вкрапленных залежей, необходимо вести разведку в прилегающих к промышленному контуру участках, во-первых, с целью обнаружения новых отдельных промышленных участков; во-вторых, с целью изучения ореола забалансовых руд. Законтурная разведка ведется по разреженной, в сравнении с промышленными участками, сетке. Вновь обнаруживаемые промышленные участки должны разведываться более детально.

Плотность разведочной сети, рекомендуемая инструкцией ГКЗ для разведки месторождений этого типа, приводится ниже. Для разведки запасов до кат. С₁ величина разведочной сети колеблется от 100×200 м до 200×200 м; для кат. В — от 50×100 м до 100×100 м и для кат. А₂ — 50×50 м.

Указанные плотности разведочной сети являются средними величинами. Они могут варьировать для различных участков рудных залежей. В участках с повышенной изменчивостью содержания, в участках морфологических усложнений (например в зонах пострудных нарушений) плотность сети может быть увеличена и, наоборот, в участках с равномерным распределением компонентов с мало изменяющейся мощностью и т. п. расстояние между скважинами может быть увеличено.

При разведке вновь открываемых и еще не эксплуатируемых залежей необходимо отбирать технологические пробы. Лабораторные технологические пробы можно отбирать от расколотых половинок керна; для заводских и полузаводских технологических проб необходимо проходить специальные горные выработки: неглубокие шахты, шурфы и штольни. Количество последних определяется необходимым весом и количеством технологических проб.

Краевые и отжатые залежи и сульфидные жилы обладают, как правило, более сложной морфологией и значительно меньше по размерам, по сравнению с лежащими и донными пластообразными залежами. Поэтому и разведка их ведется несколько иначе.

Колонковое бурение является по-прежнему главным техническим средством разведки, но не решает всех ее задач. Высокие категории запасов нередко приходится получать при помощи горно-разведочных выработок. Таким образом, главной системой разведки является горно-буровая.

Скважины колонкового бурения в рассматриваемых условиях не дают избирательного истирания керна, поэтому пробы с выходом керна не менее 70% могут считаться представительными.

При средних и малых углах падения рудных тел скважины могут задаваться вертикально, при крутом падении скважинам придается соответствующий наклон. Во всех случаях обязательны кароттаж и измерение искривлений скважин.

Иногда рудные тела рассматриваемой группы состоят из сплошных и вкрапленных руд. При разбуривании таких сложных залежей с обязательным кароттажем скважин следует стремиться точно устанавливать границы между разными сортами руд и обязательно пробуривать всю промышленную мощность, а скважинами разреженной сети пробуривать и забалансовые руды.

Для большинства рудных тел рассматриваемой группы буровые скважины располагаются по параллельным линиям, ориентированным вкрест простирания. Для корытообразных (Каула) и вообще изогнутых рудных тел линии могут быть расположены непараллельно.

Плотность разведочной буровой сети устанавливается в соответствии с плотностью разведки месторождений группы «в» по классификации ГКЗ. Для запасов кат. C_1 рекомендуется сеть 50×100 м, для кат. В 25×50 м. Запасы кат. A_2 могут быть получены лишь при помощи горных разведочных выработок: штреков, ортов, рассечек и восстающих.

Объем горных работ для вновь открытых месторождений может быть определен количеством выработок, расположенных в пределах одного эксплуатационного горизонта. Для действующих предприятий количество горно-разведочных выработок зависит от годовой производительности рудника.

Расположение горных выработок (не считая подходного квершлага или штольни) в общем виде может быть представлено как серия рассечек (орты), отходящих вправо и влево от штрека, пройденного по длинной оси рудного тела. Рассечки или часть их могут быть заменены короткометражными подземными скважинами колонкового бурения.

Подземное колонковое бурение может не только заменять рассечки, но и широко использоваться для уточнения контуров рудного тела в различных направлениях. Запасы руд по участкам, разведанным горными выработками в сочетании с подземным короткометражным бурением, могут быть подсчитаны по кат. A_1 , A_2 и В.

Разведка медноколчеданных линз и жиллообразных залежей

Месторождения медноколчеданных залежей характеризуются с точки зрения разведки следующими геологическими особенностями: размеры отдельных рудных тел сравнительно невелики; морфология рудных залежей несколько усложнена; в пределах одного месторождения часто встречается несколько залежей; границы залежей нерезкие и проводятся условно по данным

опробования; падение рудных тел крутое или среднее, согласное с залеганием вмещающих пород; внутри рудных тел встречаются сплошные и вкрапленные руды; частым промышленным спутником является цинк; распределение компонентов неравномерное, обычна многосортность руд; выходы рудных тел превращены в железные шляпы. Железные шляпы, покрывающие тела медноколчеданных руд (обычно содержащие золото) должны быть разведаны одновременно с последними. При этом следует учесть, что разведка железных шляп значительно отличается от разведки колчеданных тел рядом специфических особенностей (см. «Методические указания», вып. I «Разведка золоторудных месторождений»).

Но одной из важнейших задач детальной разведки собственно колчеданных руд является выяснение гипсометрии поверхности, разделяющей зону окисления и сульфидные руды. Эта задача может быть решена по данным разведки зоны окисления и уточнена в процессе разведки колчеданных руд.

Разведка медноколчеданных рудных тел осуществляется при помощи комбинированного применения бурения и горно-разведочных работ при ведущей роли бурения для крупных залежей и подчиненного его значения — для мелких рудных тел.

Вследствие крутого падения и вытянутого характера выходов рудных тел буровые скважины должны располагаться вкрест простирания рудных линз и буриться «в затылок» с таким расчетом, чтобы рудное тело подсекалось соответствующими скважинами примерно на одинаковых глубинах по всем разведочным линиям. Скважины задаются наклонно, навстречу падению рудных тел. При проектировании скважин следует учитывать их зенитное искривление в сторону выполаживания. Поэтому угол наклона скважины должен быть тем больше, чем глубже она подсекает рудное тело.

При бурении скважин следует особое внимание уделять выходу керна, так как для ряда месторождений фиксируется избирательное истирание, причем в разных условиях в шлам уходят или сульфиды, или жильные минералы (серицит, каолин, хлорит, рудные тектонические глины и т. п.). Опробование шлама обязательно для изучения избирательного истирания и поправок на содержание в интервалах с недостаточным выходом керна.

Кроме необходимости замеров искривлений скважин, как зенитных, так и азимутальных (особенно для глубоких скважин), обязательным является кароттаж скважин и сопоставление его результатов с данными опробования керна (или керна со шламом).

В стадии предварительной разведки скважины колонкового бурения обычно закладываются по сетке через 100 м. Для крупных рудных тел при такой плотности сети можно уже подсчитывать запасы кат. C_1 . При сгущении сети до 50 м можно получать запасы кат. В. Но для линз средних и малых размеров сеть

через 50 м позволяет получать только запасы кат. С₁. Дальнейшее сгущение сети, особенно для глубоких горизонтов, нецелесообразно. При разведке малых рудных тел сеть через 50 м имеет значение для поисков, обнаруживая мелкие слепые рудные тела, дальнейшая разведка которых возможна лишь путем горных работ и короткометражного подземного бурения.

Горные разведочные выработки являются обязательной составной частью технических средств разведки медноколчеданных линз.

Для рудных тел крупных размеров (от 300—400 м и более по простиранию) проведение горно-разведочных выработок, обычно вскрывающих первый горизонт сульфидного оруденения, позволяет решить следующие задачи: а) уточнить гипсометрию границы зоны окисления и сульфидных руд; б) уточнить горно-геологические и гидрогеологические условия эксплуатации; в) изучить технологические свойства руд; г) изучить геологию разведываемого объекта.

Для рудных тел средних и мелких размеров горно-разведочные выработки применяются в значительно большем объеме и являются основным техническим средством разведки. Но проектирование их должно вестись с учетом экономического эффекта разведки. Поэтому следует проектировать лишь самое необходимое количество квершлагов, штреков и расщечек и широко применять подземное короткометражное колонковое бурение, а также проходку глубоких шпуров (последние — с целью опробования стенок выработок и оконтуривания маломощных участков рудных тел).

Основными разведочными выработками, по которым возможно вести оконтуривание и подсчет запасов, являются расщечки, орты и заменяющие их скважины короткометражного бурения. Шахты, квершлаг и штреки являются выработками «подходными» и не решают основных задач разведки.

Основные разведочные выработки располагаются вкрест простирания рудных линз по направлению максимальной изменчивости содержания компонентов через 10—20 м, в зависимости от степени изменчивости и размеров рудных залежей. Подсчитываемые по ним запасы могут, в соответствии с инструкцией ГКЗ по меди, квалифицироваться по кат. А₂ и В, при условии, если общее количество полных пересечений рудного тела исчисляется несколькими десятками и если это количество позволяет уверенно отнестись к построенным контурам промышленного оруденения и к вычисленным средним содержаниям.

Из подземных горных выработок возможно проведение разведки более глубоких горизонтов при помощи как короткометражного, так и глубокого бурения. Но при этом бурение всегда выполняет и поисковые функции.

Экономический эффект разведки колчеданных линз вследствие их значительно меньших размеров в сравнении со штоквер-

ками и пластообразными залежами соответственно уменьшается. Но трудности проектирования эксплуатации в условиях усложнившейся геологической обстановки требуют от разведки детальных данных. Поэтому повышенные относительные затраты на разведку являются оправданными, и этап детальной разведки необходим.

Разведка жильных месторождений

Основным техническим средством детальной разведки на глубину жильных месторождений меди являются буровые и горные выработки, в зависимости от местных условий, с предпочтительным использованием горных работ.

Вскрытие глубин рудных жил осуществляется при благоприятном рельефе штольнями по простиранию рудных жил при их выходах на поверхность на одном или нескольких горизонтах или подходными штольнями по вмещающим породам до рудной жилы. При неблагоприятном рельефе вскрытие осуществляется разведочными шахтами. При выборе вариантов вскрытия глубин рудных жил для их разведки учитывается, что проходка 1 м ствола разведочной шахты дороже проходки 1 м разведочной штольни в 4—5 раз, а дальнейшая проходка квершлагов и штреков из шахты в 2 раза дороже проходки таких же штреков из штолен. Проходка разведочных шахт для вскрытия рудных жил на глубоких горизонтах осуществляется только при невозможности вскрытия этих горизонтов штольнями, и подходные штольни длиной даже в 1—2 км иногда должны быть предпочтены проходке шахт глубиной в 100—200 м. Глубокие горизонты, естественно, разведываются с помощью наклонного колонкового бурения.

Разведка жил по простиранию производится путем проходки штолен при наличии выходов рудных жил на поверхность на соответствующих горизонтах или штреками из подходных штолен или разведочных шахт. Штреки и штольни по простиранию рудных жил проходятся сечением, охватывающим мощности рудной жилы и рудоносных зальбандов. При больших мощностях рудной жилы или в местах ее раздувов из штольни или штрека проходятся расщечки, короткометражные буровые скважины или шпуров вкрест простирания для пересечения полной мощности рудной жилы и ее возможно оруденелых зальбандов, до практически безрудных вмещающих пород.

Разведка жил по падению осуществляется такими же штольнями или штреками на нижележащих горизонтах, причем в период предварительной разведки заложение первых короткометражных штолен допускается на любых горизонтах, удобных для проходки. В период детальной разведки заложение разведочных штолен должно подчиняться общей схеме разведки, увязанной с последующей системой отработки месторождения.

В период детальной разведки промышленная характеристика основных рудных жил месторождения обычно достаточно ясна, и если разведываемая жила имеет промышленное значение, проходка большей части горно-разведочных выработок должна осуществляться в соответствии с проектом отработки месторождения. Для разведки запасов рудной жилы по кат. A_2 на каждом эксплуатационном горизонте или через горизонт проходятся штреки по простиранию жилы, а через каждые 50—100 м проходятся восстающие выработки в плоскости падения жилы. Такая разведка требует затрат большого метража горных выработок и в период детальной разведки проходка их обязательно должна быть увязана с проектом отработки месторождения с тем, чтобы большая часть этих выработок могла быть использована для подготовки месторождения к эксплуатации.

Запасы кат. A_1 для жильных месторождений меди выявляются обычно только в период подготовки месторождения к эксплуатации, и затраты на перевод запасов из кат. A_2 в кат. A_1 должны быть отнесены не к капитальным затратам на разведку, а к эксплуатационным расходам предприятия.

Запасы кат. A_2 и В, в период детальной разведки жильных месторождений меди до передачи его в эксплуатацию, должны составлять от 10 до 20% от суммарных разведанных запасов. В последующем параллельно с подготовкой верхних блоков рудных жил к эксплуатации осуществляется перевод запасов нижних горизонтов рудных жил в запасы кат. A_2 . Для выявления запасов кат. A_2 проходятся штольни или штреки по рудным жилам, либо с полным вскрытием штреком всей мощности оруденения по всей протяженности выработки, либо, если мощности оруденения выходят за пределы контуров горной выработки, с применением расщечек через 20—40 м или короткометражных скважин для пересечения всей мощности оруденения. Штреки или штольни проходятся по каждой из жил, имеющих промышленное значение; непромышленные жилы разведываются расщечками или горизонтальными скважинами.

Запасы кат. C_1 , получаемые бурением, должны быть выявлены в период детальной разведки с максимальной полнотой.

Запасы кат. C_2 выявляются для всего рудного поля. Возможные перспективы месторождения, основанные на общих геологических и геофизических данных, должны быть охарактеризованы в цифровом выражении (кат. C_2) и наряду с разведанными запасами представлены на утверждение в ГКЗ. Запасы кат. C_2 служат резервным обеспечением амортизационного срока предприятия, что учитывается при составлении проекта его строительства и является обоснованием для проектирования дальнейших разведочных работ и прироста запасов.

Разведка для определения перспектив жил на глубине должна проводиться при помощи бурения, но при этом надо иметь в виду, что заложение большого количества скважин, разбури-

вающих жилы по сетке, экономически мало оправдывается ввиду небольшого прироста запасов на каждую скважину вследствие малой мощности жил. Случайные же 2—3 пересечения рудных жил на глубинах буровыми скважинами с трудом могут дать запасы даже по кат. C_1 . Поэтому лишь для крупных выдержанных жил можно допустить разбуривание по сетке размером 100—150 м с прогрессирующим разрежением с глубиной.

Мелкие жилы разбуривать нецелесообразно. Для прослеживания глубины оруденения можно ограничиться 2—3 скважинами, что при благоприятных условиях позволит подсчитать запасы по кат. C_1 .

При бурении глубоких скважин следует изучать не только данные опробования подсеченных жил, но и сам рудный материал керна или весь керн того интервала, на котором ожидалась встреча жилы. Это позволяет установить наличие или отсутствие на пересеченном интервале рудной жилы и изучить минералогическую ассоциацию, свидетельствующую либо о продолжении на данной глубине промышленного оруденения, либо о том, что на этих глубинах жильная масса представлена иными минералами, характеризующими непромышленные участки оруденения.

В случае положительных результатов буровой разведки глубин рудных жил можно рекомендовать дальнейшую углубку существующих шахт или заложение новых, что обычно осуществляется не разведочными, а эксплуатирующими организациями, так как нередко бурение глубоких скважин ведется уже в процессе отработки верхних горизонтов жил.

При пологих углах наклона рудных тел (порядка 45°), буровые скважины для подсечения глубин проходятся вертикально или под углом 85° навстречу углу падения жилы. Если рудные жилы имеют крутые углы падения до вертикальных, разведочные скважины задаются наклонными под углом 65 — 70° навстречу углу падения жилы. Угол встречи буровой скважины с плоскостью рудной жилы не должен быть меньше 25 — 30° , так как при более острых углах скважина может пойти вдоль всякого бока рудной жилы.

При залегании на верхних горизонтах нескольких параллельных жил буровая разведка проектируется так, чтобы одной скважиной можно было пересечь несколько или всю серию параллельных жил. Если расстояния между рудными жилами и их углы наклона не позволяют разведать их глубины одной скважиной, то проходятся 2—3 скважины в одном разведочном створе для получения полного разреза по серии рудных жил, вмещающих пород и возможных слепых жил. При разведке крупных жильных месторождений не ограничиваются одним разведочным створом, который может дать случайные результаты, а буровые скважины пробуривают по 2—3 створам с расстояниями в 100—200 м между ними и на глубину в 50—100—200 м ниже глубин,

разведанных горными выработками. Такая редкая сеть буровых скважин, в случае благоприятных результатов, вполне достаточна для проектирования и осуществления проходки горных разведочных выработок на горизонты, подсеченные скважинами.

Между рудными жилами могут залегать «слепые» жилы, не имеющие выходов на поверхность; поэтому в период детальной разведки обязательно изучение всего междужильного пространства. На глубинах промежутки между жилами разведываются глубокими буровыми скважинами по методу, описанному выше. На верхних горизонтах, разведанных штольнями или штреками по простиранию рудных жил, разведка междужильного пространства может быть проведена квершлагами, пройденными между выработками проходящими по простиранию рудных жил. Но быстрее и дешевле осуществить разведку междужильного пространства на вскрытых горными работами горизонтах подземным бурением скважин.

Разведка апофиз рудных жил и сброшенных участков осуществляется путем подземного мелкоалмазного бурения, что значительно рациональнее проходки горных выработок. Камеры, из которых могут быть пробурены горизонтальные или наклонные скважины станком ГП-I, оборудуются в стенке горной выработки и должны иметь размеры порядка 2 м длины при сечении в 3—4 м².

Стоимость разведки жильных месторождений значительно выше стоимости разведки штокерковых и прочих месторождений, что только отчасти компенсируется более богатым содержанием металлов в жильных месторождениях.

Разведка рудных тел неправильной, реже пластообразной формы, связанных со скарнами

Геологические особенности данного типа месторождений могут быть охарактеризованы с точки зрения разведки следующими чертами: а) сложная и разнообразная морфология и малые (редко средние) размеры рудных тел; б) варьирующие элементы залегания; в) наличие сплошных и вкрапленных руд при общем высоком содержании меди; г) сложное пространственное распределение промышленных рудных тел, связанное с зонами скарнирования.

Основным техническим средством разведки являются горные работы и подземное бурение мелких и глубоких скважин, с помощью последних можно искать слепые рудные тела.

Детальная разведка месторождений этого типа обычно совмещается с эксплуатационными работами и осуществляется за счет последних.

Детальная разведка на новых месторождениях экономически может быть оправдана только для более крупных рудных тел, притом в незначительном объеме.

В результате проведения детальной разведки при помощи горных работ и подземного бурения можно получить запасы кат. С₁ и на благоприятных участках — кат. В.

Параллельно с проведением детальной разведки обнаруженных залежей медных руд можно производить поиски слепых рудных тел с помощью колонкового бурения, как подземного, так и поверхностного. Количество буровых скважин, задаваемых с поверхности, должно быть ограниченным. В задачу бурения входит также изучение глубинных структур и связанных с ними зон развития скарнов.

В таблице 4 (стр. 96—97) приводятся плотности разведочной сети для месторождений меди (по инструкции ГКЗ).

Детальная разведка свинцово-цинковых месторождений

Разведка пластообразных, линзообразных и прочих галенит-сфалеритовых колчеданных, реже кварцево-карбонатных, иногда вкрапленных руд в эффузивных породах (алтайский тип)

Месторождения свинца и цинка этого типа имеют большое экономическое значение, усугубляющееся еще присутствием в рудах ценных второстепенных компонентов: меди, золота, серебра, кадмия и др.

Учитывая геологические особенности месторождений данного типа, необходимо обратить внимание на задачи, возникающие в период детальной разведки. Специфическими задачами разведки многих рудных тел рассматриваемых месторождений являются: выявление и оконтуривание разобщенных участков промышленного вкрапленного оруденения; выделение самостоятельных контуров золотосодержащих руд со слабой полиметаллической минерализацией или с отсутствием таковой; изучение редких и рассеянных элементов, сопровождающих полиметаллическое оруденение (кадмий, индий, галлий, германий, таллий, селен, теллур и др.).

Основными техническими средствами разведки являются: колонковое бурение с поверхности для получения запасов кат. С₁ и иногда В и горные работы с подземным короткометражным бурением для получения запасов кат. В и А₂.

Бурение скважин колонкового бурения должно вестись с учетом необходимости получения выхода керна не менее 70—80% и тщательного изучения явлений избирательного истирания сульфидных прожилков в гидротермальных кварцитах с промышленной минерализацией. В интервалах, где обнаружено избирательное истирание, обязательно проводится опробование шлама. В ответственных случаях следует применять алмазное бурение. Обязателен также электрокароттаж скважин и измерение зенитных и азимутальных искривлений последних.

Таблица 4

Группы месторождений	Вид разведочных выработок	Расстояние между скважинами	
		Категория А ₂	
		по простиранию	по падению
Группа „а“	Буровые скважины	50—75	50—75
	Основные подземные горные выработки (штреки, восстающие и др.)	Длина одного эксплуатационного блока (40—60)	Высота эксплуатационного этажа 40—60
	Рассечки или подземные скважины	40—50	50
Группа „б“	Буровые скважины	25—35	25—35
	Основные подземные горные выработки (штреки, восстающие и др.)	Длина одного эксплуатационного блока (40—60)	Высота эксплуатационного этажа (40—60)
	Рассечки или подземные скважины	(25—30)	—
Группа „в“	Буровые скважины	—	—
	Основные подземные горные выработки (штреки, восстающие и др.)	Длина одного эксплуатационного блока (40—60)	Высота эксплуатационного этажа (до 40)
	Рассечки (или подземные скважины для кат. В).	(20—25)	—
Группа „г“	Буровые скважины	—	—
	Основные подземные горные выработки (штреки, восстающие и др.)	—	—
	Рассечки (или подземные скважины для кат. С ₁)	—	—

и горными выработками в м

Категория В		Категория С ₁	
по простиранию	по падению	по простиранию	по падению
75—100	75—100	150—200	150—200
Двойная длина эксплуатационного блока (80—120)	Двойная высота эксплуатационного этажа (80—120)	—	—
80—100	80—100	—	—
60	50	100—120	80—100
Двойная длина эксплуатационного блока (80—120)	Высота эксплуатационного этажа (40—60)	—	—
50—60	—	—	—
—	—	80—100	60
Двойная длина эксплуатационного блока (до 80)	Высота эксплуатационного этажа (до 40)	—	—
40—50	—	—	—
—	—	40—50	40—50
Длина эксплуатационного блока (30—40)	Высота эксплуатационного этажа (30—40)	Двойная длина эксплуатационного блока (60—80)	Двойная высота эксплуатационного этажа (60—80)
15—20	—	20—30	—

В процессе разведки рекомендуется проводить геофизические работы по пробуренным скважинам методом заряженного тела. Эти данные могут оказать существенную помощь при увязке соседних скважин в разрезе.

Расположение буровых скважин зависит от условий залегания рудных тел и структуры месторождения. При пологих углах падения или при горизонтальном залегании для разведки применима квадратная или ромбическая сеть. При крутом падении рудных тел скважины следует располагать линиями, вкрест простирания «в затылок» друг другу в каждой линии. При этом последовательность заложения скважин происходит «сверху вниз», т. е. сначала разбуриваются верхние горизонты, затем нижние и т. д.

Для более быстрого выявления общих перспектив оруденения рекомендуется в одних случаях (для горизонтально залегающих рудных тел) пройти скважины по разреженной сети с полным охватом прифланговых ореолов непромышленного оруденения и гидротермально измененных пород; в других случаях (для крутопадающих тел) проводить опережающее глубинное бурение по двум-трем опорным разрезам.

Общей особенностью многих рудных тел рассматриваемого типа является широкое развитие вкрапленного оруденения, постепенно уменьшающегося в интенсивности и переходящего в неоруденелые гидротермально измененные эффузивные породы (микрокварциты, хлорито-серицитовые и хлорито-серицито-карбонатные породы). По мере удаления от центральных участков промышленного оруденения внутри вкрапленных руд появляются «окна» пустых пород, вследствие чего вкрапленное оруденение приобретает прерывистый характер. Еще дальше от центра среди неоруденелых гидротермально измененных пород появляются небольшие разобщенные участки вкрапленного оруденения — «рудные окна» среди пустых пород.

Учитывая эти особенности вкрапленного оруденения, необходимо при проектировании буровых скважин предусматривать полное пересечение вкрапленного оруденения хотя бы небольшим количеством скважин, расположенных по разреженной сети или в структурно благоприятных участках.

Рудные тела алтайского типа относятся к группам «б» и «в» по группировке ГКЗ. Плотность разведочной сети для рудных тел, относимых к группе «б», рекомендуется: для кат. С₁ 80—100×100—120 м; для кат. В 60—80×50—100 м; запасы кат. А₂ бурением не могут быть получены. Для рудных тел, относимых к группе «в», плотность разведочной сети для запасов кат. С₁ 60—80×100 м; запасы В и А₂ бурением не могут быть получены.

Горные работы при разведке крупных рудных тел преследуют такие цели: получить запасы более высоких категорий (А₂ и В); изучить морфологию участков сплошных и прожилко-

во-вкрапленных руд с промышленным оруденением; детализировать разделение руд на сорта; изучить горно-геологические и гидрогеологические условия эксплуатации.

На действующих предприятиях разведка при помощи горных работ осуществляется за счет эксплуатационных затрат. Масштаб горно-разведочных работ находится в зависимости от производственной мощности рудника.

На новых, не эксплуатируемых еще месторождениях количество горно-разведочных выработок следует ограничивать одним эксплуатационным горизонтом, вследствие высокой стоимости разведок, проводящихся за счет капитальных затрат.

Горные работы при разведке мелких рудных тел приобретают большее, иногда ведущее, значение вследствие того, что по данным бурения нельзя провести сколько-нибудь достоверное оконтуривание и получить надежные содержания компонентов. Буровые работы в этих случаях могут дать даже при плотности сети 40×50 м (группа «г») только запасы кат. С₁. По горным работам возможно получение запасов главным образом кат. В.

Экономический эффект разведки полиметаллических месторождений алтайского типа зависит от размеров месторождений и может вследствие этого варьировать в больших пределах.

Разведка труб, метасоматических залежей и рудоносных зон сложных руд, иногда со скарнами в известняках, или на их контактах с силикатными породами

Месторождения рассматриваемого типа обычно обладают средними или небольшими размерами, но вследствие широкого развития этот тип имеет большое экономическое значение.

Из-за большого морфологического разнообразия рудных тел, входящих в состав данной группы, общей разведочной схемы для нее дать невозможно. Ниже отдельно рассматривается разведка рудных зон (с метасоматическими залежами) и рудных труб.

Под рудоносными зонами подразумеваются линейно вытянутые участки, чаще тектонического происхождения, вмещающие в себя оруденение (Алтын-Топкан, Савинское 5-е и др.).

Рудоносные зоны могут содержать в себе непрерывное оруденение, но чаще всего последнее носит прерывистый характер, выражающийся в развитии отдельных рудных тел, линзообразной, вытянутой, согласно элементам залегания зоны, формы.

В период предварительной разведки рудоносных зон выявляются их характер и размеры, внутреннее строение, связь с общей структурой месторождения или рудного поля, наличие промышленного оруденения.

В период детальной разведки возникают дополнительные специфические задачи: изучение распределения промышленных и забалансовых рудных тел внутри зоны; изучение размеров и морфологии отдельных рудных тел; определение общей рудо-

ности зоны; изучение (или уточнение) поведения рудоносности с глубиной.

Колонковое бурение в период детальной разведки может иметь широкое применение для разведки зон со сплошным оруденением, и при плотности разведочной сети $60-80 \times 100$ м могут быть получены запасы кат. С₁. При прерывистом типе оруденения кат. С₁ может быть получена только при сетке 40×50 м, но такая плотность разбуривания, во-первых, экономически нецелесообразна, во-вторых, далеко не всегда может обеспечить возможность даже ориентировочного оконтуривания отдельных рудных тел вследствие наличия поточной многовариантной интерполяции при увязке данных между соседними скважинами.

Наиболее действенным техническим средством разведки в этом случае являются горные выработки: рассечки, орты, восстающие или заменяющие их короткометражные скважины подземного бурения. При помощи последних возможна и ближайшая глубинная разведка отдельных рудных тел. Квершлагаи и штреки играют роль только подходов выработок.

При мощности рудных тел до 10—15 м возможно применение бурения глубоких шпуров, которые могут заменить колонковое подземное бурение. Проходка их стоит дешевле, а скорость бурения значительно выше.

Заложение глубоких колонковых скважин с поверхности осуществляется по линиям, вкрест простираения зоны. Скважины закладываются висячем боку зоны наклонно, навстречу падению. Бурение «вдогонку», т. е. с лежащего бока, может осуществляться в виде исключения, но при условии угла встречи не менее 30°.

При разведке бурением обязательны замеры искривлений и каротаж скважин. Рекомендуются также применять исследование скважин методом заряженного тела в целях облегчения взаимной увязки данных по скважинам при построении горизонтальных и вертикальных разрезов.

Выход керна должен быть не менее 80%. Желательно начать бурение после горно-разведочных работ на 1-м горизонте. Объем горных разведочных работ определяется для новых объектов соотношением запасов разных категорий, при котором возможна передача его в промышленное освоение, т. е. запасы кат. В должны составлять не менее 5% от общей суммы запасов кат. В + С₁. Для действующих предприятий объем горно-разведочных работ определяется годовой производительностью рудника.

Разведка рудных труб определяется основной их особенностью, заключающейся в том, что они имеют только один длинный размер (ось трубы) при двух коротких (поперечное сечение). Ведущим техническим средством разведки являются горные выработки: штольни, шахты, квершлагаи, рассечка и восстающие. Огромное значение имеет подземное бурение короткометражных колонковых скважин и глубоких шпуров. Те и другие могут в ряде случаев выполнять и своеобразные функции, прослеживая глу-

бинное продолжение трубы с изменчивой пространственной ориентировкой ее оси.

При анализе разведки рудных труб необходимо учитывать выделяемые В. М. Крейтером две их разновидности: одиночные выдержанные трубы (с постоянной пространственной ориентировкой длинной оси) и невыдержанные, а также ветвящиеся трубы.

При разведке выдержанных труб (Тетюхе) представляется возможным применить в небольшом объеме бурение с поверхности для прослеживания рудного тела на глубину. Разведка с поверхности невыдержанных и ветвящихся труб является совершенно нерациональной и экономически неэффективной.

Общая схема разведки одиночных выдержанных труб заключается в проходке горно-разведочных выработок: шахты (или штольни) с квершлагами и рассечками, закладываемыми через 15—20 м по вертикали. Это позволяет получить серию параллельных горизонтальных сечений, в которых контуры и размеры рудного тела могут быть уточнены при помощи подземного короткометражного бурения. Получению очередных горизонтальных сечений может предшествовать бурение наклонных скважин — с поверхности или подземных.

Метод горизонтальных сечений является основным и при разведке невыдержанных и ветвящихся труб. Невыдержанность пространственной ориентировки оси трубы преодолевается путем поискового бурения или заложения поисковых горных выработок, что сильно удорожает разведку и делает ее нецелесообразной для небольших по запасам рудных тел.

В результате разведки рудных труб при помощи горных выработок можно получить для крупных труб (Тетюхе) запасы кат. В, а для мелких рудных тел — С₁; запасы кат. С₂ «подвешиваются» к нижнему горизонту.

Разведка пластовых залежей галенит-сфалеритовых, обычно вкрапленных руд простого состава в карбонатных породах

Пластообразные залежи, согласно залегающие в карбонатных породах, характеризуются рядом положительных геологических особенностей, облегчающих их разведку; крупные размеры и выдержанная мощность пластов; равномерное, хотя и невысокое содержание металлов, с резким преобладанием свинца над цинком; приуроченность оруденения к определенному стратиграфическому горизонту. Усложняющим фактором может являться наличие складчатости и разрывных нарушений.

Основным техническим средством детальной разведки является колонковое бурение. Горные работы (в ограниченном объеме) нужны лишь для технологического опробования и уточнения горно-геологических условий эксплуатации.

Группы месторождений	Вид разведочных выработок	Расстояние между скважинами	
		Категория А ₂	
		по простиранию	по падению
Гр. „а“	Буровые скважины	50	50
	Основные подземные горные выработки (штреки, восстающие и пр.)	Длина одного эксплуатационного блока (40—50)	Высота одного эксплуатационного этажа (40—60)
	Рассечка, или подземные скважины	40—50	50
Гр. „б“	Буровые скважины	—	—
	Основные подземные горные выработки	Длина одного эксплуатационного блока (40—60)	Высота одного эксплуатационного блока (40—60)
	Рассечка или подземные скважины	25—30	—
Гр. „в“	Буровые скважины	—	—
	Основные подземные горные выработки	Длина эксплуатационного блока (40—60)	Высота эксплуатационного этажа (до 30)
	Рассечки, или подземные скважины	20—25	—
Гр. „г“	Буровые скважины	—	—
	Основные подземные горные выработки	—	—
	Рассечка или подземные скважины	—	—

и горными выработками в м			
Категория В		Категория С ₁	
по простиранию	по падению	по простиранию	по падению
75—100	100	150—200	150—200
Двойная длина эксплуатационного блока (80—120)	Двойная высота эксплуатационного этажа (80—120)	—	—
80—100	100	—	—
60	50	100—120	80—100
Двойная длина эксплуатационного блока (80—120)	Высота эксплуатационного этажа (40—60)	—	—
50—60	—	—	—
—	—	80—100	60
Двойная длина эксплуатационного блока (80—100)	Высота эксплуатационного этажа (до 30)	—	—
40—50	—	—	—
—	—	40—50	40—50
Длина эксплуатационного блока (30—40)	Высота эксплуатационного блока (30—40)	Двойная длина эксплуатационного блока (60—80)	Двойная высота эксплуатационного этажа (60—80)
10—15	—	20—25	—

Специфическими задачами детальной разведки являются: уточнение глубинных структур путем создания серии разведочных разрезов по линиям скважин; уточнение контуров промышленных руд с различными условиями залегания; уточнение содержания основных и попутных компонентов в пределах отдельных участков; выявление прослоев и пустых окон или окон с непромышленным оруденением.

Буровые скважины располагаются в зависимости от условий залегания отдельных участков пластообразной залежи. В участках с пологим или горизонтальным залеганием возможно применение квадратной или треугольной сети с ориентировкой сторон ее по простиранию и падению. В участках с крутым падением пластов скважины закладываются наклонно по линиям вкрест простирания.

Вследствие строгой стратиграфической приуроченности рудного пласта буровые скважины можно заканчивать через 1—2 м после пересечения рудного интервала.

Бурение проводится с помощью твердых сплавов (породы средней крепости). Особенное внимание следует уделять выходу керна. В случае невысокого процента выхода керна следует применять повторное перебуривание пласта с применением отклоняющего клина. Для всех скважин обязателен электрокароттаж, а для глубоких скважин измерение не только зенитного, но и азимутального искривлений, через интервалы в 50—100 м.

Для крупных пластообразных залежей плотность разведочной сети невысока. Для получения запасов кат. С₁ возможно расположение скважин по сети в 150—200 м. Сеть с размерами ячеек 75—100 м позволяет подсчитывать запасы по кат. В и с размерами ячеек в 50 м — запасы по кат. А₂.

В процессе детальной разведки рекомендуется параллельно выявлять и забалансовые запасы по флангам путём заложения скважин по редкой сети в 200—400 м.

Экономический эффект разведки крупных пластообразных залежей по тоннажу высок вследствие крупных размеров залежей и небольшой плотности разведочной сети. Стоимость 1 т разведанной руды по кат. С₁ ориентировочно колеблется в пределах 20—40 коп.

Разведка жильных полиметаллических месторождений

Разведка жильных полиметаллических месторождений мало отличается от разведки медных жильных месторождений.

При разведке мощных жилообразных тел (Садон) и жил метасоматического происхождения, в отличие от разведки маломощных трещинных жил, буровые работы используются шире и при этом решаются более ответственные задачи. Разведка таких тел ведётся по схемам, изложенным для месторождений алтайского типа (см. выше).

В табл. 5 даны плотности разведочной сети для свинцово-цинковых месторождений (по инструкции ГКЗ).

Глава IV. ОПРОБОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

ВИДЫ И ЗАДАЧИ ОПРОБОВАНИЯ

Опробование месторождений цветных металлов является одной из важнейших задач разведочных работ. Оно заключается в отборе, обработке проб и дальнейшем их исследовании.

В зависимости от назначения различают следующие виды опробования.

Химическое опробование проводится для определения химического состава рудного тела, измененных и свежих вмещающих пород, для точного определения содержания полезных компонентов и вредных примесей и изучения возможных попутных компонентов в руде. Химическое опробование — наиболее важный и распространенный вид опробования, который проводится на всех этапах изучения, поисков, разведки и эксплуатации месторождения.

Технологическое опробование проводится с целью изучения технологических свойств руды, т. е. в основном для определения возможности и характера обогащения руды и получения из неё товарной продукции. Реже технологические пробы используются для непосредственного изучения металлургических свойств руды.

Техническое опробование необходимо для изучения физико-механических свойств руды и вмещающих пород: объёмного и удельного весов, пористости, влажности, коэффициента разрыхления, твердости, вязкости, буримости, дробимости. Это изучение проводится на всех этапах разведки месторождения, но в основном в период детальной и эксплуатационной разведки.

Минералогическое опробование заключается в отборе образцов для определения минералогического состава руды в различных участках месторождения, состава измененных и свежих вмещающих пород. В задачи минералогического опробования входит также изучение состава полупродуктов и продуктов обогащения руды, что совместно с химическим опробованием позволяет произвести рациональный анализ руды.

ХИМИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ

ОТБОР ПРОБ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

В зависимости от характера опробуемого объекта и задач опробования отбор проб осуществляется одним из следующих способов: валовым, задирковым, бороздовым, шпуровым, точечным, горстьевым (вычерпывание).

Кроме перечисленных проб, Г. О. Чечетт выделяет пробы большого веса, не подвергаемые сокращению, а целиком поступающие в переработку для извлечения металла в заводском масштабе. Такие «несокращаемые» товарные валовые пробы отбираются обычно на действующих предприятиях. Результаты такого опробования наиболее близко отражают истинное содержание и свойства полезного компонента в рудном теле. Его можно рекомендовать поэтому и при детальной разведке некоторых наиболее сложных по составу месторождений, имея в виду, что применение этого метода позволит в полевых условиях осуществить на месте опыты по обогащению и одновременно опытную эксплуатацию месторождения.

Валовые пробы. В отличие от несокращаемых проб большого веса, валовая проба имеет, во-первых, сравнительно небольшой объем и её первоначальный вес колеблется в пределах единиц или десятков тонн, тогда как вес товарной валовой пробы определяется сотнями и тысячами тонн; во-вторых, она подвергается сокращению до весов обычно обработанных проб (300—500 г).

Валовые пробы отбираются на ограниченном интервале рудного тела. Они представительны только для опробованного участка, а не для всего рудного тела. Опробование всех участков рудного тела валовыми пробами громоздко и дорого, а представительность таких проб несколько уменьшается при дроблении, измельчении и сокращении. Поэтому валовый метод опробования можно рекомендовать только в качестве выборочного метода.

Валовое опробование на месторождениях цветных металлов применяется: для проверки правильности опробования иными методами; при опробовании гнездовых месторождений небольших размеров, с исключительно неравномерным содержанием металлов; для характеристики объемного веса руды при данном содержании металлов; для технологической характеристики отдельных сортов руды, когда валовая проба, кроме выявления среднего содержания металлов, служит материалом для лабораторных и полужаводских испытаний; для характеристики возможной схемы рудоразборки или сортировки.

При предварительной разведке месторождений валовые пробы обычно не берутся, а при детальной разведке они берутся в минимальных количествах, порядка десятков и, реже, сотен проб.

Валовые пробы отбираются следующими методами:

1. При пересечении рудного тела канавами, расчистками или шурфами в пробу отбирается доступная часть рудного тела на 1—2 м по всем направлениям. Проба может быть единой или разделенной на секции в соответствии с характером внутреннего строения и распределения минеральных агрегатов.

2. При проходке шурфов, штолен, штреков или иных горных выработок в валовую пробу отбирается руда с определенных

интервалов проходки (например 1 пог. м шурфа) или материал одной отпалки забоя иной выработки. Весь материал этого интервала составляет первоначальный вес валовой пробы.

В валовую пробу можно брать только часть материала из данного интервала проходки и объединять ее с материалом последующих интервалов. Например, валовая проба может характеризовать проходку штольни по рудному телу на протяжении 10—15 и даже 25—50 пог. м, когда от каждого интервала проходки (с каждой отпалки или каждого 1 или 2 пог. м) берется в пробу определенная равновеликая часть, и смесь частей характеризует содержание металла в руде на всем опробованном интервале. Отбор объединенной валовой пробы осуществляется взятием от каждой отпалки забоя второй, третьей, пятой или десятой лопаты при погрузке руды в вагонетки (если отсутствуют крупные куски), либо взятием в пробу второй, третьей, пятой или десятой вагонетки. Чем равномернее содержание металлов в руде и чем мельче материал, подлежащий опробованию, тем меньшая часть отбитого материала берется в пробу.

Во избежание систематической ошибки пробоотбора необходимо следить за тем, чтобы каждая идущая в пробу вагонетка не была постоянно первой или последней при уборке рудного навала, так как в остатке навала весовое отношение мелочи к крупной кусковой руде часто бывает значительно больше, чем во всем навале.

Задирковые пробы применяются очень редко, главным образом при опробовании маломощных рудных тел и для контроля основных проб. Задирковые пробы могут иметь оперативное значение только при опробовании канав, т. е. в стадии предварительной разведки. Они могут быть использованы также для опробования рыхлых руд зоны окисления при детальной разведке последних.

Бороздовые пробы в отличие от валовых и задирковых являются не объемными, а линейными, т. е., от рудного тела в его обнаженной части отбирается тонкая бороздка по прямой линии, составляющая ничтожную часть опробуемого объема рудного тела. Отдельная бороздовая проба не представительна не только для всего рудного тела, но и для его небольшого участка. Сравнительная простота взятия бороздовых проб позволяет брать их в большом количестве, а сумма проб, равномерно взятых со всех доступных участков рудного тела, хорошо отражает среднее содержание металлов в руде даже при неравномерном распределении последних в рудном теле.

Бороздовое опробование является самым распространенным методом опробования большинства рудных месторождений, в том числе и месторождений цветных металлов.

Борозда по длине располагается вкрест простирания рудного тела. Длина борозд колеблется от 0,10—0,15 м до 2—3 м и зависит от мощности рудного тела.

При большой мощности рудного тела или при наличии нескольких сортов руд, а также для целей оконтуривания рудных тел, не имеющих резких естественных границ, применяется секционное опробование. Длины секций могут быть в одних случаях одинаковыми, в других переменными, зависящими от состава и текстуры рудного тела.

В выработках, идущих по простиранию и падению рудных тел, длина борозды определяется мощностью рудного тела. В выработках, идущих вкрест простирания мощных рудных тел, длина бороздовых проб изменяется в зависимости от текстурных и структурных особенностей руд и характера распределения полезного компонента в пределах от 0,10—0,15 м до 1 и реже 2—3 м.

Поперечные размеры борозды, в зависимости от мощности рудных тел и характера оруденения, меняются в различных пределах.

Практикой установлена некоторая зависимость размеров борозды от мощности рудного тела и характера оруденения, согласно которой наибольшие размеры поперечного сечения борозд применяются при опробовании месторождения с неравномерным или крайне неравномерным оруденением и, наоборот, малые размеры — при равномерном оруденении.

При одинаковом характере оруденения мощные рудные тела опробуются, как правило, бороздами малых размеров (3—5×2 см), а маломощные рудные тела — бороздами большего поперечного сечения (10×2—15×3 см). Маломощные рудные тела, особенно в первом этапе разведки, опробуются, как правило, задишкой.

Основным правилом взятия бороздовых проб является сохранение постоянной величины поперечного сечения по всей длине борозды. Несоблюдение этого условия может повлечь за собой систематическую погрешность опробования.

В выработках, пересекающих рудное тело вкрест простирания, бороздовые пробы отбираются по стенкам выработки на высоте 0,9—1,2 м от почвы, и опробование ведётся непрерывно от висячего до лежачего бока рудного тела.

При крутых углах падения рудных тел бороздовые пробы берутся горизонтально, при пологих углах наклона — вертикально. При полосчатом оруденении необходимо располагать борозды так, чтобы конец одной борозды совпадал, но не захватывал начало соседней борозды. При несоблюдении этого правила какой-либо особо бедный или богатый интервал рудного тела может дважды войти в соседние пробы или совсем в них не войти, что исказит среднее содержание металлов в данном участке рудного тела.

При отборе проб по стенкам выработки, идущей вкрест простирания мощных рудных тел, границы между бороздовыми пробами проводятся не строго по принятым интервалам, а с учетом

обязательного отдельного опробования отдельных разновидностей руд или перемежающихся рудных и безрудных участков.

При систематическом опробовании шурфов в процессе разведки месторождений с неравномерным и весьма неравномерным оруденением целесообразно пробы отбирать по двум противоположным или даже по всем четырем стенкам, а полученный материал объединять в одну пробу.

Для каждого рудного тела рассчитывается теоретический вес материала с 1 пог. м борозды при установленных для неё ширине и глубине. После взятия пробы материал её взвешивается на весах и вес сравнивается с теоретическим весом. При отклонениях фактического веса пробы от теоретического более чем на 20—30% проба бракуется, так как это отклонение свидетельствует либо о невыдержанности глубины или ширины борозды, либо о потере части материала пробы, либо об её загрязнении посторонним материалом, что искажает результаты опробования.

В выработках, пересекающих рудное тело вкрест простирания, при неравномерном содержании металлов в руде, опробуются обе стенки выработки.

Ручная отборка бороздовой пробы является трудоемким процессом. В последнее время проводятся опыты по механизации отбойки бороздовых проб. Применение обычных перфораторных или отбойных молотков оказалось неудачным, так как сила удара велика и значительное количество материала разлетается мимо подостланного брезента. Лучшие результаты даёт применение клепальных молотков, которые значительно облегчают труд пробщика, увеличивают его производительность, улучшают размер борозды и не приводят к распылению материала.

Шпуровые пробы. В пробы отбирается ровная пыль или шлам, получаемые при бурении проходческих или специальных шпуров.

Опробование по проходческим шпурам проводится лишь в тех случаях когда выработки всем своим сечением проходят по руде (т. е. при наличии мощных рудных тел — штокверков, залежей, линз и т. п.), и не возникает опасения, что шпурами могут быть захвачены вмещающие пустые породы.

В выработках, проходимых по простиранию рудных тел, обладающих анизотропным строением, проходческие шпуры использовать для целей опробования нельзя.

При шпуровом опробовании пробы можно брать длиной от 1 до 3 м, но при нечетких границах между рудным телом и вмещающими породами их следует отбирать секциями длиной от 0,2 до 0,5 м.

При мокром бурении в пробу поступает буровой шлам, а при сухом — буровая мука. Во избежание запыления рудничной атмосферы сухое бурение шпуров производится без продувки забоя. В этом случае распыление материала пробы исключается.

Для улавливания бурового шлама применяют тройник, при помощи которого в процессе бурения шпуров через патрубки собирают вытекающий из шпура шлам в специальные шламоотстойные ящики, откуда он после отстаивания направляется для просушки и сокращения.

Таким способом даже в трещиноватых породах улавливается 60—70 % бурового шлама, а в плотных породах до 100 %.

При проходке горизонтальных выработок вкрест простирания в пробу отбирается весь буровой шлам, полученный при бурении той части проходческих шпуров, которые подлежат опробованию.

При проходке горизонтальных выработок по простиранию рудного тела, мощность которого превышает их ширину, в стенках штреков следует пробуривать специальные шпуры с целью получения сквозной пробы от висячего до лежащего бока. Это возможно для рудных тел, обладающих мощностью в 8—10 м.

Для опробования шпурами рудных тел большой мощности рекомендуется проходка глубоких скважин — шпуров с помощью тяжелых перфораторов; шпуры можно бурить под любым углом наклона, но наиболее удовлетворительные результаты получают при пробуривании скважин с восстанием под углом 5—30° к горизонту.

При решении вопроса о выборе метода опробования следует учесть, что при шпуровом опробовании обычным перфоратором можно разведать и опробовать рудные тела на 5—8 м за пределами выработок, причем скорость отбора и обработки шпуровых проб в 4—5 раз больше и в 2—3 раза дешевле бороздовых.

Точечные пробы. Этот способ применим при опробовании главным образом мощных рудных тел, характеризующихся сравнительно равномерным массивным или вкрапленным оруденением и одинаковыми физическими свойствами рудных минералов и вмещающих пород.

Точечные пробы отбираются непосредственно в массиве, обычно в кровле, забое или стенке выработок. Этот способ является аналогом задирикового (площадного) или бороздового (линейного) способов отбора проб. В зависимости от степени равномерности оруденения и требуемой точности, точечные пробы отбиваются по сетке определенной густоты или линейно (пунктирные борозды).

При отборе точечных проб по сетке поверхность опробуемого участка рудного тела разбивается веревочной сеткой или поперечными линиями на отдельные участки квадратной (прямоугольной или ромбической) формы. В центре каждого квадрата, отстоящих друг от друга в 10—15—25—50 см, молотком отбиваются отдельные кусочки (частные пробы или порции) весом в 0,1—0,2 кг. Сумма этих частных проб составляет точечную пробу, которая является более или менее представительной при достаточно равномерном оруденении или при очень густой сети точек взятия отдельных порций.

Одной из разновидностей точечного способа является точечно-пунктирное опробование, осуществляемое путем отбора отдельных порций (кусков) по линии, расположенной вкрест простирания рудного тела.

Пунктирные пробы, являясь аналогом бороздовых, отличаются от последних более высокой производительностью и более низкой представительностью.

Способ может применяться как основной для повседневного опробования мощных рудных тел и, кроме того, в случаях скоростной проходки отдельных выработок и необходимости опробования участков, где отбор проб другими, более трудоемкими (задириковый или бороздовый) способами затруднен.

Горстьевые пробы (способ вычерпывания) берутся только при большой мощности рудных тел, когда выработка всем своим сечением проходит в руде. Пробы отбираются из отбитых рудных масс как непосредственно в забое после отпалки, так и из отвалов, находящихся на поверхности. При отборе проб на навале отбитой руды сначала намечается сетка, а затем из узлов сетки отбираются частные порции определенного веса.

Опробование этим способом экономично, так как не требует большой затраты рабочей силы, но является менее точным и может сопровождаться систематической погрешностью, поэтому перед его применением необходимо убедиться путем сравнения с результатами других более надежных способов отбора проб в том, что опробование этим способом не приведет к систематической ошибке, причем такую проверку следует повторять каждый раз при появлении новых типов руд или при смене персонала пробщиков.

Выбор расстояний между пробами в разведочных горных выработках. Вопрос о выборе расстояния между пробами имеет важнейшее значение для любого метода опробования. При необоснованно большом расстоянии могут получиться неточные средние результаты; при излишне сгущенных расстояниях сильно увеличиваются расходы на опробование, а химическая лаборатория загружается большим количеством излишних проб.

В выработках, идущих вкрест простирания мощных рудных тел, пробы следует отбирать на стенках выработки и независимо от метода опробования пересекать всю мощность рудного тела.

Расстояние между линиями опробования, пересекающими мощные рудные тела вкрест простирания, определяется расстоянием между разведочными выработками (канавами, ортами и параллельными им горизонтальными скважинами).

Расстояние между пробами, отбираемыми по маломощным рудным телам, полностью вскрытым выработкой, идущей по простиранию, может колебаться от 1 до 4 м. Если мощность рудного

тела больше ширины выработки, забойные сквозные пробы следует отбирать через 4—5 м. В подсчет запасов последние не включаются, но данные по ним частично могут быть использованы при оперативном планировании и для характеристики распределения полезных компонентов.

Практикой установлены, применительно к различным группам месторождений, некоторые общие, сугубо ориентировочные интервалы между пробами, которыми следует руководствоваться при отсутствии более достоверных данных (табл. 6) ¹.

Таблица 6

Группа месторождений	Характер распределения компонентов, подлежащих определению	Коэффициент вариации в %	Расстояние между пробами в м
I	Равномерный	30—80	15—4
II	Неравномерный	70—100	4—2,5
III	Весьма неравномерный	80—150	2,5—1,5
IV	Крайне неравномерный	>150	1,5—1

При решении вопроса об интервалах между пробами производится экспериментальная проверка путем сравнения результатов опробования при разных расстояниях между пробами, т. е. методом разрежения, или пользуются методами математической статистики. При отсутствии экспериментальных данных, особенно на первом этапе разведки, интервалы между пробами устанавливаются по аналогии.

Метод разрежения заключается в следующем. На значительном интервале опробования выработки определяют среднее содержание полезных компонентов сначала по всем пробам, затем через одну, две и т. д. Если среднее содержание, установленное по всем пробам, отличается незначительно от среднего содержания, установленного по пробам, взятым через одну или две, то интервал между пробами может быть соответственно увеличен.

Если руда является комплексной, то сравнение среднего содержания, определенного по всем пробам и по разреженным пробам, проводят для основного компонента, а если этих компонентов несколько, то для компонента с менее выдержанным содержанием.

По экспериментальным данным хорошие результаты получаются при наличии на исследуемом участке не менее 35—45 проб при весьма неравномерном оруденении.

Еще более благонадежные результаты получаются при сравнении средних содержаний обычных и разреженных проб по целому блоку или по нескольким блокам.

¹ По Н. В. Барышеву.

ОПРОБОВАНИЕ БУРОВЫХ СКВАЖИН

При разведке месторождения цветных металлов буровыми скважинами колонкового бурения материалом для опробования является керн и шлам промывных вод.

Опробование керна производится путем его продольного раскола на две половины, из которых одна составляет пробу, а другая остается как геологический документ, характеризующий разрез рудного тела и вмещающих пород. Для раскалывания керна рекомендуется использовать керноколы. При этом необходимо следить, чтобы участки с неравномерным оруденением попадали в пробу и оставшуюся от неё часть керна в равных количествах. При расколе керна получается некоторое количество мелочи, которая обычно обогащена хрупкими рудными минералами, выкрашиваемыми из керна. Для представительности керновых проб мелочь должна быть собрана по каждому интервалу опробования, разделена пополам, одна половина смешана с пробой, а вторая оставлена с документационной частью керна или уничтожена.

В некоторых штокерковых месторождениях рудная вкрапленность располагается не только во вмещающих породах, но и по трещинкам отдельности и мелким кварцевым прожилкам. Керн из таких рудных тел раскалывается при бурении по трещинкам, сульфиды выкрашиваются, истираются и выносятся промывными водами, вследствие этого опробование керна в подобных месторождениях часто дает заниженные результаты. Явления избирательного истирания могут быть установлены путем сравнения проб керна и шлама.

Интервалы взятия керновых проб могут быть весьма различными и равными интервалам бороздовых проб, т. е. от минимальных 5—10 см до максимальных 2—3 м. При разведке жильных месторождений большая часть керна представлена безрудными вмещающими породами, по которым составляется геологический разрез и которые опробуются только в особых случаях, представляющих интерес для того или иного участка. Обязательному опробованию, кроме керна рудного тела, подлежит керн вмещающих минерализованных и гидротермально измененных пород.

При разведке штокерковых месторождений или других крупных залежей опробованию подлежат все интервалы скважины, так как оруденение не имеет четких геологических границ и контурируется на основании результатов опробования. При проходке явно безрудных пород, для которых необходимо документально проверить содержание металлов, интервалы проб увеличиваются до 5—10 и даже 15 м. Керн пород с рассеянным оруденением опробуется полностью, без пропусков, при этом интервалы отдельных проб, в зависимости от характера оруденения, не должны превышать 2—3 м. Если в таких интервалах встречаются бога-

тые скопления рудных минералов, для них отбираются отдельные пробы.

Керн рудной толщи опробуется полностью, без пропусков, а интервалы отдельных проб устанавливаются в зависимости от общей мощности рудного тела, равномерности и наличия или отсутствия полосчатости оруденения. При большой мощности рудного тела, измеряемой многими десятками метров, длины отдельных проб устанавливаются в 1—2—3 м. Большие интервалы недопустимы, так как в рудном теле должны быть околонтурены богатые или непромышленные участки. Выемка первых может быть запроектована отдельно от выемки общей массы руды; вторые могут быть исключены из подсчета запасов. В менее мощных рудных телах и телах с очень неравномерным оруденением интервалы опробования не должны превышать 0,5—1 м.

Пробы из скважин являются представительными только при выходе керна не менее 70%. При меньшем выходе керна опробование его ненадежно, так как керн может истираться избирательно по более богатым или более бедным рудам, в зависимости от их устойчивости. Неподнятая часть керна, разрушенная в процессе бурения, может иметь иное содержание компонентов, нежели содержание их в поднятой части керна. В этих условиях обязательным является опробование шлама и мути и тогда по результатам опробования сохранившейся части керна и по пробам шлама устанавливается содержание полезных компонентов на данном интервале. Опробование шлама и мути дает мало надежные результаты вследствие потерь взвешенных в промывной воде частиц по трещинам стенок скважины, а также вследствие отставания выхода буровой мути на поверхность от бурения и смешивания ее с мутью других интервалов. Опробование бурового шлама затрудняется, кроме того, загрязнением его истертой буровой дробью. При применении промывки скважин глинистым раствором опробование шлама становится невозможным.

Вследствие неточности данных опробования шлама и буровой мути вычисленное содержание полезных компонентов по интервалу скважины становится ненадежным. Такие интервалы приходится исключать из подсчета запасов.

ОБРАБОТКА ПРОБ

Первоначальный вес проб, отобранных из рудного тела, колеблется в широких пределах от единиц до десятков килограммов — для бороздовых, шпуровых, точечных и задириковых проб, до единиц и десятков тонн — для валовых проб. В химический анализ сдается обработанная и сокращенная проба весом не более 200—300 г. Эта проба должна обладать таким качеством, что любая часть, взятая из нее после тщательного перемешивания, была бы представительной по содержанию всех изучаемых ценных или вредных компонентов. Чем тоньше измельчен мате-

риал пробы, тем совершеннее она перемешивается и тем меньшая ее часть по весу будет представительной по содержанию всех компонентов по отношению к пробе первоначального веса.

Составление схем обработки проб ведется по формуле:

$$Q = Kd^2,$$

где Q — минимальный вес пробы в кг, допускаемый на той или иной стадии обработки проб;

K — коэффициент пропорциональности, берущийся из таблиц;

d — максимальный диаметр частиц, в мм.

Величина K колеблется от 0,05 до 1,0 и зависит от характера руды и степени неравномерности распределения полезного компонента. Для обработки проб руд цветных металлов величина K выбирается в пределах от 0,1 до 0,5. Зависимость весов проб от величины K и d дана в табл. 7.

Таблица 7

Максимальные размеры частиц в мм	Минимальные веса проб в кг при различных значениях коэффициента K		
	$K=0,1$	$K=0,2$	$K=0,5$
100	1 000	2 000	5 000
50	250	500	1 250
25	62	125	312
10	10	20	50
5	2,5	5,0	12,5
3	0,9	1,8	4,5
1	0,1	0,2	0,5
0,5	0,025	0,050	0,125
0,25	0,006	0,012	0,031
0,1	0,001	0,002	0,005
0,05	0,00025	0,0005	0,00125

Для облегчения расчетов определения минимальных весов пробы, в зависимости от максимальных размеров частичек этой пробы, для каждого типа руд может быть составлена таблица, пример которой приводится ниже.

Обработка проб состоит из измельчения, просеивания, перемешивания и сокращения.

Дробление и измельчение проб при предварительной разведке и поисковых работах проводится вручную молотом, а затем в ступах различных размеров. Для периода детальной разведки, когда количество проб становится большим, обязательно применение механического дробления и измельчения проб. Отечественная промышленность изготавливает удобные и надежные в работе лабораторные щековые дробилки, валки и дисковые истиратели.

Процесс обработки проб является не менее важным, чем процесс взятия проб, так как правильно взятая и представительная

проба, при ее неверной обработке и сокращении, может стать непредставительной и испортить результат опробования. В процессе обработки проб и получения навесок для химических анализов нужна исключительная аккуратность, чистота и четкость в работе. После каждого процесса дробления и измельчения необходимо проводить контрольное грохочение или просеивание пробы, доказывающие возможность дальнейшего сокращения веса пробы. Перемешивание осуществляется по методу кольца и конуса. Сокращение можно производить только после тщательного перемешивания; при массовой обработке проб необходимо пользоваться специальными делителями, при помощи которых можно достигнуть более правильного и быстрого разделения пробы на необходимое количество одинаково представительных частей. Но для начальных стадий обработки можно применять метод квартования, а также делительные ящики (для проб большого веса).

Кроме приготовления обработанной пробы в 200—300 г, для передачи в химическую лабораторию обязательно готовится ее дубликат такого же веса, который должен храниться в архиве в течение всего периода разведочных работ. Эти дубликаты служат материалом для контроля работы по приготовлению проб, для контроля работы химической лаборатории, а также для составления сборных проб.

КОНТРОЛЬ ОТБОРА ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗОВ ПРОБ

Контроль отбора проб. Для установления характера и величины возможной случайной или систематической погрешности того или иного метода отбора проб осуществляется контроль при помощи повторного или параллельного опробования другими, более надежными методами.

На месторождениях, характеризующихся простым строением залежей и текстурами руд, систематически производить контроль нет надобности. Однако для выяснения возможных случайных отклонений целесообразно периодически проводить проверку качества отбора текущих проб.

Для руд с неблагоприятными текстурами контроль рекомендуется осуществлять 1—2 раза в год.

При проведении контрольного опробования необходимо иметь в виду, что: контролируемые и контрольные пробы должны быть смежными или сопряженными; контроль должен осуществляться с начала до конца одним и тем же способом; размеры контрольных проб (ширина и глубина) должны быть постоянными и проверяться в процессе отбора проб шаблоном; контрольные пробы должны располагаться по возможности равномерно на вскрытой части месторождения, при этом крайне важен охват контролем основных типов руд по их составу и содержанию; количество контрольных проб, отбираемых от каждого типа руд, должно быть

в пределах 25—70 штук в зависимости от группы, к которой относится то или иное месторождение.

Обработка основных и контрольных проб должна проводиться в одинаковых условиях.

Анализ контрольных и основных проб должен осуществляться одним и тем же методом, в одинаковых условиях, при одинаковой крупности зерен в конечных весах и одинаковом количестве навесок. Химические анализы зашифрованных контрольных проб осуществляются не менее чем по двум навескам.

Контроль отбора проб на месторождениях, разведанных преимущественно буровыми скважинами, осуществляется (если это вызывается необходимостью) горными выработками, специально задаваемыми с этой целью. При расположении горных выработок для контроля опробования буровых скважин необходимо контролировать главные технологические типы руд. Размещение контрольных горных выработок должно быть равномерным, относительно площади распространения того или другого типа руд.

Пробы в контрольных горных выработках рекомендуется отбирать валовым способом; при этом необходимо строго следить за тем, чтобы длина контрольных (валовых) и контролируемых (керновых) проб при строгом их сопряжении была одинакова.

Контроль обработки проб. Во избежание систематических ошибок при приготовлении проб к анализам необходимо проводить контроль обработки проб, который осуществляется путем химических анализов всех полученных после сокращения пробы отходов. При этом остатки (хвосты) каждой пробы объединяются, перемешиваются, обрабатываются и доводятся до аналитического веса при том же коэффициенте K , который был принят для обработки основных проб.

Важным условием объективной оценки результатов является соблюдение условий анализа, а именно: анализ зашифрованных контрольных проб должен проводиться по двум параллельным навескам, одним и тем же аналитиком, одним и тем же методом.

Контроль анализов проб. Точные определения содержания цветных металлов являются обязательным условием правильной промышленной оценки месторождений, в особенности месторождений с большими запасами бедных по содержанию руд. Качество работ местных химических лабораторий, по данным которых определяются средние содержания цветных металлов, должны контролироваться двумя методами: внутренним и внешним.

Внутренний контроль проводится систематически, путем передачи в ту же химическую лабораторию зашифрованных дубликатов проб, ранее проанализированных. Такой контроль может обнаружить случайные ошибки и недостатки в работе химической лаборатории, но систематические ошибки, которые могли явиться следствием методических ошибок в ведении анализа, могут быть не обнаружены внутренним контролем.

Внешний контроль предназначен для выявления систематических ошибок в работе химической лаборатории и осуществляется путем передачи в центральную лабораторию для контрольного анализа дубликатов проб, ранее проанализированных в местной лаборатории. Пробы для контроля должны подбираться с таким расчетом, чтобы отразить как высокие, так и средние и низкие содержания компонентов в руде. Количество проб, отправляемых на внешний контроль, должно быть порядка 5—10% от общего числа проб основных типов руд, но не менее 20—30 проб по каждому типу.

Для своевременности контроля работы местной лаборатории внешние контрольные анализы должны проводиться систематически на протяжении всего периода разведки. Пробы для внешнего контроля посылаются в центральную лабораторию периодически 2—3 раза в год. В последнее время практикуется метод контроля эталонными пробами, предложенный Н. А. Хрущовым.

Из руд разведываемого месторожденияготавливаются 3—4 пробы с различными содержаниями полезных компонентов, характеризующие основные типы и сорта руд этого месторождения. Пробыготавливаются весом в 10—20 кг каждая, причем весь объем пробы истирается до 0,05 мм. От каждой пробы отбирается по 75 навесок в 50 г каждая, из которых 25 навесок анализируется в местной лаборатории, а 50 навесок направляется в две лучшие химические лаборатории центральных институтов, где для всех навесок проводятся точные химические анализы на основные компоненты данных руд несколькими методами. В результате сравнения всех результатов анализов проб, проведенных в центральных лабораториях, определяется среднее содержание искоемых металлов, которое принимается за истинное. В процессе текущих анализов проб в местной лаборатории, вместе с передачей на анализ рядовых проб, систематически передаются для анализа пробы эталонного образца. Такой путь контроля позволяет проверять работу местной лаборатории систематически и немедленно выявлять ошибки анализов.

Систематический контроль работы лаборатории можно производить не пользуясь услугами центральных лабораторий, с помощью метода анализа искусственных проб с известным содержанием полезных компонентов.

ОПРОБОВАНИЕ НА ПОПУТНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ВРЕДНЫЕ ПРИМЕСИ

В период детальной разведки месторождения устанавливаются средние содержания попутных компонентов и распределение их в различных участках, типах и сортах рудного тела. С этой целью для каждого рудного тела, его горизонта или разновидностей минералогического составаготавливается сборная проба.

Последнюю составляют путем смешивания частей навесок из архива проб по тем номерам проб, которые характеризуют данное рудное тело, его горизонт, тип или сорт руды. Сборные пробы подвергаются спектральному анализу с полной расшифровкой всех элементов, встречающихся в этом рудном теле и с примерным определением их количества. По спектральным анализам устанавливается частота распространения искоемых полезных компонентов и примерное их количественное содержание.

Для элементов, которые, судя по спектральным анализам сборных проб, могут иметь промышленное значение, их содержание необходимо проверить химическими анализами.

При детальной разведке, когда взяты технологические пробы, спектральному (а затем по его результатам и химическому) анализу должны быть подвергнуты все продукты обогащения руды, получаемые из технологических проб. В продуктах обогащения некоторые элементы имеют большую концентрацию по сравнению с рудой (в 10—1000 раз) и в них значительно легче определить содержание того или иного ценного компонента.

Вредными примесями в рудах являются те элементы, которые концентрируются вместе с полезными компонентами в товарной продукции, извлекаемой из руд, и мешают дальнейшему использованию этой продукции в металлургической промышленности.

Для руд цветных металлов вредными примесями являются: сурьма, мышьяк, иногда висмут и др.

Кроме вредных примесей, ухудшающих качество товарной продукции, в рудах изучаются также минералы, обогащающиеся совместно с сульфидными минералами и являющиеся инертными, приводящими к разубоживанию товарной продукции и снижению в ней содержания металлов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ

ОТБОР ПРОБ

Задачей технологического опробования является отбор проб для проведения технологических испытаний руды, в результате которых выясняются наиболее эффективные методы ее переработки.

Технологическое опробование месторождений цветных металлов проводится как в процессе предварительной и детальной разведки, так и в период их эксплуатации.

В большинстве случаев технологическое опробование месторождений цветных металлов начинается в первой стадии разведки, после проведения соответствующих разведочных работ, получения первых результатов опробования, минералогического исследования вещественного состава и других материалов, позволяющих судить о качестве, масштабах и перспективах разведываемого месторождения. Существенно важное значение для решения

дальнейшей судьбы месторождения имеют результаты первого предварительного технологического изучения руд.

Технологические испытания новых типов руд обычно проводятся в три стадии: лабораторные, полужаводские и заводские — и в соответствии с этим производится отбор технологических проб.

Лабораторные испытания проводятся с целью определения качественного и количественного состава руд, выяснения возможности и технико-экономической целесообразности извлечения и обогащения полезных компонентов, установления наиболее эффективных способов обогащения и возможного процента извлечения полезных компонентов, и разработки общей схемы технологического процесса.

Полужаводские испытания проводятся для проверки на опытных установках полужаводского масштаба схемы технологического процесса, намеченной лабораторными испытаниями.

Заводские испытания проводятся с целью опытного применения разработанной качественной и количественной технологической схемы в производственных условиях.

В результате предварительного технологического изучения руд, проведенного по материалам лабораторных проб, должны быть выяснены следующие вопросы: основные формы нахождения полезных компонентов в руде и возможность их промышленного извлечения; возможность получения из руды продуктов (концентратов или металла), позволяющих вести дальнейшую их переработку при благоприятных технико-экономических показателях; наличие в руде других ценных компонентов и возможность их попутного извлечения.

Выделение технологических типов и разновидностей руд проводится в период детальных разведочных работ геологами при своевременной консультации технологов, проводившими предварительные технологические испытания. При выделении технологических типов и разновидностей руд необходимо учитывать: химический и минералогический состав руды; форму нахождения в руде полезных компонентов; структурные и текстурные особенности руд; запас руды данной разновидности: особенности их выемки из недр; возможные способы технологической переработки руд.

После выделения технологических типов руд на месторождении намечаются участки, наиболее характерные для каждого типа, в которых отбираются пробы. Количество участков зависит от масштаба рудного тела, характера минерализации и типа горных выработок, в которых отбираются пробы. Однако для отбора проб по каждому типу руд их количество не должно быть меньше 3—4. Уменьшение количества участков для отбора проб может помешать отбору достаточно представительной средней пробы, в полной мере характеризующей данный тип руд.

Методика отбора и вес пробы определяются совместно геологами и технологами в зависимости от цели исследования.

Технологические пробы, предназначенные для лабораторных испытаний, отбираются весом 250—2000 кг; для полужаводских испытаний — от 5 до 20 т; для заводских испытаний — от 250 до 1500 т и более с таким расчетом, чтобы количество испытываемой руды было достаточным для загрузки фабрики или завода в течение определенного промежутка времени.

Для лабораторных испытаний технологических проб берется руда, не засоренная примесью вмещающих пород, но со всеми безрудными прослоями, находящимися внутри рудного тела, которые в процессе отработки не могут быть отделены от руды.

При опробовании рудных тел, имеющих мощность менее 0,8—1,0 м, при разработке которых руда будет засоряться вмещающими породами, следует сообщать лаборатории в прилагаемой к пробе объяснительной записке сведения о мощности рудного тела и о предполагаемом разубоживании. К пробе следует приложить в виде образца 15—20 кг вмещающих пород в отдельной упаковке.

Технологическая проба для полужаводских испытаний должна представлять средний состав рудной массы, т. е. смеси чистой руды и разубоживающих ее вмещающих пород в том соотношении, в котором они будут выдаваться на поверхность в процессе эксплуатации.

Если рудоразборка в условиях будущей эксплуатации опробуемого месторождения считается целесообразной, то технологическая проба для полужаводских испытаний должна быть подвергнута рудоразборке в лаборатории, которая будет производить испытание.

Заводские технологические пробы должны представлять состав рудной массы в том виде, в каком она будет подаваться на переработку в условиях производства. Добыча руды для них производится по возможности в тех же условиях, в которых будет вестись добыча при эксплуатации, с тем же приблизительно разубоживанием.

Технологические пробы для лабораторных испытаний отбираются в процессе предварительной разведки или в крайнем случае в начале детальной разведки. Технологические пробы для полужаводских испытаний берутся в процессе детальной разведки. Заводские технологические пробы составляются в заключительной стадии детальной разведки или в процессе подготовки месторождения к разработке.

Если на месторождении отчетливо выражены различные типы и сорта руд полезного ископаемого, которые при эксплуатации будут выниматься и перерабатываться отдельно (окисленные, сульфидные, баритовые и другие руды), технологические пробы следует отбирать отдельно из каждого типа руд. Кроме того, рекомендуется отобрать пробу по богатым рудам, если они составляют значительную часть в общих запасах.

Если на месторождении выделяются отдельные рудные тела с различным составом полезных компонентов, которые будут добываться и перерабатываться отдельно, технологические пробы также следует отбирать по каждому рудному телу отдельно.

Отбор технологической пробы может осуществляться из материала проходки разведочных выработок, причем в пробу отбирают каждую 5—10-ю вагонетку. В пробу должен отбираться материал со всей мощности рудного тела или сорта руды. Из полученного большого количества руды в пробу отбирается путем перелопачивания каждая 3—5—10-я лопата с целью сокращения пробы до требуемого веса.

Технологическая проба небольшого веса может быть отобрана и после проходки разведочных выработок по кровле и стенкам выработок, бороздой соответствующего сечения или точечным методом.

При отборе проб в старых выработках место взятия пробы предварительно зачищается на глубину 5—10 см.

Следует иметь в виду, что сульфидные минералы в условиях поверхности быстро окисляются, вследствие чего куски руды и особенно частицы рудной мелочи покрываются пленками продуктов окисления. При этом технологические свойства руды изменяются пропорционально длительному лежанию пробы на поверхности.

Собираемую технологическую пробу следует по возможности предохранять от воздействия атмосферных агентов путем хранения ее под навесом или в каком-либо помещении. Исходя из этого же соображения, рекомендуется пробы составлять возможно быстрее и незамедлительно отсылать их на место назначения. При отборе технологической пробы из отвалов предварительно проходят сеть шурфов с тем, чтобы в пробу поступил материал со всей мощности отвала.

В случае разведки месторождения колонковым бурением в пробу отбирают половину или четвертую часть керна, а при ударноканатном бурении — соответствующую часть шлама с таким расчетом, чтобы этот материал дал пробу требуемого веса.

ОБРАБОТКА ПРОБ

Сокращение технологической пробы осуществляется или непосредственно у забоя после отпалки или на дневной поверхности.

Желательно после отпалки получить в каждом участке такое количество рудной массы, которое позволило бы произвести первое сокращение непосредственно у забоя. Сокращение в таких случаях осуществляется путем перелопачивания с разделением всей массы руды на две части из которых одна идет в пробу. После сокращения отбитой рудной массы у забоя, оставшуюся часть доставляют на поверхность для обработки.

Конечный вес и предельная крупность материала пробы должны быть согласованы с технологами, которые занимаются ее изучением. Исходный вес проб зависит от степени равномерности содержания полезного компонента и других свойств руды, а также от требуемого конечного веса проб.

Соотношение начального и конечного весов проб может колебаться от 1 : 1 и 1 : 2 до 1 : 15 и 1 : 20. Для крупных проб соотношение чаще всего бывает от 1 : 1 до 1 : 2—3.

Для технологических проб среднего (5—20 т) или малого (250—2000 кг) конечного веса при неравномерном или весьма неравномерном оруденении это соотношение может доходить до 1 : 10 и 1 : 20.

Места отбора технологических проб тщательно документируются и в них отбираются рядовые пробы, которые анализируются на содержание в них всех возможных полезных, попутных и вредных компонентов. Выданная на поверхность в вагонетках или тачках рудная масса подвергается сокращению. Число сокращений производится в зависимости от требуемого конечного веса.

Технологические пробы для лабораторных испытаний упаковываются в бумажные или другие мешки, каждый мешок взвешивается, нумеруется, они укладываются в ящики, вес которых не должен превышать 70—80 кг.

Заводские пробы могут грузиться непосредственно в вагоны без тары, но вся мелочь, оставшаяся на пробоподготовительной площадке и погрузочной платформе, должна войти в состав пробы.

Особое внимание следует обращать на транспортировку проб, как от забоя до места обработки, так и от места обработки до обогащательной лаборатории или фабрики.

Об отборе технологической пробы составляется акт, который состоит из объяснительной записки и паспорта. Объяснительная записка должна содержать краткое описание геологического строения месторождения и опробованного участка, характеристику вещественного состава рудных тел, физических свойств руды и вмещающих пород. К объяснительной записке прилагаются: геологический план участка технологического опробования и геологические зарисовки участков в местах отбора технологической пробы.

В паспорте указывается название технологической пробы, название месторождения, описывается метод пробоотбора, количество участков, в которых отбирался материал для пробы, способ транспортировки, и упаковки; количество ящиков, их маркировка и фамилии лиц, отбравших пробу.

Технологическое опробование необходимо проводить с таким расчетом, чтобы располагать результатами испытаний к первому подсчету запасов и началу детальной разведки отдельных участков.

ТЕХНИЧЕСКОЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ

Правильный подсчет запасов и оценка месторождения могут быть произведены при условии своевременного изучения и выяснения некоторых физических свойств руд и вмещающих пород — объемного веса, влажности, твердости, буримости, коэффициента разрыхления и т. д.

Геолог, изучающий месторождение, должен располагать к моменту первого подсчета запасов, помимо результатов технологического опробования и предварительных данных о вещественном составе руд, также более или менее точными данными об основных физических свойствах этих руд.

В стадии предварительной разведки объемный вес руды, как правило, определяется лабораторными способами, путем взвешивания образцов из горных выработок или керна буровых скважин с предварительным их парафинированием. Такие эксперименты желательно проводить с несколькими образцами из различных выработок и разновидностей руд.

Однако лабораторные методы, в частности метод взвешивания, часто дают завышенные значения объемных весов, так как в этом случае не учитывается естественная трещиноватость руд и наличие в них относительно крупных полостей. Поэтому объемные веса, определенные лабораторными методами, в дальнейшем контролируются и уточняются методом выемки целиком, учитывающим не только микротрещиноватость, но и наличие крупных полостей в рудном теле. Этот метод из-за своей трудоемкости применяется преимущественно в стадии детальных разведочных работ.

При детальной разведке месторождения и оценки части его запасов по кат. В определение объемного веса должно быть проведено более точно, для чего по каждому типу и сорту руд должны быть проведены специальные экспериментальные работы. В характерных местах проходится короткометражная выработка с возможно более правильными геометрическими очертаниями. Вся порода, выбираемая из этой выработки, объем которой не должен быть меньше 5—10 м³, обмеряется на месте мерными ящиками и взвешивается на весах. Одновременно проводится тщательный маркшейдерский замер объема выработки. Зная объем выработки и вес вынутой из нее породы, достаточно точно определяются объемный вес руды с учетом микро- и макропористости и трещиноватости. Зная объем выработки и объем отбитой руды (по мерным ящикам), определяют коэффициент разрыхления руды. Одновременно замеряется кусковатость руды и устанавливается выход руды того или иного класса крупности. В случае различных содержаний полезных компонентов в отбитой руде разной крупности следует провести отбор материала на химические анализы из руды всех классов крупности данной пробы.

Учитывая значительные затраты на проведение таких обязательных работ по определению объемного веса, рекомендуется

использовать эти работы также и для контроля опробования. Вся вынутая масса руды служит валовой пробой. Шпуровая мука из всех проходческих шпуров собирается и дает материал для шпуровой пробы. Из материала каждой отпалки отбираются пробы горстьевым способом. Все стенки пройденной выработки опробуются бороздовыми и точечными пробами. Таким образом, затраты на производство определения объемного веса при сравнительно незначительных дополнительных работах могут дать весьма ценный материал по контролю опробования, по определению кусковатости руды, распределению полезных компонентов по фракциям крупности и по коэффициенту разрыхления руды.

Определение влажности руды особенно важно для пористых руд, у которых влажность значительна. Последняя определяется для различных сортов руд и для различных горизонтов.

Определения твердости вмещающих пород и руд и вязкости руд (их буримости и дробимости) проводятся чаще в стадии детальных разведочных работ и даже уже при эксплуатационной разведке месторождения.

Крепость руд, буримость и взрываемость, необходимые для установления норм и расценок по проходке горных выработок и буровых скважин, определяются путем хронометражных работ.

Выяснение степени дробимости руды (твердости и вязкости) необходимо для определения производительности стандартной дробильно-измельчительной установки. Хрупкие руды типа окварцеванных гранитоидов и жильного рудного кварца с сульфидными дробятся и измельчаются значительно лучше, чем, например, твердые и вязкие скарновые руды. Точных методов определения степени дробимости руд пока не разработано, в связи с чем для опытного исследования рекомендуется проводить хронометраж работы лабораторных дробилок и истирателей на рудах различных типов.

Минералогическое опробование следует проводить с целью выяснения характера полезного ископаемого, условий образования и взаимоотношений слагающих его отдельных минералов. На основе такого изучения определяются физические свойства и другие особенности минералов: форма и размеры рудных зерен, размеры сростков с другими минералами, форма кристаллов, твердость, магнитность, электропроводность, смачиваемость различными жидкостями и другие свойства, необходимые для выяснения условий образования месторождений и выбора технологического процесса переработки руды.

Глава V. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПЕРВИЧНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Основной задачей первичной геологической документации является правильная и систематическая запись и графическое изображение геологических наблюдений, проводимых в процессе

геологической съемки, изучения и разведки месторождения, а также сбор и составление коллекций образцов руд и горных пород.

Хорошо выполненная геологическая документация горных выработок и буровых скважин является основой для понимания геологического строения месторождения, истории формирования месторождения, структуры, морфологии и т. п.

Геологическая документация позволяет составить представление о характере оруденения, вещественном составе и пространственном распределении отдельных типов руд. По материалам геологической документации определяются геологические, горно-технические и гидрогеологические условия залегания полезных ископаемых, выясняется промышленная ценность месторождения и производится подсчет запасов.

ПОЛЕВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ИЗУЧЕНИИ ПОВЕРХНОСТИ РУДНОГО ПОЛЯ (МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

При проведении разведочных работ необходимо вести документацию всех естественных и искусственных обнажений. При этом непосредственно в поле собирается каменный материал и составляются текстовой и графический материалы.

Каменный материал должен отражать разнообразности пород картируемого участка, систематические пересечения минеральных комплексов, фауну и флору, изменения пород, все типы руд, минералы и т. д.

При долговременном проведении разведочных работ необходимо составлять эталонную коллекцию образцов руд и пород, чтобы все их разновидности, выделяемые в условных обозначениях на картах и зарисовках были представлены в коллекции.

Текстовый материал должен состоять из подробного описания отдельных обнажений и содержать полевое петрографическое определение разновидностей пород картируемого участка с указанием структур и текстур, формы, элементов залегания, описания тектонических нарушений, выявленных рудных тел, характера их контактов с вмещающими породами, изменений пород, минералогического состава и т. д.

Графический материал должен содержать зарисовки обнажений или отдельных их деталей.

Прежде чем приступить к документации, необходимо разработать легенду с учетом следующих требований:

- а) легенда должна быть единой в пределах одного района;
- б) легенда по возможности не должна меняться в процессе работ;
- в) рудные тела, типы и сорта руд должны отчетливо выделяться в легенде от вмещающих пород;
- г) обозначения должны быть просты для исполнения и легко восприниматься;

д) легенда должна быть цветной и штриховой (последняя необходима для снятия светокопий);

е) для пород или руд, близких по составу обозначения, должны быть сходными и, наоборот, для руд или пород с различным составом различными;

ж) при штриховой легенде желательно, чтобы штрихи отображали слоистость, фациальную изменчивость пород и их состав, степень метаморфизма и другие особенности картируемых пород и руд.

Описание обнажений и их зарисовки необходимо вести в специальной пикетажной книжке или журнале, на обложке которой указывается год, район работ, номер книжки, фамилия лица, производящего работу и наименование организации, выполняющей разведку и ее адрес. В описании указывается номер или наименование участка, номер обнажения и даты ежедневных наблюдений. Целесообразно левые страницы записных книжек использовать для зарисовок, а на правых делать описания. Желательно, чтобы левая страница была сделана из миллиметровой бумаги.

Помимо пикетажной книжки, геолог должен систематически вести дневник, в который переносятся записи полевых наблюдений и который следует составлять так, чтобы в случае необходимости полевая работа одного геолога могла быть продолжена другим.

Описание обнажений необходимо сопровождать зарисовками, которые давали бы наглядную картину пространственного взаимоотношения различных геологических образований.

Зарисовки обнажений проводятся в масштабах 1:20, 1:50 или 1:100, в зависимости от поставленных целей, размеров и сложности объекта, подлежащего зарисовке. На зарисовках должны отмечаться пункты привязки данного обнажения к карте и ориентировка зарисовки по отношению к странам света, места взятия проб и образцов. Зарисовки должны соответствовать принятому масштабу, быть ясными, давать четкое представление о текстах, структурах и т. д. В случае необходимости зарисовки могут быть и схематичными, без соблюдения точного масштаба, но ориентировка и привязка их к карте обязательны.

При наличии фотографических снимков обнажений, необходимо увязывать их с картой и ориентировать. В пикетажной книжке должны быть отмечены номера этих фотографий.

Описания и зарисовки обычно сопровождаются отбором образцов пород и руд. Отобранный образец укладывается в специальный мешочек или завертывается в бумагу и снабжается этикеткой. Номер образца должен быть зафиксирован в записной книжке. Минимальные размеры образцов $10 \times 6 \times 4$ см. Размеры образцов руд не регламентируются. В случае необходимости к образцу должен быть приложен кусочек той же породы размером $3 \times 3 \times 2$ см для изготовления шлифа.

ДОКУМЕНТАЦИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Для правильной оценки месторождений необходимо производить геологическую документацию всех горных выработок, расположенных на данном участке, независимо от наличия или отсутствия в них рудных тел.

При документации детально описываются рудные тела (их форма, текстура, мощность, минералогический состав, распределение полезных компонентов), вмещающие породы, дайки, тектонические нарушения, контакты рудных тел с вмещающими породами, контакты различных пород, зоны брекчий, апофизы, изменения вмещающих пород.

Систематически производятся замеры элементов залегания рудных тел, вмещающих пород и тектонических нарушений, изучение трещиноватости и сланцеватости.

Замеры при проходке протяженных горных выработок следует производить не реже чем через 10—15 м. Изучается трещиноватость и сланцеватость.

Документация горных выработок проводится в масштабах 1:50; 1:100 или 1:200, в зависимости от сложности геологического строения месторождения; отдельные участки выработок, требующие особой детализации, следует зарисовывать в масштабах 1:25 и реже 1:10.

Первичная документация горных выработок и их описание производятся в специальных пикетажных книжках, документационных карточках или журналах и систематически должны переноситься в чистовые альбомы забойных зарисовок или карточки.

Документацию протяженных разведочных выработок необходимо осуществлять последовательно при их проходке через определенные интервалы, в противном случае выработки могут быть закреплены и их документация может осложниться или станет невозможной. Очень важно, чтобы зарисовки соответствовали описанию и наглядно отражали особенности рудного тела.

При документации разведочных выработок необходимо отмечать наименование и номер документируемой выработки; глубину от поверхности, расстояние забоя от устья штольни или штрека или маркшейдерской точки; масштаб зарисовки; схематический план выработки и ее ориентировку; фамилии лиц, выполнявших и проверивших документацию.

На зарисовках указываются места взятия проб и образцов, их номера и наносятся все замеры элементов залегания пород и руд.

Перед документацией подземных горных выработок предварительно следует подготовить забой и стенки выработки, очистив их от пыли и грязи. Лучше всего такую очистку осуществлять применением водяного опрыскивателя (типа сельскохозяйственного).

При сложном строении рудного тела и резком его отличии от вмещающих пород рекомендуется фотографирование забоев или стенок выработки при магнитной вспышке. В случае возможности следует наладить систематическую фотодокументацию, дающую наиболее объективное изображение действительности.

Документацию горных выработок на месторождениях, содержащих люминесцирующие минералы, следует сопровождать люминесцентным освещением. Переносные люминесцентные аппараты позволяют на месте установить отсутствие или наличие таких минералов даже при мелкой вкрапленности и бедном содержании.

Документация расчисток и закопшек проводится аналогично документации естественных обнажений. Документация канав ведется по почве и одной из стенок. Шурфы документируются по одной или двум стенкам в зависимости от сложности геологического строения месторождения, расположенным вкрест простирания и по простиранию, при документации дудок зарисовываются две плоскости — вкрест простирания и по простиранию с указанием их ориентировки. В горизонтальных горных выработках, идущих вкрест простирания пород документируют стенку, в выработках, идущих по простиранию, — забой, а при необходимости в том и в другом случаях документируется и кровля. Другие вертикальные и наклонные горные выработки документируются аналогично шурфам и дудкам.

На основании изучения отдельных горных выработок составляются геологические погоризонтные планы и разрезы в масштабах 1:200, 1:500, 1:1000 или 1:2000 (в зависимости от размера месторождения и назначения планов и разрезов). Они составляются по мере продвижения разведочных выработок и данные их взаимно увязываются. Составляются поперечные и продольные разрезы по разведочным линиям с таким расчетом, чтобы по ним можно было выявить структурные взаимоотношения рудного тела с вмещающими породами и тектоническими нарушениями, пространственное расположение и склонение рудных тел. На всех планах и разрезах наносится только проверенный фактический материал наблюдений, вся же интер- и экстраполяция проводится на копиях.

Данные документации подземных горных выработок должны быть увязаны с данными, полученными при геологическом изучении поверхности месторождения.

ДОКУМЕНТАЦИЯ КЕРНА БУРОВЫХ СКВАЖИН

На каждую буровую скважину составляется паспорт, в котором указывается: наименование геологической организации, партии (экспедиции), месторождение, участок, координаты устья и конструкция скважины, глубина ее, краткое геологическое описание керна. В процессе проходки скважины систематически ведется полевой журнал документации.

Документацию керна должен проводить квалифицированный специально подготовленный коллектор или техник, а особо ответственные места керна документируются геологом партии. При документации и описании керна необходимо обращать внимание на состав документируемого керна, характер оруденения, контакты, напластование, трещиноватость и другие особенности.

В процессе проходки скважины необходимо следить за тем, чтобы керн, извлекаемый из колонковой трубы, очищался от постороннего материала и в порядке укладывался в керновые ящики. При отсутствии последних бурение проводить не рекомендуется.

При укладке керна в ящики после каждого его подъема укладывают этикетку с указанием: месторождения, номера скважины, интервала подъема, усадки, линейного выхода керна, смены, даты, фамилии сменного мастера. По мере заполнения керном ящиков они отправляются в кернохранилище. Укладка керна должна проходить под систематическим наблюдением и контролем ответственного лица.

Предварительное описание керна производится во время укладки его в керновые ящики. Детальное описание, отбор проб и образцов из керна лучше производить в кернохранилище. Образцы отбираются от каждой разновидности руд и пород и регистрируются в журнале образцов.

По данным буровой разведки для каждой скважины составляются геологические колонки, а по скважинам, расположенным на одной разведочной линии, составляются разрезы.

ДОКУМЕНТАЦИЯ ОПРОБОВАНИЯ

Пробы, отбираемые в процессе разведки месторождения, а также образцы руд, отбираемые для определения объемного веса полезного ископаемого и других целей подлежат документации.

На каждом месторождении разрабатывается такая система нумерации проб, которая исключала бы возможность повторения одного и того же номера. Для этого при одновременной разведке нескольких отдельных тел полезного ископаемого или при работе на нескольких отдельных разведочных участках, геолог, руководящий опробованием, выделяет заранее для каждого объекта определенные серии номеров проб.

При отборе проб в дневнике записывается: наименование тела полезного ископаемого и месторождения; наименование и номер выработки; дата взятия и номер пробы; место взятия пробы в выработке (забой, кровля, стенка — какая именно); точное наименование опорной точки, к которой привязана данная проба, и расстояние от этой точки по ходу выработки в метрах. Указывается размер пробы: длина, ширина и глубина борозды или задирки, площадь, охваченная точечной пробой и количе-

ство точек. Дается краткое описание и зарисовка пересеченных пробой пород и полезных ископаемых, а по возможности глазомерная оценка содержания полезного ископаемого по 5-балльной шкале (1 — нет, 2 — мало, 3 — среднее количество, 4 — много, 5 — очень много), расшифровав для каждого месторождения количественные интервалы этой шкалы.

Каждая проба сопровождается этикеткой с указанием: наименования месторождения или рудного тела, выработки, в которой взята проба, номера, даты взятия, сечения борозды, фамилии лица, отобравшего пробу.

Проба керна сопровождается этикеткой, в которой отмечаются номер скважины, глубина, освещаемая данной пробой, дата отбора пробы, фамилия лица, отобравшего пробу. Кроме того, коллектор в своем дневнике также отмечает номер скважины, интервал опробования, линейный выход керна, его состояние (сплошная колонка, крупные или мелкие плитки), степень истирания керна, общий вес керна и вес части керна, отобранного в пробу.

Пробы шлама и мути сопровождаются соответствующей этикеткой, в которой отмечаются глубина, с которой взята проба, а также фамилия лица, отобравшего пробу. Коллектор в своем дневнике, кроме этого, отмечает дату и смену, в которой взята проба, способ бурения, способ отбора проб и какая приблизительно часть всего материала отобрана в пробу.

Все пробы, отобранные в процессе работы, обязательно регистрируются в специальных журналах опробования. Обработка проб также документируется.

Контрольные пробы, отбираемые для внутреннего или внешнего контроля, должны регистрироваться в журнале контрольных анализов.

Вопросам качества геологической документации уделяется совершенно недостаточное внимание. Очень часто документация ответственных участков месторождения поручается мало-квалифицированному персоналу, тогда как более квалифицированные работники геологической службы не принимают непосредственного участия в первичной документации. Такое положение совершенно недопустимо и часто приводит к неправильным выводам. Зарисовать забой или керн буровых скважин может любой работник геологической службы, но чем выше квалификация документатора, чем он более наблюдателен, тем ценнее зарисовка. При большом объеме разведочных работ вся документация не может проводиться старшим геологом партии, но последний обязан не только систематически контролировать зарисовки, проводимые его подчиненными, но и обязательно лично проводить документацию скважин по опорным разрезам и в особо ответственных местах горных выработок или участков керна буровых скважин, по которым могут быть решены важные геологические вопросы.

При производстве геологической документации необходимо предостеречь как от излишней схематизации и упрощения зарисовок, так и от излишнего их количества и ненужного усложнения. Часто документация проводится формально, когда документируют определенный отрезок горной выработки в необходимом масштабе и выделяют на зарисовке только рудное тело и вмещающие породы, не отмечая ни структуру, ни вещественный состав руд, ни околожильные изменения вмещающих пород. Такие формальные зарисовки, конечно, являются браком в работе, так как геологическая документация дает исходный материал для изучения условий образования рудного тела и месторождения в целом, а также для подсчета запасов. Разведочные работы на любом месторождении должны проводиться в сочетании с исследовательскими работами, которые не могут быть оторваны от производства разведочных работ и обязательно должны производиться непосредственно лицами, ведущими разведочные работы.

При очень большом объеме разведочных работ невозможно проводить детальную документацию всех горных выработок и буровых скважин. В этих случаях следует упрощать документацию в мало интересных интервалах и детальные зарисовки составлять для ответственных участков, которые могут оказать помощь в расшифровке структуры, вещественного состава и условий образования данного месторождения.

Глава VI. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ РАЗВЕДКИ

При проведении сезонных разведочных работ обработка материалов ведется в две стадии: полевая обработка, производимая в поле в процессе работ, и камеральная обработка, проводимая после окончания полевого сезона.

При наличии круглогодичных партий (экспедиций) эти стадии обработки материалов проводятся почти одновременно с небольшим отставанием камеральной обработки материалов от полевой.

ПОЛЕВАЯ ОБРАБОТКА

Полевая обработка материалов должна осуществляться в строгом соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетам геологическими фондами, ГКЗ и ТКЗ и включать обработку материалов всего комплекса проведенных работ: топографических, геологических, геофизических, гидрогеологических, горных, буровых и других видов работ.

Полевая обработка проводится с целью систематизации полевых материалов и выявления тех неясных вопросов, которые могут быть легко разрешены путем дополнительных наблюдений в поле. В противном случае вопросы могут возникнуть в каме-

ральный период и решить их будет трудно или вообще невозможно.

Полевая обработка состоит из двух видов работ:

а) ежедневной обработки материалов съемки, документации и опробования;

б) составления предварительного отчета, производимого в поле после окончания полевых работ.

Составление геологических, геофизических, гидрогеологических и других карт всех масштабов необходимо осуществлять систематически, по мере производства съемки, путем увязки наблюдений по отдельным маршрутам и их контроля непосредственно в поле.

Полевая обработка материалов ежедневных маршрутов и наблюдений включает:

а) Составление рабочего экземпляра полевой геологической карты на топографической основе с использованием всех данных поисковых и разведочных работ. На рабочий экземпляр полевой геологической карты наносятся все линии маршрутов и точек наблюдений с соответствующими номерами, замеры элементов залегания пород и тектонических нарушений, замеры мощности рыхлых отложений (по искусственным и естественным обнажениям) и номера образцов. Эта карта составляется на плотной бумаге и хранится в партии как основной документ фактического материала. Копия карты прилагается к окончательному отчету.

б) Составление карты четвертичных и рыхлых отложений на топографической основе того же масштаба, в котором составлена основная геологическая карта. Карта рыхлых отложений составляется для использования при проектировании вскрышных и строительных работ, при шлиховом опробовании, при поисках россыпных месторождений и для других целей.

в) Обработку и оформление чертежей, разрезов, зарисовок и фотографий, иллюстрирующих особенности взаимоотношений горных пород и строение рудных тел.

г) Обработку полевых книжек — все полевые записи должны проверяться и заноситься в чистовой дневник с соответствующими дополнениями и исправлениями.

д) Заполнение буровых журналов и журналов опробования.

е) Обработку коллекций образцов, взятых при съемке и документации, их пересмотр (макроскопически) и описание с составлением каталога или картотеки, отбор шлифов и аншлифов, пришлифовок, образцов для химических, спектральных и других анализов с составлением соответствующих журналов.

После первых рекогносцировочных маршрутов в партии составляется эталонная коллекция основных разновидностей пород и руд, которая при дальнейших работах должна пополняться. Коллекция служит для сравнения с образцами, приносимыми из маршрутов или взятыми из разведочных выработок. Эталонные

образцы должны быть заэтикетированы, изучены под микроскопом и детально описаны в соответствующем журнале. После окончания работ партии коллекцию следует передать в геологический отдел рудника или в управление и экспедицию.

По мере накопления каменного материала его следует в упакованном виде отправлять на места, где будет проводиться камеральная обработка, с целью проведения необходимых анализов и изготовления шлифов ко времени возвращения партии (экспедиции) с полевых работ.

Данные геофизических исследований обрабатываются с нанесением выявленных аномалий и представляются в виде самостоятельных карт и профилей.

Обработка материалов по шлиховому и металлометрическому опробованию включает:

а) Составление предварительных карт шлихового опробования и металлометрической съемки, на которых наносятся все данные опробования. Карты составляются на топографических планшетах того же масштаба, в котором составлена основная геологическая карта, с тем чтобы их легко можно было совместить друг с другом.

б) Обработку шлиховых и металлометрических проб с занесением их в соответствующие журналы с предварительным просмотром отобранного материала.

в) Приведение в порядок материалов документации: переноска отдельных маршрутов и наблюдений на общую геологическую карту, просмотр образцов и уточнение их определения в записных книжках и на карте; порядковая нумерация образцов и проб в записных книжках, на картах; сверка поисковых наблюдений с предварительными данными геофизической разведки и др.

После завершения полевых работ производится предварительная полевая обработка всех собранных материалов, которая включает:

1. Проверку на местности всех пройденных разведочных выработок и наличие на каждой из них штанг соответствующего номера, а также сверку маршейдерского или топографического плана расположения и нумерации горных выработок и скважин.

2. Проверку полноты оформления актов о пройденных (завершенных и незавершенных) скважинах и горных выработках.

3. Обработку материалов геологической документации; оформление зарисовок горных выработок и проверку описаний к ним; чистовое оформление журналов горных выработок, нанесение на зарисовки имеющихся к этому времени результатов опробования; оформление буровых журналов, с заполнением граф, относящихся к опробованию. Материалы документации должны отражать также данные гидрогеологических наблюдений (уровень грунтовых вод, дебит воды, ее качество и т. д.) и наличие веч-

ной мерзлоты (границы ее распространения, мощность, талики, температуру).

4. Приведение в порядок проб, проверка их нумерации, проверка правильности записей в соответствующих журналах и рапортах; занесение результатов химических анализов в журнал опробования, в журналы горных выработок, буровые журналы и на соответствующие зарисовки.

5. Составление профилей и разрезов по разведочным линиям и буровым скважинам с нанесением геологии и результатов поинтервального опробования; составление продольных и поперечных разрезов к геологическим картам.

Проводимые в полевой обстановке камеральные работы должны обеспечиваться своевременным, повседневным контролем со стороны старшего руководящего геологического персонала партии, а также консультацией квалифицированных специалистов — геологов.

В результате полевой обработки материалов составляется предварительный отчет о проведенных разведочных работах. Основным его содержанием является: краткое изложение характера, объема выполненных работ и основных черт геологического строения, описание выявленных месторождений с указанием их типов. Предположительно освещается вопрос о генезисе месторождений. В заключение дается перспективная оценка разведанной площади по выявленным объектам и возможности обнаружения новых, а также рекомендация по проведению детальной разведки на выявленных месторождениях. Приводится также краткая характеристика экономических и горно-технических условий месторождения и наиболее рациональных способов его разведки.

К предварительному отчету прилагаются полевые карты: топографическая, геологическая, карта рыхлых отложений, планы опробования, наиболее характерные профили по разведочным линиям, планы разведочных участков и планы с проектируемыми выработками.

КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

К началу камеральных работ исполнители должны располагать всеми результатами, полученными в период полевой обработки материалов.

В период окончательной обработки проводится:

а) петрографическое изучение собранных коллекций пород и руд;

б) минералогическое изучение шлихов, пород рыхлой толщи, рудных жил, отдельных минералов и особенно полезного компонента;

в) определение фауны и флоры, производство спорово-пыльцевых анализов и уточнение по этим данным стратиграфической колонки;

г) уточнение, а в случае необходимости пересоставление, на основе полученных данных карт и профилей;

д) составление блок-диаграмм для некоторых особенно сложных месторождений, иллюстрирующих строение рельефа и условия залегания рудных тел на отдельных участках месторождений;

е) корректура и окончательное оформление прилагаемых к отчету зарисовок;

ж) фотографирование шлифов, образцов, аншлифов;

з) обработка данных геофизических наблюдений и составление отчета о геофизических работах.

Обработка материалов геофизических работ проводится в соответствии с утвержденными инструкциями по каждому методу. В окончательном отчете сопоставляются результаты применения различных геофизических методов и комплексная их интерпретация с учетом геологических сведений.

После получения результатов анализов проб из лабораторий составляется окончательная геологическая карта и разрезы к ней, составляются профили по разведочным линиям, на которые наносятся данные всех анализов и уточняются геологические контуры. План разведочных выработок пополняется данными опробования.

Итогом проведенных работ является подсчет запасов и окончательный отчет, который составляется в соответствии с требованиями инструкции ГКЗ.

Текст отчета и приложения к нему составляются в пяти экземплярах. Они отправляются во Всесоюзный геологический фонд, территориальный геологический фонд, в главное управление, в трест (Геолуправление) и в геологический фонд партии.

РЕГИСТРАЦИЯ И ХРАНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Хранению подлежат все без исключения геологические материалы, полученные при разведке. Хранение материалов возлагается на сотрудника, несущего полную ответственность за их сохранность. Все материалы заносятся за определенными номерами в опись геологических документов. Каменный материал должен храниться на специально оборудованных стеллажами и полками складах. Каталог образцов хранится в фондах. Размещение каменного материала на стеллажах производится в порядке нумерации скважин и ящиков, с тем чтобы ящики, относящиеся к одной разведочной выработке, были сосредоточены в одном месте. Для удобства отыскания каменного материала к стеллажам прибивают бирки с названиями месторождений, участков и номерами выработок.