

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
Научно-исследовательский горно-разведочный институт
«НИГРИЗОЛОТО»

**РУКОВОДСТВО
ПО МЕТОДАМ РАЗВЕДКИ И ПОДСЧЕТУ
ЗАПАСОВ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НИГРИЗОЛОТО
МОСКВА

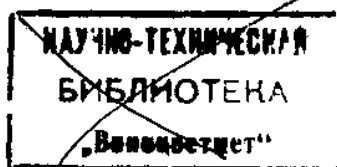
1956

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
Научно-исследовательский горно-разведочный институт
«НИГРИЗОЛОТО»

75844
4135

РУКОВОДСТВО
ПО МЕТОДАМ РАЗВЕДКИ И ПОДСЧЕТУ
ЗАПАСОВ
ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

75844
4135



ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НИГРИЗОЛОТО
МОСКВА

1956

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее Руководство по методам разведки и подсчету запасов золоторудных месторождений предназначено для практического использования геологами предприятий золото-платиновой промышленности, а также геолого-разведочных партий и экспедиций, ведущих поиски и разведку месторождений золота. Оно может быть также использовано техниками, коллекторами, горными и буровыми мастерами, непосредственно ведущими работы по документации и опробованию горноразведочных выработок и буровых скважин.

Руководство составлено применительно к условиям золоторудных месторождений, но в значительной мере оно может быть использовано и геологами, ведущими разведку и подсчет запасов месторождений цветных и редких металлов.

Руководство составлено коллективом геологов института Нигризолото, а также специалистами других учреждений; авторы: П. Л. Каллистов (главы II, VIII, IX, X, XI, XII), М. Б. Бородаевская (главы VI, VII, XIV), П. С. Бернштейн (глава I), В. И. Седова (глава III), А. П. Коротеев (глава IV), Б. С. Русанов (глава V), А. П. Прокофьев (глава XIII). В некоторых главах использованы материалы А. А. Розина.

В разработке отдельных методических вопросов принимали участие А. П. Божинский, М. М. Михайлов и И. С. Рожков. Кроме того, в обсуждении Руководства участвовали работники Геолого-разведочного управления Главзолото: Л. А. Болотов, Б. К. Брешенков, Г. С. Катковский, А. К. Комиссаров, А. И. Николаев, А. А. Петров, М. Г. Пупков, А. И. Семенов, П. П. Телегин, Г. В. Фосс.

Научное редактирование Руководства осуществлялось Г. П. Вола-ровичем.

Основными материалами для составления Руководства послужили данные по разведке и подсчету запасов золоторудных месторождений, накопленные геолого-разведочной службой предприятий золотой промышленности за последние 10—15 лет, а также результаты исследований многих золоторудных месторождений, выполненных научными сотрудниками института Нигризолото.

Руководство по методам разведки и подсчету запасов золоторудных месторождений было рассмотрено и утверждено Научно-техническим советом института Нигризолото и согласовано с Геолого-разведочным управлением Главзолото.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Руководство охватывает основные процессы разведки, в том числе: изучение поверхности месторождения, разведку на глубину золоторудных месторождений разных типов, геологическую документацию, опробование, подсчет запасов и, наконец, составление сводных отчетов по проведенным разведочным работам.

Все вопросы, связанные с разведкой, излагаются в определенной последовательности. В Руководстве рекомендуются наиболее рациональные, научно обоснованные или проверенные на практике способы выполнения как отдельных видов, так и всего комплекса разведочных и камеральных работ при разведке золоторудных месторождений и в связи с этим описываются только те способы работы, которые могут быть рекомендованы для применения.

Способы разведки, документации, обработки материалов и подсчета запасов даются применительно к различным типам золоторудных месторождений, группировка которых основана на условиях залегания рудных тел, их морфологии и мощности, являющихся объективными признаками, имеющими важное значение для разведки и подсчета запасов золоторудных месторождений.

Разведка месторождений условно разделяется на несколько стадий: предварительную, детальную и эксплуатационную. В стадию предварительной разведки выявляются общие размеры и качественная характеристика месторождения и устанавливается степень его перспективности. На стадии детальной разведки должны быть получены все материалы, необходимые для передачи месторождения в отработку. Во время эксплуатационной разведки уточняются контуры и условия залегания рудных тел, повышается категория запасов.

В результате разведочных работ, по окончании каждой стадии изучения и освоения месторождения, подсчитываются запасы соответствующих категорий разведанности. При подсчете запасов определяются количество и качество полезного ископаемого, выявленного в пределах месторождения на различных этапах его изучения.

Подсчитанные на месторождении запасы являются обоснованием для вложения средств на дальнейшие геолого-разведочные работы, на строительство горнодобывающего предприятия или на его расширение и реконструкцию.

Проектирование и строительство новых предприятий, а также реконструкция существующих допускаются только после утверждения запасов Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ).

На действующих горнодобывающих предприятиях по данным подсчета запасов планируется добыча и осуществляется повседневное оперативное руководство разработкой месторождения.

Золоторудные месторождения отличаются значительным разнообразием по морфологии, вещественному составу и условиям залегания рудных тел. Для разработки методов разведки и подсчета запасов, а также для эксплуатационных целей все месторождения золота подразделены на группы, каждая из которых объединяет месторождения, обладающие общими характерными признаками.

В первой главе Руководства золоторудные месторождения разделяются на основе их приуроченности к ведущим рудоконтролирующим структурам. Это разделение может быть использовано при разработке методов разведки месторождений в целом и оценке их перспектив.

Во второй главе приводится группировка месторождений, основанная на морфологии, размерах и условиях залегания отдельных рудных тел. Эта группировка служит основой при выборе рациональных методов разведки рудных тел, определении плотности разведочной сети, выборе способа подсчета запасов и оценке запасов по категориям разведанности.

При описании методов разведки и изучения рудных месторождений постоянно приходится пользоваться терминами: «рудное тело», «месторождение», «рудное поле».

Применительно к разведке и подсчету запасов под названием «рудное тело» понимается скопление руд с промышленной концентрацией золота, сосредоточенных в границах общего контура определенной формы.

Под названием «месторождение» понимается участок земной коры, в котором заключено в редких случаях одно, а как правило — несколько рудных тел, характеризующихся близостью расположения, сходством качественного состава продуктивных минеральных ассоциаций и общностью связи с развитием геологического строения данного участка. Месторождение должно обладать достаточным количеством запасов руд надлежащего качества, которые обуславливают технико-экономическую целесообразность его разработки в настоящее время или возможность эксплуатации в недалеком будущем, благодаря усовершенствованию технических средств добычи полезных ископаемых и технологии их переработки.

Под названием «рудное поле» понимается территория, в пределах которой размещаются месторождения и участки рудопроявления определенного генетического типа, связанные между собой общностью происхождения и приуроченные к одним рудоконтролирующим структурам. Границы рудного поля в основном определяются распространением главных рудоконтролирующих структур.

Основные вопросы разведки: назначение различных типов разведочных выработок, форма и плотность разведочной сети применительно к типам месторождений и, наконец, методы разведки рудных тел разных типов — подробно излагаются во второй главе «Методы разведки». При этом рекомендуемые нормы плотности разведочной сети и условия категоризации запасов в настоящем Руководстве изложены применительно к существующим практическим нормам, а также в соответствии с требованиями ГКЗ.

При разведке золоторудных месторождений большое значение имеет изучение геологической структуры рудного поля, так как только на этой основе могут быть выявлены и прослежены закономерности, определяющие локализацию оруденения, строение и форму рудных тел, усло-

вия залегания их и размещения как по простиранию, так и на глубину. На основе изучения геологической структуры рудного поля ведутся также поиски слепых рудных тел и делаются прогнозы о возможной глубине распространения оруденения.

Изучение геологической структуры месторождения основывается на проведении детальной геологической съемки масштабов 1:10 000 — 1:1000, без которой не может эффективно направляться разведка месторождений.

Детальная геологическая съемка рудных полей должна выполняться с применением крупномасштабных аэрофотоснимков в комплексе с геофизическими и геохимическими работами и сопровождаться проведением значительного объема поверхностных горных работ (канал, шурфов, ду-док), а в случае необходимости бурением структурных и поисковых скважин. Такой комплекс работ может обеспечить необходимую эффективность и высокое качество детальной геологической съемки.

В Руководстве освещаются только задачи детального геологического картирования рудных полей, методы же проведения геологического картирования рудных полей специально не рассматриваются. Также не излагаются вопросы непосредственных поисков золоторудных месторождений, учитывая, в частности, что методы поисковых работ являются предметом рассмотрения в специальном руководстве, изданном институтом Нигри-золото в 1950 г.

При поисках и разведке месторождений, а также при изучении структуры рудного поля большое значение имеют правильно поставленные геофизические работы, которые должны применяться на всех стадиях геолого-разведочного процесса, включая детальную разведку.

На стадии детального геологического картирования и поисков при помощи геофизических методов выявляются и прослеживаются отдельные элементы геологической структуры участка; определяются границы распространения некоторых комплексов горных пород; выявляются новые рудные тела, скрытые под мощными наносами или являющиеся слепыми; при помощи каротажных работ значительно уточняется документация буровых скважин. На стадии детальной разведки при помощи геофизических методов в отдельных случаях могут быть полностью оконтурены рудные тела.

Геофизическим методам разведки посвящена третья глава, в которой излагаются условия применения тех или иных геофизических методов. По своему содержанию эта глава не может служить руководством для специалистов-геофизиков, а предназначена для введения в курс дела геологов, планирующих постановку геофизических работ и руководящих комплексными геолого-разведочными и геофизическими работами.

Непосредственно обнаружение, разведка и опробование рудных тел производятся при помощи горных и буровых работ, методика применения которых подробно освещена в Руководстве. Необходимо подчеркнуть, что роль колонкового бурения, применяемого в золотой промышленности, недостаточна; ему нередко отводят второстепенное место, считая, что, в силу крайне неравномерного распределения золота в руде, данные колонкового бурения являются мало достоверными. Между тем при правильном понимании роли буровых работ, а также при качественном проведении технологического процесса бурения и документации скважин колонковое бурение может иметь большое значение для ускорения сроков и удешевления разведочных работ на золоторудных месторождениях.

Вопросы, связанные с техникой проведения горных и буровых работ, в Руководстве не рассматриваются, так как они описаны во всех курсах разведочного дела.

При разведке месторождений золота большое значение имеет документация геолого-разведочных работ, которой отведены две большие главы: «Геологическая документация при разведке золоторудных месторождений» и «Обработка и обобщение данных геологической документации».

При рассмотрении задач, связанных с документацией, особое внимание уделяется выбору объектов для документации разведочных выработок и скважин и составлению сводных геологических материалов — геологических карт, погоризонтных планов и разрезов. Подчеркивается весьма важное значение камеральной обработки материалов, которая в процессе разведки месторождения должна производиться систематически, как ее неотъемлемая составная часть.

Опробование также является одним из основных звеньев процесса разведки месторождений золота. Поэтому оно охарактеризовано с большой подробностью.

При разведке большое значение придается систематическому внешнему и внутреннему контролю всех операций процесса опробования для выявления размера случайных и наличия возможных систематических погрешностей. При этом необходимо тщательно сопоставлять данные геологической документации с материалами опробования. Кроме того, требуются специальные экспериментальные работы на месторождениях различных типов с целью выбора наиболее точных, быстрых и дешевых способов опробования; в частности, следует выяснять возможность применения шпурового способа опробования, а также механизированного пробоотбора при бороздовом и задишковом способах.

Помимо разведочного опробования, для месторождений, передаваемых в эксплуатацию, большое значение имеет правильно выполненное технологическое опробование. При этом в первую очередь необходимо обеспечить объективную представительность проб, так как в противном случае большие работы по технологическому исследованию руд могут привести к неправильным выводам, а выполненные на основе их проектирование и строительство обогатительных фабрик — к нерациональным затратам больших средств.

Изучению гидрогеологии золоторудных месторождений до последнего времени уделялось мало внимания, между тем шахтный водоотлив применяется на большинстве рудников, причем на него затрачиваются значительные средства. В связи с этим изучение режима подземных вод в рудном поле является одной из важных задач геологического исследования месторождений и должно систематически проводиться как в стадию разведки, так и при разработке месторождения. Кроме того, в некоторых случаях изучение подземных вод может оказать существенную помощь в уточнении геологической структуры рудного поля, а также в выявлении слепых рудных тел, особенно тех, которые содержат минералы цинка, серебра, меди. Вопросам гидрогеологического изучения месторождений в Руководстве посвящена четвертая глава.

Подсчет запасов является заключительной и в то же время очень ответственной операцией разведки месторождения, в связи с чем вопросы, непосредственно связанные с подсчетом запасов, изложены в четырех главах: «Классификация запасов и условия отнесения их к категориям», «Оконтуривание запасов», «Определение средней мощности и среднего

содержания золота при подсчете запасов» и «Основные способы подсчета запасов золоторудных месторождений».

При рассмотрении вопросов, связанных с подсчетом запасов, описываются только те основные способы подсчета, которые могут быть рекомендованы для использования при подсчете запасов золоторудных месторождений. Это относится также и к отдельным операциям подсчета запасов: подсчету средних содержаний, учету высоких проб, оконтуриванию запасов. Все рекомендуемые способы подсчета и приемы работы основаны на многолетней практике предприятий золотой промышленности.

При каждом подсчете запасов большое значение имеют бортовое и минимально-промышленное содержания, которые для каждого месторождения особо определяются вышестоящими организациями. Основные принципы применения их при подсчете запасов изложены в десятой главе.

Учитывая большую важность комплексного изучения сырьевой базы золоторудных месторождений, в Руководство введена отдельная глава «Подсчет запасов сопутствующих золоту компонентов», в которой кратко изложены вопросы спробования и подсчета запасов этих компонентов.

Следует отметить, что вопросы экономики геолого-разведочных работ на золоторудных месторождениях в Руководстве не разбираются, ввиду их слабой изученности. Между тем при проектировании и проведении разведочных работ экономический фактор должен иметь решающее значение, и в самое ближайшее время должны быть разработаны основные вопросы экономики геолого-разведочных работ.

Разведку месторождения необходимо так проектировать и проводить, чтобы стоимость разведанного грамма золота не превышала определенного заданного предела. Разведочные работы должны проводиться таким образом и в таком объеме, чтобы при минимальных затратах средств и времени получать необходимые результаты, причем степень разведанности месторождения должна всегда соответствовать задачам, поставленным перед разведкой.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

**ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНОГО
ИЗУЧЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
В СВЯЗИ С ЗАДАЧАМИ РАЗВЕДКИ**

1. ОБЩИЕ ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Основной задачей разведки месторождения является определение запасов полезного ископаемого, их качества и условий залегания, а также получение данных для проектирования эксплуатационных работ.

В результате изучения и разведки месторождения должны быть выявлены его следующие общие особенности:

- 1) закономерности пространственного размещения рудных тел и их сочетаний;
- 2) границы распространения промышленного оруденения по площади;
- 3) предел промышленного оруденения на глубину.

Эти данные повышают эффективность выявления всех рудных тел, выходящих на поверхность, служат основанием для экстраполяции данных разведки на глубину и для разработки методики поисков слепых рудных тел.

Разведка месторождения обычно ставится в случае, когда на какой-нибудь площади в результате детальных геолого-поисковых работ выявлено и прослежено одно или несколько рудных тел, содержащих по отдельным пробам золото промышленной концентрации.

До начала разведочных работ на месторождении геологической съемкой масштаба 1 : 25 000 (или 1 : 50 000) должны быть выявлены общие черты геологического строения площади месторождения и окружающего района. Этими исследованиями должно быть определено отношение оруденения к проявлениям магматизма и к основным элементам региональной геологической структуры.

В этот же период поисковыми работами должны быть выявлены и в какой-то мере прослежены по простиранию рудные тела, установлены их элементы залегания, мощность и вещественный состав. Это должно послужить основанием для получения предварительного представления о возможном структурно-морфологическом типе данного месторождения и других его особенностях, чтобы составить обоснованный проект геолого-разведочных работ.

В тех случаях, когда месторождение обнаруживается до проведения геологической съемки масштаба 1 : 25 000 (или 1 : 50 000), одновременно с разведкой месторождения необходимо проводить геологическую

съемку указанных масштабов для района, прилегающего к месторождению, с целью выяснения геологической позиции рудного поля в общей структуре района.

Следует указать, что не всякое месторождение, открытое геолого-поисковыми работами и характеризующееся благоприятными признаками, может оказаться промышленным. Поэтому в первые этапы разведочных работ (в стадию предварительной разведки) необходимо получить такие данные, которые позволили бы дать предварительную оценку месторождению; эта оценка должна быть достаточно однозначной и обоснованной, и ее необходимо выполнять с наименьшей затратой средств.

Таким образом, основной задачей предварительной разведки месторождения является:

- а) обнаружение большинства (наиболее протяженных) рудных тел, выходящих на поверхность, опробование и прослеживание их по простиранию;
- б) определение для наиболее крупных рудных тел среднего содержания золота и сопутствующих компонентов и запасов руды по низким категориям;
- в) изучение структуры рудного поля;
- г) определение глубины зоны окисления;
- д) общая предварительная оценка масштабов месторождения и качества руд;
- е) определение направления, методов и объемов детальных разведочных работ в случае положительной оценки месторождения.

Эти задачи должны решаться путем проведения детальных поисков и геологической съемки в масштабе 1 : 10 000 или в отдельных случаях 1 : 5000 и сопровождаться значительным объемом мелких горных работ (закопшек, дудок, канав), а также разведкой наиболее крупных рудных тел канавами, наклонными или вертикальными шурфами, горизонтальными выработками (рассечки, квершлагги, штреки или штольни) и неглубокими буровыми скважинами. В этот этап разведки необходимо широко применять геофизические и геохимические методы разведки, а также крупномасштабные аэрофотосъемки, значительно повышающие эффективность работ и ускоряющие поиски рудных тел.

Во вторую, детальную, стадию разведки месторождения в основном проводится разведка отдельных рудных тел в последовательности от наиболее крупных по масштабу и концентрации золота к более мелким; продолжаются поиски, в том числе и на участках, покрытых мощными наносами; по мере разведки глубоких горизонтов производятся поиски слепых рудных тел с использованием для этих целей выявленных закономерностей в размещении рудных тел.

Основными задачами детальной разведки месторождения являются:

- а) определение размеров всех известных промышленных рудных тел, содержаний и запасов в них руды и металла высоких и низких категорий при помощи густой сети выработок как по простиранию, так и по падению;
- б) обнаружение рудных тел, выходящих на поверхность, в участках наиболее концентрированного оруденения;
- в) выявление большинства рудных тел в участках, закрытых мощными наносами;
- г) изучение морфологии рудных тел, структуры месторождения, вещественного состава руд и их технологических свойств;

д) поиски слепых рудных тел, до уровня которых достигли подземные горные выработки;

е) изучение горнотехнической характеристики горных пород и руд и гидрогеологических особенностей месторождения.

Эти задачи разрешаются в процессе разведки рудных тел горными выработками и буровыми скважинами, а также поисков слепых рудных тел и рудных тел, скрытых под мощными наносами, при помощи геофизических и геохимических методов, бурения и тяжелых горных выработок. Они должны сопровождаться детальной геологической съемкой наиболее перспективных участков в масштабе 1 : 2000 или 1 : 1000.

Таким образом, поиски, геофизические методы разведки, а также геологическая съемка проводятся как в предварительную, так и в детальную стадии разведки; меняется только степень детальности этих работ, а следовательно, и их масштаб. При детальной разведке, помимо геологической съемки поверхности в масштабе 1 : 2000 или 1 : 1000, проводится крупномасштабная (1 : 500 или 1 : 1000) геологическая съемка подземных горных выработок, результаты которой вместе с материалами минералогического изучения месторождения позволяют обоснованно проводить экстраполяцию данных разведки.

Выбор масштаба геологической съемки определяется детальностью разведки, сложностью строения рудного поля, его предполагаемыми размерами и возможной протяженностью рудных тел.

В предварительную стадию разведки месторождения обычно ограничиваются геологической съемкой в масштабе 1 : 10 000 (реже 1 : 5000), а при детальной разведке проводят геологическую съемку в масштабе 1 : 2000 или 1 : 1000 на участках рудного поля с концентрированным оруденением.

Для составления детальных геологических карт, в соответствии с существующими условиями, требуется значительное количество точек геологических наблюдений, которое вследствие обычно плохой обнаженности не может быть достигнуто без значительного числа искусственных обнажений, тем более что часто не дают естественных обнажений контакты между породами, тектонические зоны, зоны минерализации и рудные тела, являющиеся объектами особо тщательных геологических наблюдений.

При детальных геологических съемках искусственные обнажения создаются с помощью коротких канав, дудок, мелких шурфов и, при значительной мощности наносов, буровых скважин. Благодаря этим выработкам получают необходимый материал для познания геологии рудного поля, без которого не может быть правильной и эффективной разведки, и производят предварительную разведку месторождения. Этими выработками могут быть обнаружены отдельные, и в том числе наиболее крупные, рудные тела, установлены элементы их залегания, а главное их взаимосвязь с особенностями геологического строения рудного поля. По мере обнаружения рудных тел и их прослеживания объем мелких горных работ (канав, дудок, шурфов), проходимых для целей разведки, возрастает, и они широко используются для уточнения крупномасштабных геологических карт.

Основными задачами крупномасштабной геологической съемки, сопровождающей предварительную и детальную разведку месторождения, являются:

1) установление геологических особенностей рудного поля, влияющих на локализацию оруденения;

2) выявление закономерностей размещения рудных тел в зависимости от элементов структуры;

3) выяснение связи морфологических особенностей рудных тел с определенным сочетанием структурных элементов;

4) установление принципов оценки глубины распространения оруденения путем выяснения влияния отдельных структурно-геологических факторов на состав и морфологию рудных тел;

5) выявление наиболее крупных рудных тел.

Самостоятельными объектами крупномасштабной геологической съемки являются:

1) горные породы и слагаемые ими геологические тела;

2) маркирующие горизонты различных пород;

3) стратиграфические контакты и границы несогласий и перерывов;

4) интрузивные контакты с подразделением эндо- и экзоконтактовых зон;

5) тектонические контакты, зоны расщепления пород;

6) рудные тела с дифференциацией их по составу, морфологическим особенностям и текстурам;

7) проявления гидротермального метаморфизма.

При детальной геологической съемке, в отличие от мелкомасштабной, наибольшим распространением пользуется способ прослеживания контактов пластов и других структурных элементов, но применяется он в сочетании со способами пересечений и оконтуривания. Способ пересечений, хотя и не имеет в этих случаях такого ведущего значения, как при мелкомасштабных геологических съемках, тем не менее является основным при поисках новых рудных тел.

В процессе выполнения детальной геологической съемки закрытые участки вскрываются канавами, ориентированными вкрест простирания прослеживаемых элементов — пластов, контактов, даек и рудных тел.

При геологической съемке масштаба 1 : 10 000 обычно рекомендуется проходить магистральные каналы (в объеме 4—5 пог. км на площади 15—20 км²), короткие каналы, шурфы или дудки по сетке 100 × 200 м и каналы через интервалы 50—100 м для прослеживания выявленных границ свит, интрузивных и тектонических контактов и маркирующих горизонтов. При более детальных масштабах съемки сетка выработок соответственно сгущается.

Прослеживаемые границы должны наноситься на топографическую карту соответствующего масштаба на основании инструментальной привязки достаточно большого количества точек (не менее 5 на 1 пог. км при съемке масштаба 1 : 10 000).

В проведении детальной геологической съемки при разведке месторождений большую пользу оказывает крупномасштабная аэрофотосъемка (масштабов 1 : 8000—1 : 10 000). Часто на контактных отпечатках аэрофотоснимков этого масштаба четко вырисовываются отдельные линейно-вытянутые элементы структуры, прослеживание которых при наземной съемке требует значительной затраты времени и средств. Использование крупномасштабной аэрофотосъемки повышает точность составления карт и, увеличивая производительность работ, позволяет сократить объем мелких горных выработок, используемых для прослеживания некоторых структурных элементов.

Детальная геологическая съемка на месторождении в предварительную стадию разведки, как правило, должна сопровождаться геохимической съемкой. Последняя помогает выявлять и оконтуривать первичные

и вторичные ореолы рассеивания, сообразно с расположением которых в дальнейшем размещаются поисковые выработки.

Выявление первичных ореолов рассеивания особенно целесообразно в тех случаях, когда продукты стадии гидротермальной минерализации пород имеют более широкое распространение, чем собственно золотая минерализация.

При исследовании первичных ореолов рассеивания пробы берутся из коренных пород по разведочной сетке, величина ячейки которой варьирует от нескольких метров до сотен метров и определяется соответственно предполагаемым размером ореолов.

Вторичные ореолы рассеивания обычно занимают более широкие площади среди делювиального покрова. Изучение их производится путем шлихового опробования делювиальных отложений на золото или путем отбора из них проб для спектрального (или капельного) анализа на элементы, сопутствующие золоту, например серебро, свинец, цинк, медь, мышьяк и др., в зависимости от минерального состава руд.

При проведении детальной геологической съемки в районах, закрытых мощными наносами, большую помощь могут оказать геофизические методы, значительно облегчающие и удешевляющие разведку рудных месторождений.

Наиболее важные объекты детальной геологической съемки рудных полей (рудные тела, тектонические нарушения, границы литологически различных горизонтов, контактовые ореолы интрузий, дайки) успешно выявляются геофизическими методами, использующими разные физические свойства пород.

Геофизика нередко может быть успешно применена в процессе детальной разведки при поисках слепых рудных тел (богатых сульфидами), а также для решения таких вопросов, как, например, возможная глубина оруденения, глубина залегания пород, неблагоприятных для локализации оруденения, и т. п.

Условия применимости различных геофизических методов для решения задач разведки месторождений рассмотрены в отдельной главе. Следует только учитывать, что геофизические и геохимические исследования обязательно должны сопровождаться значительным объемом горных работ или буровых скважин для установления геологической природы обнаруживаемых аномалий.

Поиски и прослеживание рудных тел, выходящих на поверхность, в зависимости от закономерностей их размещения производятся магистральными, длинными и короткими канавами. Магистральными канавами обычно называют протяженные канавы, пересекающие целиком площадь рудного поля или значительную ее часть (рис. 1).

Расстояния между магистральными канавами обычно принимаются равными 200—500 м в зависимости от протяженности рудных тел или зон их концентрации.

Результаты геофизических работ позволяют (в благоприятном случае) значительно разредить сетку магистральных канав при поисках рудных тел.

Там, где канавами вскрываются рудные тела, должны быть приняты меры для максимальной углубки канав в коренные породы, чтобы обеспечить обнажение рудных тел для производства тщательных геологических наблюдений, в первую очередь — замеров элементов залегания, мощности и взятия проб.

На сильно водоносных участках в пониженных частях рельефа и при

мощности наносов более 4—5 м проходка канав становится нерентабельной. Их приходится заменять линиями неглубоких буровых скважин (ручного, ударно-канатного или колонкового бурения) или линиями шурфов.

После выполнения основного объема разведочных работ на поверхности, при разведке месторождения или его отдельного участка, начинается разведка месторождения на глубину буровыми скважинами, дудками или шурфами с рассечками, штольнями со штреками или ортами.

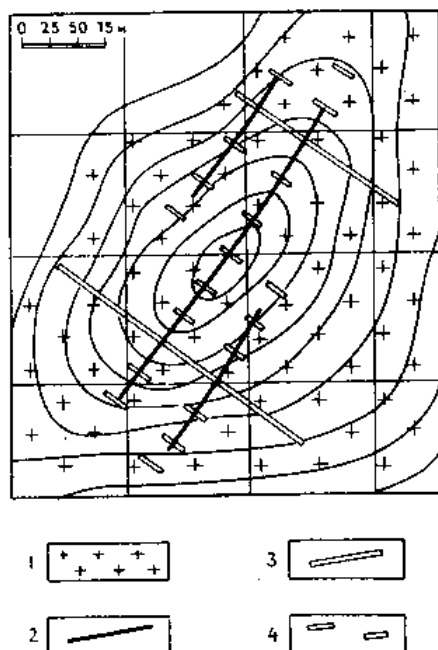


Рис. 1. Разведка жил с применением магистральных канав

1 — граниты; 2 — жилы; 3 — магистральные канавы; 4 — канавы для прослеживания жил

Для ускорения проходки горных выработок работы должны быть максимально механизированы (передвижными компрессорами, водоотливными насосами, лебедками и т. п.).

Обычно разведка месторождения на глубину начинается проходкой серии шурфов или уклонок, заложенных на вскрытых канавах выходах рудных тел, с целью прослеживания рудных тел по падению на глубину 10—15 м в зависимости от уровня грунтовых вод и мощности коры выветривания. Это делается для уточнения элементов залегания рудных тел, их морфологии, выяснения мощности зоны поверхностной трещиноватости пород и характера зоны окисления, а следовательно, и для взятия проб вне непосредственного влияния поверхностных условий, где может наблюдаться обогащение или, наоборот, обеднение золотосодержащих руд.

Из шурфов и уклонок в ряде случаев необходимо проходить короткие рассечки длиной 5—10 м по простиранию либо вкрест простирания рудных тел в зависимости от их мощности.

При благоприятных условиях рельефа шурфы заменяются короткими штольнями, проходимыми по простиранию рудных тел, из которых в случае надобности задаются расщепки.

Указанный комплекс горных работ должен способствовать получению материала для выбора первоочередного участка на месторождении для сосредоточения на нем основных разведочных работ буровыми скважинами и тяжелыми горными выработками. Буровые работы, как правило, должны предшествовать проходке больших объемов тяжелых глубоких горных выработок, в связи с меньшей стоимостью погонного метра бурения и большей скоростью проходки буровых скважин.

Чем лучше разведано месторождение на поверхности, чем большее количество рудных тел, имеющих на рудном поле, выявлено в начальной стадии разведки, тем более рационально проводится разведка месторождения на глубину, с меньшим объемом дорогостоящих буровых и тяжелых горных работ.

В начале разведочных работ бурение следует проводить для получения предварительных данных о характере оруденения на глубине примерно 80—100 м, при этом первые скважины бурятся с целью подсечения выявленных на поверхности наиболее крупных и богатых рудных тел.

Систематическая буровая разведка рудных тел на значительной глубине часто начинается только после проходки тяжелых разведочных горных выработок и околитурирования ими на одном-двух горизонтах промышленных рудных участков.

Большое значение имеет подземное горизонтальное бурение, используемое как для полного пересечения мощных рудных тел или жильных зон вместо ортов, так и для поисков слепых рудных тел, апофиз и частей рудных тел, смещенных тектоническими нарушениями.

При благоприятном рельефе разведка месторождений тяжелыми горными выработками должна выполняться системой штольневых выработок. Обычно разведочные работы сначала ведутся на более верхних горизонтах месторождения, а затем постепенно переходят вниз. В отдельных случаях (при наличии данных, указывающих на значительное распространение по падению рудных тел) разведка может проводиться штольнями одновременно на нескольких горизонтах. При этом, по возможности, должны соблюдаться единые отметки горизонтов для всего месторождения в целом. Ниже последнего возможного горизонта штолен месторождение разведывается из шахт или уклонок, большей частью слепых, т. е. задаваемых не с поверхности, а с нижнего горизонта штольневых выработок.

В случае невозможности применения для разведки системы штолен разведка месторождения проводится шахтами с горизонтальными выработками из них.

Выбор места заложения разведочных шахт обосновывается данными предварительной разведки месторождения, в результате которой должны быть выявлены рудные тела, выходящие на поверхность, и определены условия их залегания.

Местоположение шахт выбирается из расчета использования их для разведки возможно большего количества рудных тел при наименьшей длине штреков и квершлагов. Для разведочных шахт вопрос о величине запасов руды в охранном целике шахты имеет второстепенное значение, так как в первые этапы разведки необходимо, с одной стороны, снизить расходы на проходку горных выработок, а с другой, ускорить выявление запасов руды. В дальнейшем, при разработке месторождения, разведоч-

ные шахты, проходимые относительно небольшим сечением, могут быть использованы как вспомогательные (для вентиляции, мероприятий по технике безопасности и других нужд).

2. ГРУППИРОВКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ И РАСПОЛОЖЕНИЮ РУДНЫХ ТЕЛ

Методы разведки золоторудных месторождений изменяются в зависимости от формы и пространственных соотношений рудных тел, в свою очередь обусловленных геолого-структурными факторами, особенностями литологии вмещающих пород, условиями рудоотложения и связью с магматическими породами.

В начальный период разведки (после окончания поисково-съёмочных работ), когда закономерности размещения рудных тел бывают недостаточно ясны, большое значение имеет использование данных по сходным детально изученным месторождениям. Для этой цели необходимо сгруппировать месторождения по структурному признаку, наиболее четко сказывающемуся на закономерностях размещения рудных тел и их морфологии.

Суживая группировку структур гидротермальных месторождений рассмотрением только месторождений золота, можно выделить группы золоторудных месторождений, приуроченных к:

- а) зонам разломов и зонам интенсивного расщепления,
- б) дайкам и их свитам,
- в) контактовым зонам и элементам внутренней структуры интрузивного тела,
- г) складчатым формам,
- д) границам толщ пород, различающихся по своим физико-механическим свойствам,
- е) литологически благоприятным горизонтам с точки зрения трещинообразования и химической активности.

В этой группировке заложены данные о геологических особенностях рудного поля, оказывающих влияние на размещение и отчасти на форму рудных тел, которые устанавливаются в процессе поисково-съёмочных работ и могут быть использованы в начальную стадию разведки.

Между размещением рудных тел и геологической структурой месторождения обычно наблюдается довольно сложная зависимость, обусловленная сочетанием многих факторов, например: зон разломов и складчатых форм, интрузий и зон развития даек и т. д.

Помимо условий формирования трещин, являющихся рудоподводящими и рудовмещающими каналами, для характера морфологии рудных тел, а также их сочетаний большое значение имеют литологические особенности вмещающих пород и их химические свойства. При слабом проявлении метасоматоза возникают простые жилы, жильные брекчии, жильные штокверки; при широком развитии метасоматических процессов образуются рудные залежи, трубы, гнезда и зоны вкрапленного оруденения.

Изучение структуры рудных полей не следует ограничивать лишь анализом механизма образования тектонических нарушений оторванно от вмещающей среды и вещественного состава руд. Нередко промышленные концентрации золота распределяются и ограничиваются не в связи с тектоническими нарушениями, а в зависимости от характера вмещающих пород или от проявления зональности вещественного состава

руд в плане и вертикальном разрезе. Поэтому разведка должна проводиться во взаимной связи с изучением всего комплекса вопросов геологии каждого месторождения.

В задачу разведочных работ входит, как уже отмечалось, выявление всех имеющихся промышленных рудных тел на поверхности в пределах разведываемых горизонтов или сечений, а затем разведка отдельных рудных тел.

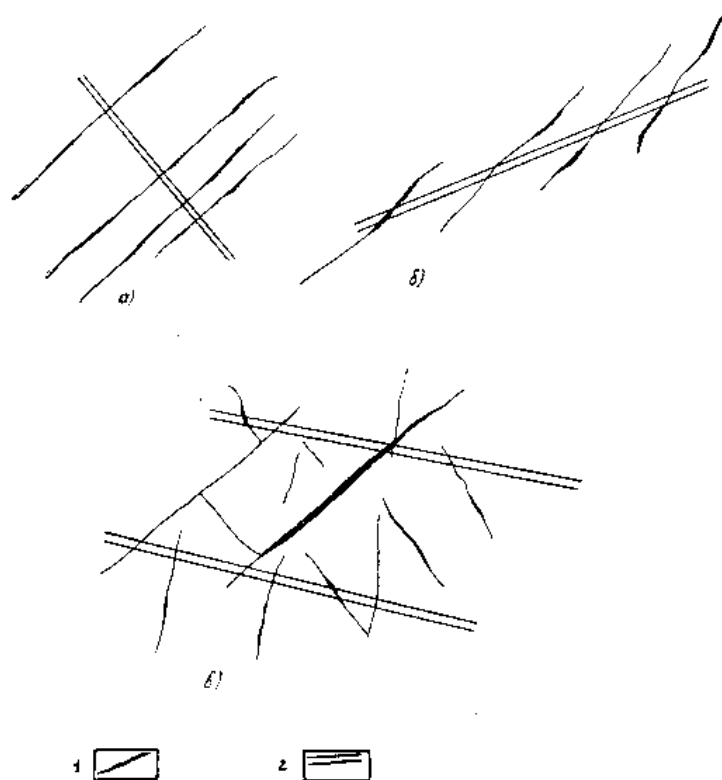


Рис. 2. Метод вскрытия горизонтальными выработками различно сочетающихся рудных жил: а) — параллельные жилы; б) — эшелонированные жилы; в) — пересекающиеся жилы

1 — жилы; 2 — разведочные выработки

Применительно к задачам разведки месторождений необходимо выделять одиночные (простые) рудные тела и группу сближенных рудных тел (сложные), так как методика и техника их выявления и разведки различны. Как простые, так и сложные рудные тела могут располагаться в определенной системе. Представления о системе взаиморасположения рудных тел являются исходными данными при выборе методики разведки месторождения, с тем чтобы наибольшее количество рудных тел могло быть вскрыто одной выработкой или скважиной, линией буровых скважин или выработок.

Пространственное сочетание рудных тел можно свести к следующим четырем группам:

- 1) одиночное (простое) рудное тело;
- 2) одиночные (простые) рудные тела, располагающиеся в определенной системе: параллельные, кулисообразно эшелонированные, нескольких направлений;
- 3) группа сближенных (сложных) рудных тел: параллельных, оперенных, взаимно пересекающихся;
- 4) несколько групп сближенных (сложных) рудных тел, располагающихся в определенной системе: параллельных, кулисообразно эшелонированных, нескольких направлений.

В этих системах рудные тела могут быть представлены: а) горизонтальными или слабонаклонными жилами и залежами; б) наклонными или вертикальными жилами и линзообразными залежами; в) жильными зонами; г) жильными штокверками; д) зонами вкрашенных руд и е) телами трубчатой, гнездообразной и других неправильных форм.

Для обнаружения рудных тел, закономерно сочетающихся друг с другом, применяют соответствующую систему выработок. Например: параллельные жилы вскрываются выработками, перпендикулярными к простиранию жил; кулисообразно эшелонированные жилы — выработками, параллельными зоне эшелонирования, располагающимися под острым углом к простиранию жил; пересекающиеся жилы — выработками, перпендикулярными к направлению простирания наибольшего количества жил и образующими острые углы с жилами других направлений (рис. 2).

3. ВЫЯВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

В начальный этап разведки необходимо установить тип месторождения и выявить основные закономерности размещения рудных тел относительно элементов структуры.

Методы разведки месторождений будут варьировать в зависимости от конкретных условий — пространственных соотношений рудных тел, протяженности, условий их залегания, рельефа местности, мощности напоров и других факторов, но размещение выработок по площади в основном зависит только от пространственных соотношений рудных тел.

Особенности разведки месторождений, приуроченных к зонам разломов и интенсивного расслаивания

К этой группе относится значительное количество месторождений, рудные тела которых залегают в зонах разломов, или в зонах интенсивного расслаивания, или в трещинах, закономерно сопряженных с зонами разломов.

Крупные разломы обычно неблагоприятны для отложения руд, что установлено по данным многочисленных исследований в рудоносных районах. Рудные тела обычно приурочиваются к тектоническим трещинам (сбросам, надвигам и сдвигам) с относительно малой амплитудой перемещения, сопряженным с крупными разломами.

Тектонические трещины с малой амплитудой перемещения располагаются параллельно крупным разломам, или в виде ступенчатой системы

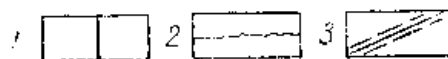
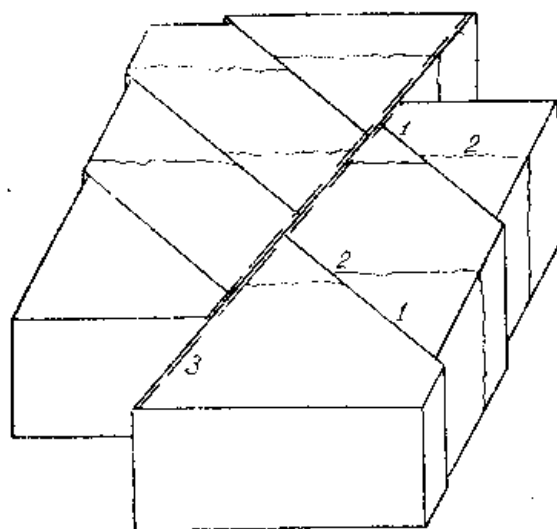


Рис. 3. Оперяющие трещины скалывания (1) и разрыва (2), развивающиеся вдоль сдвига (3)

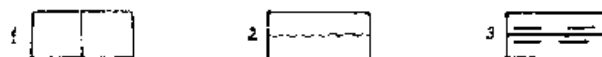
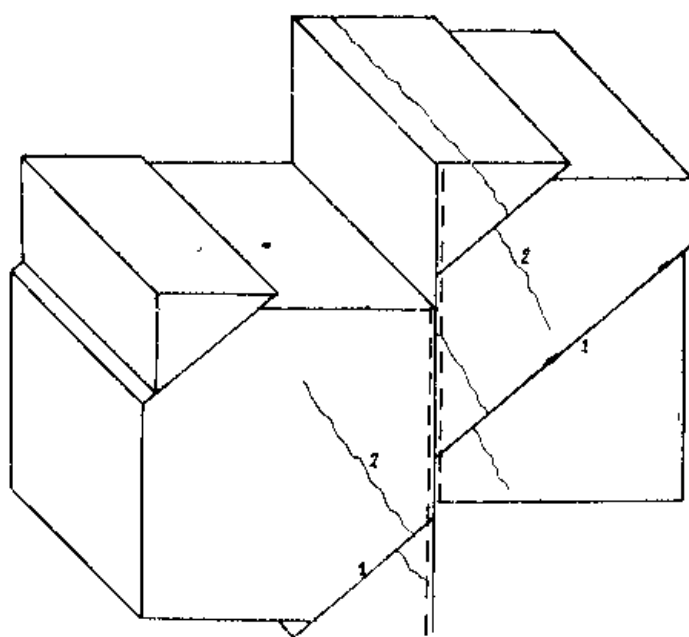


Рис. 4. Оперяющие трещины скалывания (1) и разрыва (2), развивающиеся вдоль сброса (3)

нарушений, или же их размещение является более сложным, что требует особого рассмотрения.

Закономерности формирования сопряженных (оперяющих) трещин в изотропной среде можно представить в виде схемы для трех частных случаев — сдвига, сброса и надвига — или общего случая — взбросо-сдвига.

При сдвиге (рис. 3) боковые оперяющие трещины выражены в виде двух систем трещин скалывания. Одна из этих систем, параллельная

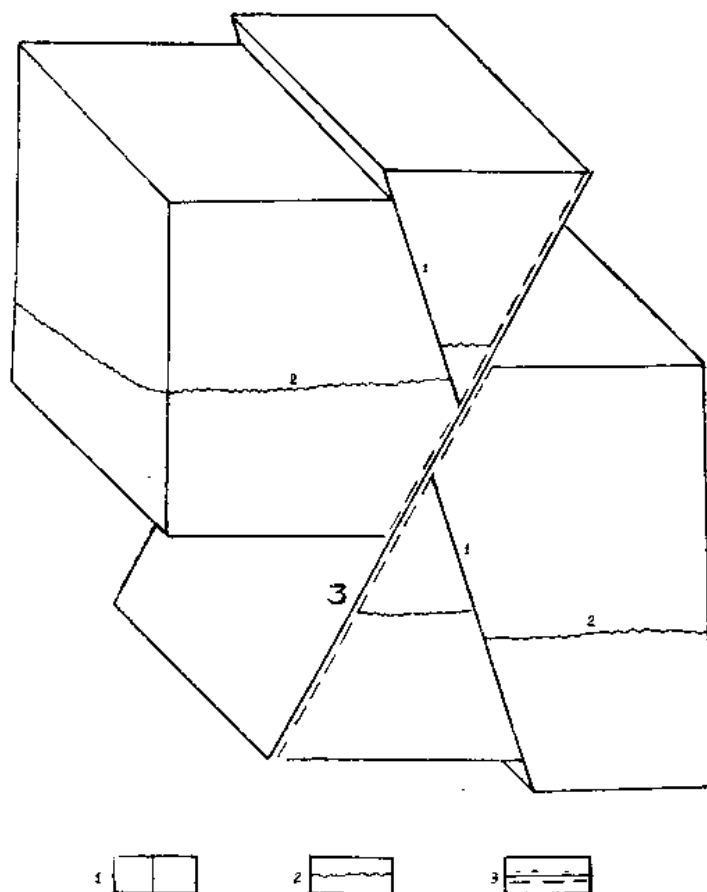


Рис. 5. Оперяющие трещины скалывания (1) и разрыва (2), развивающиеся вдоль надвига (3)

сдвигу, подчеркивает сланцеватость, развивающуюся вдоль сдвига; другая образует тупой угол с направлением движения. Наряду с этим имеются оперяющие трещины разрыва, образующие острый угол с направлением движения. Трещины скалывания пересекают и смещают трещины разрыва.

В случае сброса оперяющие трещины в плане будут ориентированы параллельно главному нарушению и падать в разные стороны, как показано на рис. 4.

При надвиге общая ориентировка трещин оперения останется такой же, как при сбросе, только трещины скалывания и разрыва поменяются местами в связи с противоположным направлением движения блоков (рис. 5).

При сложных перемещениях по сбросам и надвигам с наличием горизонтальной составляющей, т. е. при сбросо-сдвигах или взбросо-сдвигах, боковые трещины оперения так ориентированы, что причленяются к главному нарушению под острым углом (в плане), падая от него в обе стороны также под острыми углами (рис. 6).

В природных условиях даже однородные породы обычно рассечены трещинами, возникшими ранее рассматриваемого нарушения и отчасти влияющими на расположение боковых оперяющих трещин. Последние

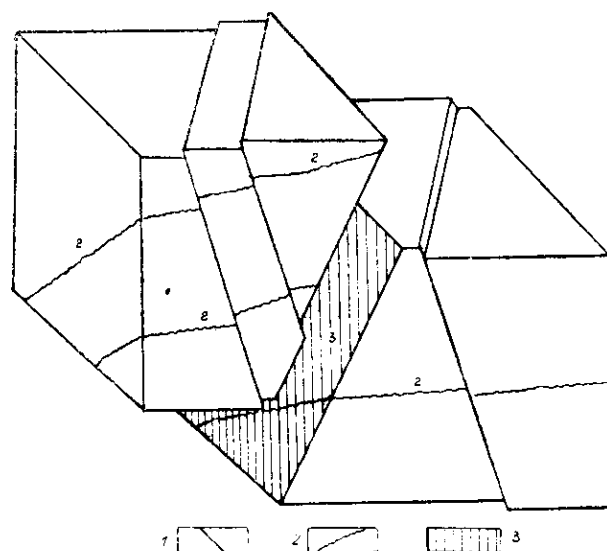


Рис. 6. Оперяющие трещины скалывания (1) и разрыва (2), развивающиеся вдоль взбросо-сдвига (3)

нередко наследуют прежние направления, если они не очень сильно отличаются от ориентировки плоскостей скалывания и разрыва. В этих случаях возникают дугообразные или многоугольные трещины с апофизмами и зияющими полостями. Рудные тела, приуроченные к таким трещинам, могут иметь весьма сложное строение (рис. 7).

Сочетание зон расщепления с секущими их тектоническими трещинами является весьма распространенным случаем для золоторудных месторождений, характеризующихся сложной системой жильных трещин, выполненных рудным материалом.

Результаты изучения большого количества месторождений показывают, что для зон разломов и зон интенсивного расщепления характерны сближенные системы рудных тел, из которых наиболее типичны: параллельные, оперенные системы, взаимно пересекающиеся и системы сложных сближенных рудных тел, обычно называемые жильными зонами.

В слоистых породах часто наблюдается систематическое чередование хрупких и пластичных пород, различно реагирующих на скалывающие и растягивающие напряжения. Поэтому в тех случаях, когда зона разломов пересекает пакки относительно хрупких и пластичных пород, наблюдается закономерное чередование участков с различными системами и степенью концентрации трещин и приуроченных к ним рудных

тел. Влияние различий физико-механических свойств пород на образование трещин оперения вдоль одного и того же нарушения еще более подчеркивается ранее существовавшими трещинами, возникшими до образования разлома.

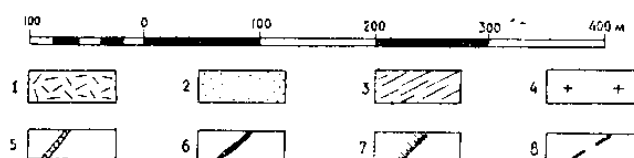
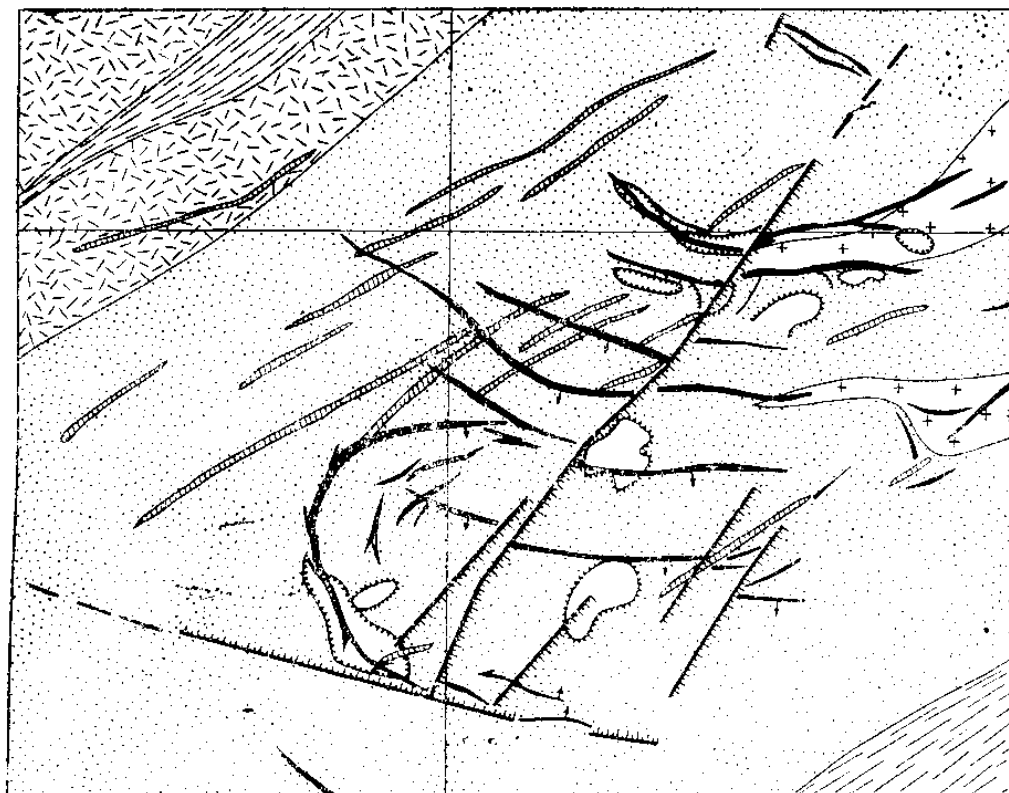


Рис. 7. Размещение рудных жил в связи с контролирующими тектоническими нарушениями (по Н. А. Фогельман)

1 — туфогенные песчаники; 2 — переслаивающиеся туфогенные песчаники и сланцы; 3 — глинистые сланцы и туффиты; 4 — гранит-порфиры; 5 — дайки жильных пород; 6 — кварцевые жилы; 7 — тектонические нарушения прослеженные; 8 — тектонические нарушения предполагаемые

Чередование участков с различной степенью концентрации трещин оперения вдоль взброса определяет размещение рудных жил, приуроченных как к самому взбросу, так и к трещинам оперения.

При интенсивном развитии процесса метасоматоза в отдельных благоприятных горизонтах слоистой толщи, в местах ее пересечения разломом, возникают отдельные разобщенные залежи, местоположение которых обусловлено линией пересечения поверхности слоя (горизонта) и разлома.

В начале предварительной разведки устанавливается зависимость пространственного размещения сближенных рудных тел относительно контролирующих их тектонических зон. Это достигается, с одной стороны, прослеживанием каждого рудного тела и выявлением таким образом системы сближенных рудных тел и, с другой, прослеживанием и изучением тектонических зон, вмещающих оруденение.

На земной поверхности (непосредственно под наносами) зоны дробления часто бывают нечетко выражены в связи с развитием процессов химического выветривания, затушевывающих обломочный характер пород, а также физического выветривания, значительно повышающих их трещиноватость. В районах, где химическое выветривание горных пород вблизи поверхности играет незначительную роль, зоны дробления местами резко выделяются в связи с сильной каолинизацией и обохриванием тектонических брекчий.

Тектонические зоны на поверхности прослеживают траншеями по простиранию зон, и таким образом выявляют места их сочленения с рудными жилами. При большой мощности зон дробления траншеи проводятся с того бока нарушения, к которому причленяются жилы, и поперечными канавами пересекают всю мощность раздробленных пород.

Прослеживание подземными горизонтальными выработками зон дробления малой мощности, не превышающей 1 м, не сопряжено с техническими трудностями. Нарушения, имеющие большую мощность раздробленных и милонитизированных пород, прослеживаются иногда с большими затруднениями вследствие плохой устойчивости этих пород. В таких случаях следует проходить выработки в висячем или лежащем боку зоны дробления пород с той стороны, где наблюдаются сопряженные трещины, выполненные рудным материалом. И только по отдельным разрезам, в местах сочленения жил с нарушением, пересекают последнее, соблюдая все меры предосторожности при проходке горных выработок в неустойчивых породах.

При крутопадающем нарушении и сопряжении с ним пологозалегающих рудных тел изучение характера сочленений рудных тел на поверхности часто не может быть выполнено. Эта задача решается с помощью проходки наклонных шурфов по зоне дробления при ее малой мощности или в одном из ее боков при большой мощности раздробленных пород.

Полученные данные о соотношении рудных тел и нарушений в отдельных, детально изученных, частях месторождения служат основой для разработки методики дальнейшей разведки.

Поясним это примерами из практики разведки отдельных золоторудных месторождений.

На одном месторождении Кузнецкого Алатау установлено, что к зоне пологого взброса приурочена протяженная жила с промышленной концентрацией золота. Со стороны лежащего бока к этой основной жиле причленяются крутопадающие, относительно короткие по падению жилы, не превышающие в длину 300—400 м (рис. 8). Все эти жилы не продолжают в висячем боку взброса и, таким образом, являются слепыми. В данном случае имеет место система кулисообразно эшелонированных жил, контролируемых мощной жилой. При разведке месторождения подобного типа сначала уточняют буровыми скважинами положение пологопадающей жилы, приуроченной к взбросу, и выявляют продуктивный участок, расположенный в лежащем боку нарушения, и непродуктивный участок, находящийся в висячем боку.

Для обнаружения слепых крутопадающих жил, являющихся основными объектами добычи золота, продуктивный участок рассекается из шахт квершлагами, перпендикулярными к простиранию крутопадающих жил, до подсечения пологопадающей жилы.

На другом месторождении, находящемся в Центральном Алдане, установлено, что к крутопадающим сбросам приурочены маломощные рудные жилы, к которым причленяются горизонтальные богатые рудные залежи, иногда располагающиеся несколькими ярусами, приуроченными

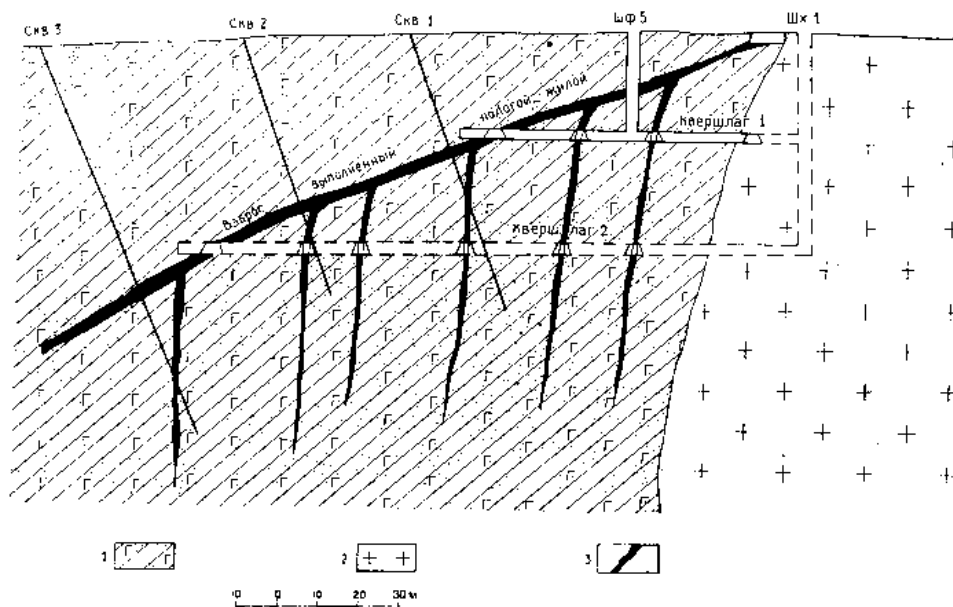


Рис. 8. Разведка системы оперяющих жил, приуроченных к пологому взбросу

1 — порфириды и их туфы; 2 — гранодиориты; 3 — рудные жилы

к зонам межпластового дробления. При этом выяснено, что горизонтальные рудные залежи сильно вытянуты по простиранию вдоль жилы и имеют небольшие размеры в перпендикулярном направлении. Таким образом, месторождение представлено системой взаимно пересекающихся рудных тел — вертикальных и горизонтальных. В данном случае разведочными выработками по поверхности сначала прослеживают крутопадающую жилу, приуроченную к сбросу. Затем скважинами или шурфами, расположенными по линиям, перпендикулярным к жиле, вскрывают горизонтальные залежи. Учитывая небольшую ширину горизонтальных залежей, скважины и шурфы проходят последовательно по обе стороны от сброса через относительно небольшие интервалы. Таким образом выявляются многоярусные слепые горизонтальные залежи, сопряженные с крутопадающими жилами.

На одном из коренных месторождений золота Енисейского края установлено, что рудные тела приурочены к зонам интенсивного расщепления филлитов, залегающим почти вертикально.

В местах пересечения зон интенсивного расщепления с зонами дробления, имеющими то же простирание, но падающими под острым

углом к зонам расслаивания, мощность рудных тел резко возрастает, так же как и содержание в них золота. Эти мощные участки рудных тел часто имеют в вертикальном разрезе изометрическую форму (высота их равна мощности). Горизонтальными разведочными выработками по простиранию в первую очередь прослеживают здесь зоны интенсивного расслаивания и связанные с ними рудные тела. Затем веером скважин по поперечным разрезам выявляют участки рудных тел значительной мощности. Этим обеспечивается обнаружение многоярусных мощных участков жильных зон, являющихся основными объектами добычи руды.

Значительно сложнее выяснить условия размещения отдельных систем сближенных рудных тел в пределах рудного поля. Для этого в первую очередь используются данные о размещении известных рудных тел и их связь с основными элементами структуры, но это возможно только при достаточно высокой степени разведки отдельных участков месторождения.

Особенности разведки месторождений, приуроченных к дайкам и их свитам

Месторождения этого типа по расположению рудных тел относительно даек можно подразделить на две группы: а) системы рудных тел, секущих тело дайки, но не выходящих за ее пределы (так называемые лестничные жилы); б) рудные жилы, залегающие по контактам даек.

Лестничные жилы в дайках развиваются в том случае, если дайки залегают среди толщ, способных к пластической деформации. Лестничные жилы образуются после того, как дайки подвергались деформации в связи с воздействием на них сжимающих тектонических усилий. Силы трения, направленные вдоль дайки, вызывают развитие трещин отрыва, ориентированных поперек простирания дайки и не выходящих из нее. Такие трещины заполняются кварцем и рудными минералами, образуя внутри дайки лестничные жилы.

Наряду с трещинами отрыва в ряде участков даек появляются и сколовые трещины, ориентированные косо по отношению к простиранию даек. Со сколовыми трещинами нередко сопряжены более мелкие трещины. В результате этого оруденение оказывается приуроченным к сложной системе пересекающихся трещин, приобретая форму штокверка.

Рудные жилы, залегающие по контакту даек, довольно распространены в тех случаях, когда дайки залегают в породах, по своим механическим свойствам мало отличающихся от даек, или когда последние обладают несколько большей пластичностью, чем вмещающие породы. В процессе последующих деформаций, сходных по ориентировке с додайковыми, происходит подновление разломов по контакту даек с вмещающими породами, которые впоследствии используются при рудоотложении. Месторождения подобного типа характерны для полей даек, залегающих в массивах гранитоидов, особенно когда дайки сложены аутометаморфизованными породами, обладающими большей пластичностью, чем вмещающие их гранитоиды.

Вопрос о пространственных соотношениях жил и даек обычно может быть решен в самые ранние этапы разведки.

Разведка месторождений, представленных лестничными жилами в дайках, своеобразна, так как в этом случае следует прослеживать не отдельные маломощные и короткие по простиранию жилы, а сами дайки, выделять в них участки с повышенной насыщенностью золотоносными

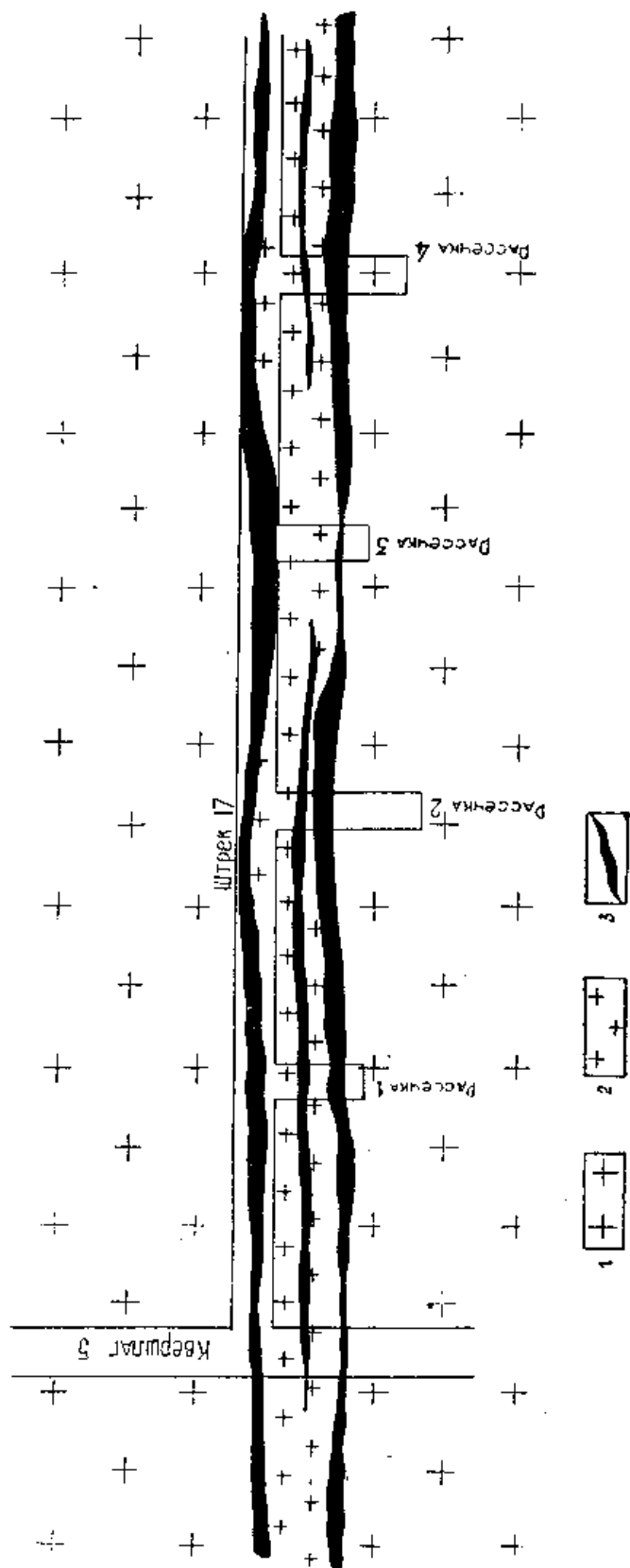


Рис. 9. Проклеивание штрёком и короткими рассечками жил, приуроченных к контакту дайки

1 — гранодиориты; 2 — кварцевые порфиры; 3 — жилы

лестничными жилами. Такие дайки обычно представляют собой мощные и протяженные, иногда одиночные тела, располагающиеся в определенной системе.

Прослеживание крутопадающих даек по простиранию и на глубину не вызывает особых затруднений: на поверхности они могут быть вскрыты поперечными канавами, а на глубине — наклонными скважинами колонкового бурения.

Разведка месторождений, в которых рудные жилы залегают в одном из боков даек, носит иной характер. В этом случае жилы обладают большой протяженностью. Одновременное прослеживание жил и контролирующих их даек по простиранию проводится на поверхности серией канав, располагающихся вкрест простирания жил. Подземная разведка жилы ведется штреком, причем в местах пережимов и выклинивания жил прослеживают соответствующий контакт дайки с вмещающими породами, что облегчает обнаружение жилы после пережима (рис. 9).

В тех случаях, когда жила строго не приурочена к одному из контактов дайки, залегая то по одному, то по другому контакту, то внутри дайки, выявление рудного тела после пережима несколько усложняется; в этом случае горизонтальными буровыми скважинами или ортами приходится проверять присутствие жилы в том или другом контакте дайки.

При наличии свиты даек и жил важно установить, к дайкам какого состава и на каких участках, обусловленных специфическими структурными особенностями, размещаются рудные жилы.

В качестве примера можно привести данные разведки одного месторождения рассматриваемого типа, известного на Южном Урале. В центральной части рудного поля его проходят три главные зоны концентрации даек метаморфизованных жильных пород, которые приурочены к зонам смятия в гранитах, имеющих северо-восточное простирание. С обеих сторон каждой из таких зон локализуются многочисленные менее мощные дайки широтного или близкого к широтному простирания. К этим дайкам приурочено большинство жил месторождения, несущих промышленные концентрации золота. Жилы следуют по простиранию даек, местами внутри их, иногда же тяготеют к их висячему боку (рис. 10).

Таким образом, описываемое месторождение представляет собой систему параллельных полос, насыщенных рудными телами, каждая из которых состоит из серий сближенных, параллельных жил, расположенных под острым углом друг к другу. В этих условиях поиски жил ведутся магистральными канавами меридионального направления, закладываемыми приблизительно через 200 м по каждой полосе отдельно. В процессе разведки более глубоких частей месторождения проходят штреки по простиранию жил. Из этих штреков проходят квершлагги к жилам, обнаруженным на поверхности или в горных выработках вышележащих горизонтов (рис. 11). В целях обнаружения слепых жил из тех же штреков бурятся горизонтальные скважины в северном и южном направлениях. Учитывая размеры жил, скважины размещаются на расстоянии 200 м по простиранию и 100 м по вертикали.

Особенности разведки месторождений, приуроченных к интрузивам и их контактовым зонам

В некоторых случаях рудные тела месторождений золота этого типа бывают приурочены к трещинам интрузива, возникающим в процессе его становления; к ним относятся краевые взбросы и диагональные трещины,

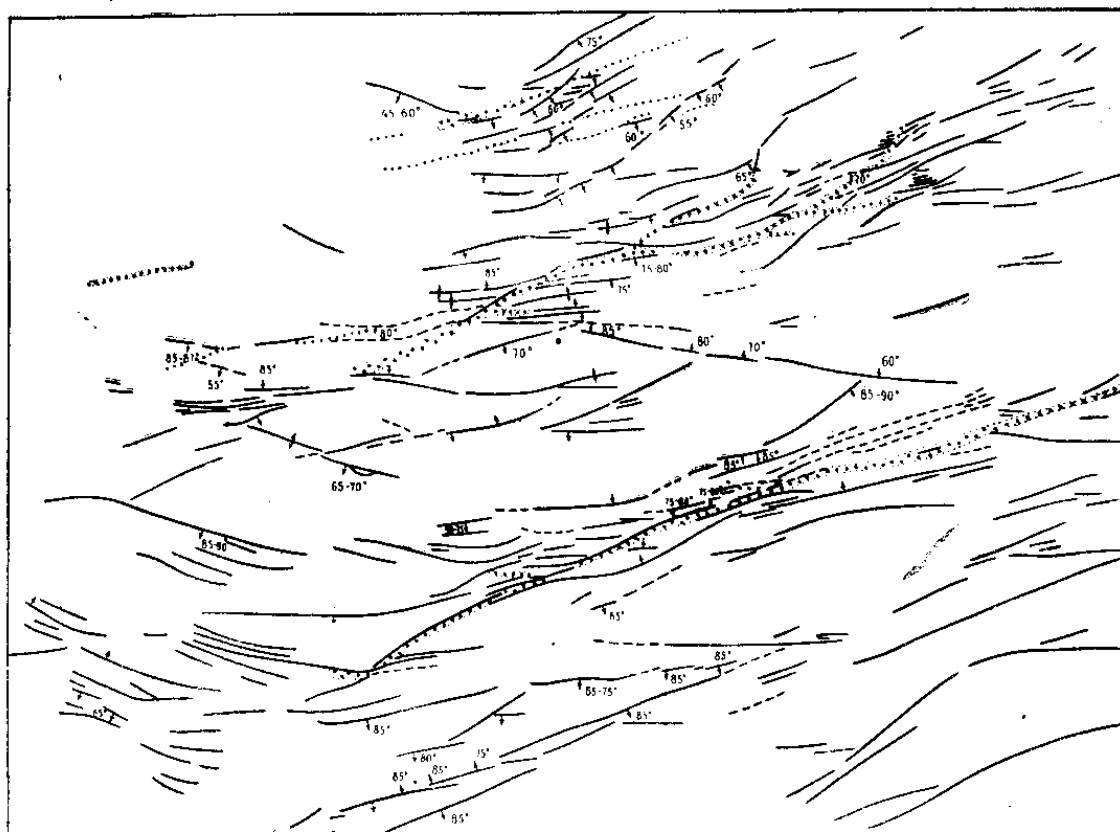


Рис. 10. Размещение золоторудных жил в связи с дайками метаморфизованных пород (из работы Н. И. Бородаевского и С. Д. Шер)

1 — плаггиограниты и гранодиориты; 2 — зоны концентрации даек и отдельные дайки метаморфизованных жильных пород; 3 — кварцевые жилы; 4 — элементы залегания жил

обладающие значительной протяженностью. Иногда трещины фиксируются дайками аплитов или лампрофиров и рудные жилы залегают по одному из контактов дайки. Для этих трещин характерно закономерное

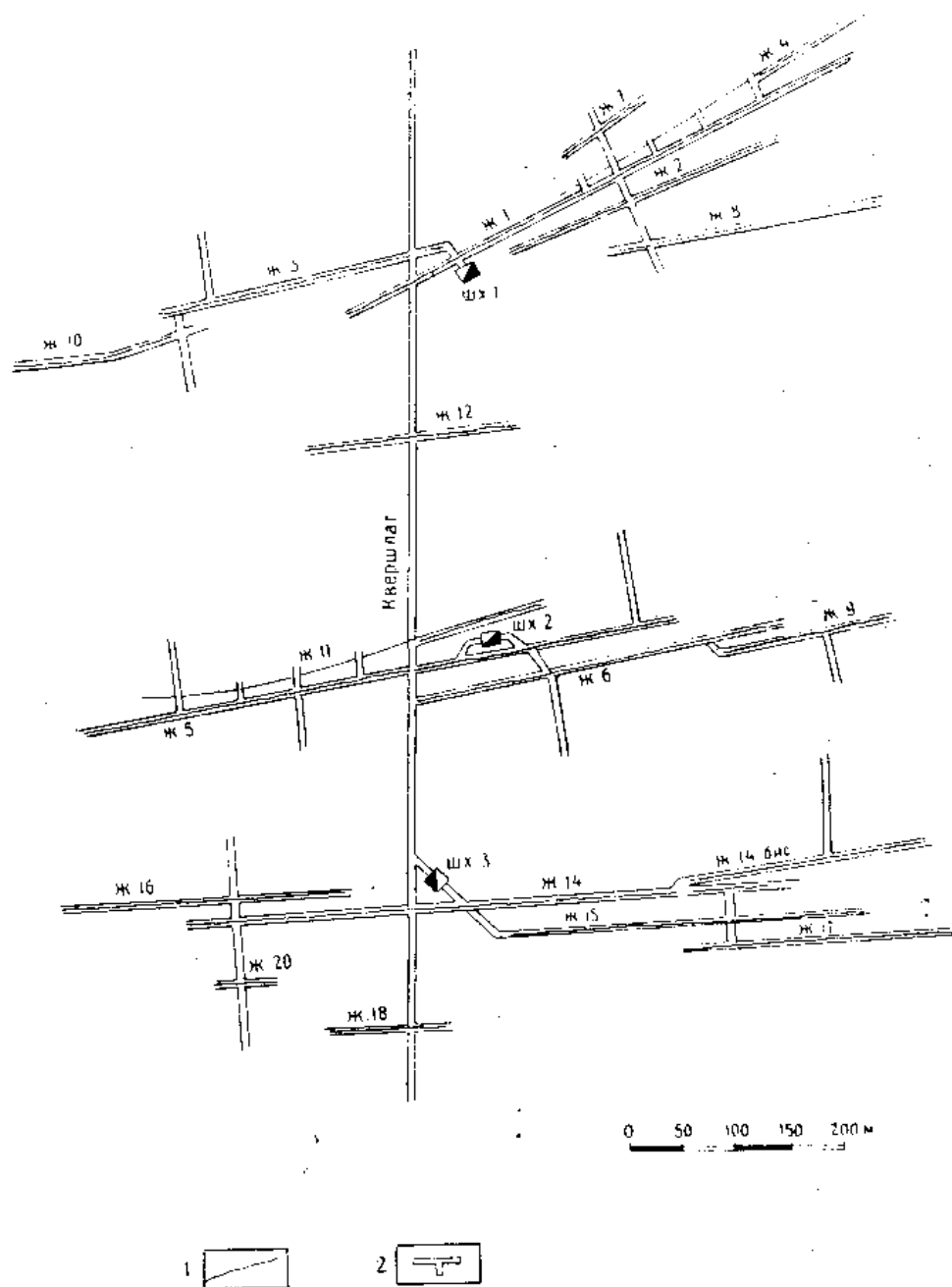


Рис. 11. Разведка свиты жил системой квершлагов и штреков
1 — жилы; 2 — горные выработки

их размещение в теле интрузива относительно его контактов, а следовательно, и элементов течения и контракционных трещин. В плутонах с концентрической контактовой зоной краевые взбросы в плане имеют

форму дуг, обращенных по падению к центру интрузива. В интрузивах синорогенных, вытянутых согласно простиранию складчатости вмещающей толщи, краевые взбросы имеют в плане прямолинейную форму, параллельную контакту.

Диагональные трещины, иногда пересекающиеся почти под прямым углом, располагаются под острым углом относительно контакта интрузива, образуя сложный веер в плутонах с концентрическим строением контактовой зоны. Приуроченные к этим трещинам рудные тела имеют относительно простую форму наклонных или крутопадающих жил выдержанной мощности. Обычно они размещены на больших расстояниях друг от друга в виде системы разобленных жил.

Значительно чаще залегающие в интрузивах золоторудные жилы бывают приурочены к зонам разломов, возникшим позднее становления интрузивного тела, или к свитам более поздних даек.

Месторождения золота, приуроченные к контактовым зонам интрузивов, имеют значительно большее распространение, чем месторождения, располагающиеся внутри интрузивного тела. Это, повидимому, обусловлено механической неоднородностью среды вблизи контакта интрузивных тел с осадочными толщами.

Контактный метаморфизм интрузии с развитием поясов (инъекционных гнейсов, роговиков, кристаллических сланцев или скарнов) создает специфические условия последующего трещинообразования. В роговиках, в массивных породах возникает густая сетка взаимно пересекающихся трещин скалывания и разрыва. В кристаллических сланцах трещины большей частью располагаются параллельно сланцеватости, обычно совпадающей с первичной слоистостью осадочных пород.

Таким образом, для контактовых зон интрузивов наиболее характерны сближенные сложные рудные тела, образующие или системы сближенных параллельных жил в кристаллических сланцах, или системы взаимно пересекающихся жил типа штокверков в роговиках и скарнах, или сложные трубчатые и гнездообразные тела, приуроченные к пересечению трещин. Для этих месторождений весьма существенным является состав пород, в которых залегают рудные тела, в связи с особенностями развития в них трещин.

Разведка месторождений, приуроченных к трещинам, образующимся в процессе становления интрузива, обычно сводится к разведке разобленных, далеко отстоящих друг от друга жил, имеющих относительно простую форму. Ориентировка жил и их размещение внутри интрузива зависят от его структуры и в первую очередь от элементов прототектоники. Поэтому в процессе изучения месторождения данного типа конфигурация контакта интрузива и элементы прототектоники вблизи зоны распространения жил должны быть с достаточной точностью установлены геолого-структурной съемкой масштаба 1 : 10 000 или 1 : 5000.

Разведка месторождений, приуроченных к роговикам или скарнам в контактовой зоне интрузивов, начинается с оконтуривания скарнов или роговиков, а затем выявляются минерализованные участки зон вкрапленного оруденения или жильных штокверков.

Для повышения эффективности поисков оруденелых участков внутри тел роговиков или скарнов необходимо установить особенности их размещения. Например, на одном месторождении выявлено, что рудные тела штокверковой формы в скарнах образуются в местах резких выступов контактовой зоны интрузива, обусловленных доинтрузивной тектоникой, которая подновлялась впоследствии. В другом случае в роговиках контак-

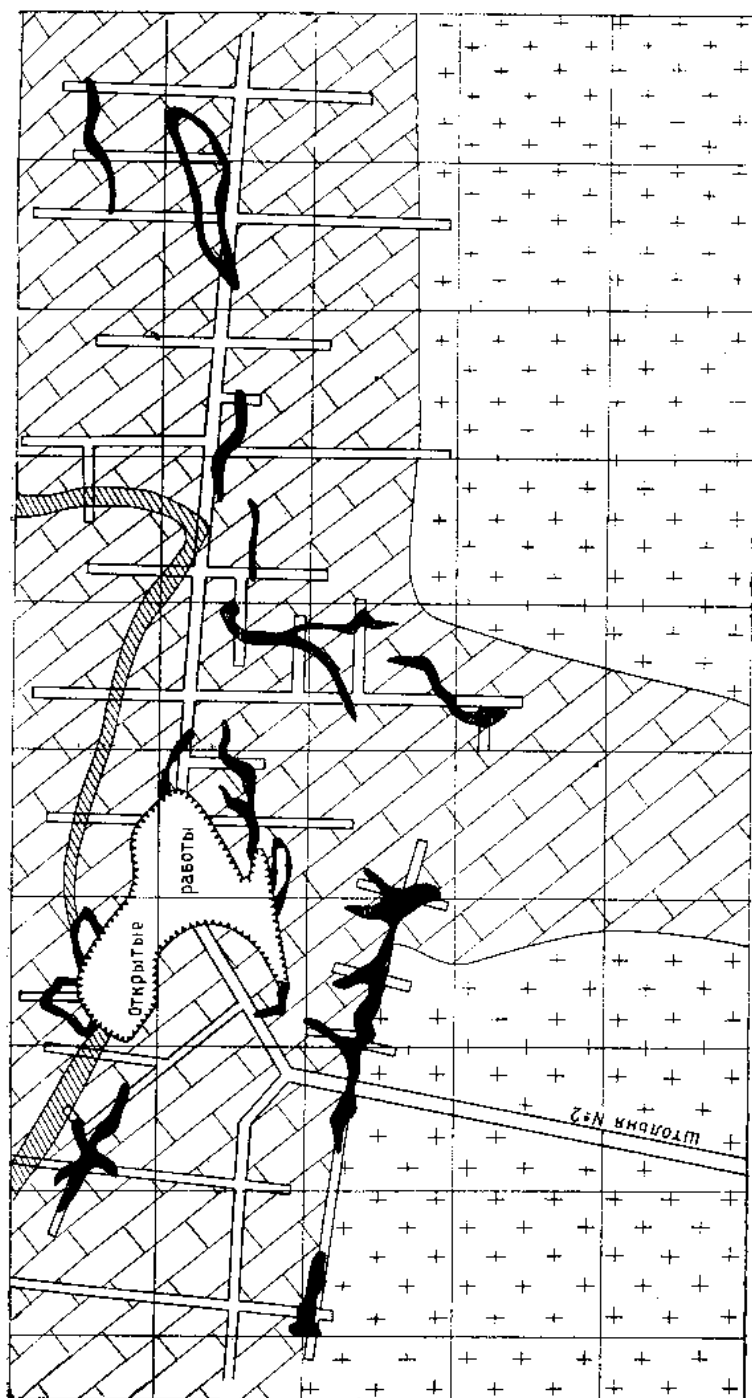


Рис. 12. Разведка месторождения, представленного телами неправильной формы
 1 — границы; 2 — известняки; 3 — дайки диабазов; 4 — рудные тела; 5 — горные выработки

товой зоны образовались системы сближенных пересекающихся жил и штокерки в местах резкого изменения простирания пачки роговиков.

Разведка месторождений, приуроченных к скарнам и роговикам контактовой зоны интрузива, является весьма трудной задачей вследствие сложных форм контактовой поверхности интрузива и различно метаморфизованных пород. При большой механической неоднородности среды и сложности поверхностей, ограничивающих различные породы, в отдельных участках месторождения очень резко изменяются условия формирования трещин, выполненных рудными телами.

Значительно проще устанавливаются особенности размещения рудных тел в кристаллических сланцах, подчиненных сланцеватости пород. В этом случае при поисках жильных зон необходимо выявить зоны интенсивного расщепления, заключающие жильные зоны, и проследить их по простиранию.

На рис. 12 приведен пример разведки месторождения, приуроченного к контактовой зоне гранодиоритов и известняков. Малочисленные рудные тела неправильной жиллообразной и трубчатой формы располагаются в известняках в приконтактной зоне мощностью 100 м, причем форма рудных тел, очевидно, обусловлена имеющейся системой трещин. Разведку месторождения производят системой взаимно пересекающихся квершлагов и буровых скважин; отдельные, наиболее крупные, рудные тела прослеживают штреками и ортами из них. Расстояние между скважинами и квершлагами принято 40 м, что соответствует средней протяженности рудных тел.

Особенности разведки месторождений, приуроченных к структурам складчатой формы

Золоторудных месторождений, структура которых непосредственно определяется складчатыми формами, известно сравнительно немного. При складкообразовании наряду с изгибами пластов обычно в породах появляются серии трещин, сопряженных со складчатостью.

Для рудообразования наибольшее значение имеют: 1) трещины межпластового срыва; 2) сдвиги, косо ориентированные к оси складки; 3) трещины расщепления в сводах складок; 4) трещины разрыва, ориентированные поперек осей складок.

Трещины межпластового срыва обычно образуются на границах или вблизи границ пластов, отличающихся по своим механическим свойствам, например песчаников и аргиллитов. Подобного типа месторождения с жилами, приуроченными к трещинам межпластового срыва, характерны для золоторудных месторождений Дальнего Востока мезозойского возраста. Месторождения, связанные с этими трещинами, представлены сериями параллельных разобитых жил, расположенных на крыле складки вблизи сводового перегиба или в месте ундуляции оси складки. В участках, непосредственно переходящих в свод, наблюдается постепенное выглаживание жил.

Сдвиги, косо ориентированные относительно оси складок, развиваются в сильно сжатых складках при относительно однообразном литологическом составе пород. Приуроченные к этим сдвигам месторождения обычно бывают представлены системой кулисообразно эшелонированных жил, причем зоной эшелонирования служит осевая часть складок.

Трещины расслоения в сводах складок характерны для толщ пластичных пород, при деформации которых происходит выжимание мате-

риала из крыльев в сводовые части складок. При этом процессе в сводах складок образуются мелкие складки высших порядков, сопровождаемые развитием полостей отслаивания. К последним приурочиваются седловидные жилы типа Бендиго. Для седловидных жил типичны многоярусное строение, вернее наличие большого количества слепых рудных тел, и локальная приуроченность к сводовой части складки.

Трещины разрыва, ориентированные поперек осей складок, развиваются в относительно хрупких породах — песчаниках, покровах эффузивов, кристаллических сланцах — при сильно сжатой складчатости. Концентрация трещин разрыва вдоль оси складки обычно очень изменчива и зависит, с одной стороны, от ундуляции оси складки, а с другой — от ряда факторов, характеризующих нижний структурный ярус, часто не вскрытый эрозией и поэтому недоступный непосредственному изучению.

Приуроченные к трещинам разрыва рудные тела представляют собой систему разобщенных, иногда значительно удаленных друг от друга жил, коротких по простиранию и падению.

Когда осадочные породы по своим химическим свойствам благоприятны для широкого развития процессов замещения, вместо относительно простых жил, связанных со складчатыми формами, возникают залежи, при образовании которых используется в разной степени вся сетка трещиноватости пород.

К складчатым структурам, повидимому, приурочены многие колчеданные залежи, представленные линзами и пластообразными телами, залегающими в эффузивах и в смятых в складки туфах.

Разведка месторождений, приуроченных к трещинам межпластового срыва, относительно проста благодаря четкому контролю жил элементами слоистости осадочной толщи.

Обычно пачка рудных жил, связанная с межпластовыми срывами, располагается в определенном положении относительно элементов складок. Например, одно месторождение такого типа в Приамурье приурочено к участку перегиба крыльев в своде антиклинали на участке положительной ундуляции оси складки. В другом случае жилы располагаются в крыле складки на участке поперечного пологого изгиба слоев. Углы падения жил обычно строго соответствуют элементам залегания пластов.

Разведку месторождений подобного типа производят следующим образом. Площадь месторождения пересекают магистральными канавами по поверхности или квершлагами на разведочных горизонтах перпендикулярно к простиранию осадочной толщи, а затем разведывается каждая отдельно выявленная жила. Для разведки глубоких горизонтов широко применяют колонковое бурение по линиям, пересекающим вкрест простирания слою осадочной толщи.

Жилами в сдвигах, косо ориентированных к оси складки, образуются кулисообразно эшелонированные системы разобщенных относительно простых рудных тел. Поиски рудных жил осуществляют системой выработок, при которой учитывают простирание рудных тел и положение полосы их развития, совпадающей с простиранием оси складки и образующей острый угол с простиранием жил.

Аналогичным способом производят и подземную разведку месторождений подобного типа. При большом удалении жил друг от друга каждую из них разведывают особо, без взаимной связи.

Седловидные жилы в трещинах расслоения приурочены к сводовым частям складок, осложненным складками высших порядков. По простиранию жилы вытянуты параллельно оси складки, а углы падения их из-

меняются в обе стороны — от горизонтального к наклонному, причем жилы размещаются друг над другом в несколько ярусов. Подавляющее большинство жил не выходит на поверхность, и поэтому их поиски проводят с помощью бурения вертикальных скважин, расположенных по прямоугольной сетке.

Своеобразным типом месторождения являются колчеданные залежи, в частности ряда золоторудных месторождений Башкирии, которые приурочены к брахискладчатым формам благоприятных горизонтов вулканогенных образований или к субвулканическим телам, также участвующим в складчатости вместе с вмещающей толщей. Вулканогенные образования, вмещающие рудные залежи, диагенетизированы и изменены до состояния зеленокаменных пород, поэтому изучение и выявление структур представляет значительные трудности. Сама разведка колчеданных залежей производится с применением геофизических методов, а также наклонного и горизонтального колонкового бурения. В задачу последнего входят поиски глубоко залегающих слепых линз, детализация морфологии рудных тел, а также опробование руд. Скважины размещаются по линиям, перпендикулярным к оси складки и простиранию рудных тел, и бурятся таким образом, чтобы получилось полное перекрытие всего разреза.

Особенности разведки месторождений, приуроченных к границам толщ, различающихся по своим свойствам

Этот тип структурного контроля отличается от предыдущего отсутствием четкой зависимости от складчатых форм. Границей толщ различного состава пород может быть не только слой, но и поверхность несогласия, как горизонтальная, так и наклонная (в связи с последующей складчатостью). Основное контролирующее значение такой границы обусловлено тем, что вблизи нее происходит изменение плана деформаций при любых тектонических движениях. Вдоль границы толщ обычно возникают основные тектонические трещины, от которых отходят трещины оперения, изгибающиеся по мере удаления от контакта. Только отдельные прямолинейные участки этих изгибающихся трещин оказываются проницаемыми для рудоносных растворов, и поэтому обычно возникает система коротких по простиранию, разобщенных, кулисообразно эшелонированных жил. Реже образуются одиночные жилы вдоль границы пород с различными механическими свойствами.

Подобная система жил, приуроченных к границе кварцитов и филлитов, характерна для некоторых месторождений Енисейского кряжа. Для них типичными являются относительно небольшая длина по простиранию отдельных жил и связь участков концентрации жил с изгибами границы толщ кварцитов и филлитов.

Изучение рудных полей, сложенных неоднородными комплексами пород, показывает, что наиболее благоприятными участками для развития оруденения в этих случаях оказываются места изгиба границы между толщами пород, различающимися по своим свойствам.

В начальную стадию предварительной разведки месторождений данного типа необходимо уточнить детали строения границы между разными толщами пород и выяснить особенности размещения выявленных рудных тел относительно этого контакта. Когда полоса развития жил уже намечена, дальнейшая разведка месторождения ничем не отличается от разведки месторождений других, ранее описанных, типов с системой ку-

лисообразно эшелонированных жил. В подземных выработках в таких случаях необходимо широко применять горизонтальное бурение для подсечения многочисленных сближенных параллельных слепых жил.

Особенности разведки месторождений, приуроченных к литологически благоприятным горизонтам

Благоприятные в отношении трещинообразования и химической активности горизонты весьма близки к дайкам в отношении структурного контроля рудных тел. Различие заключается в том, что дайки обычно занимают секущее положение относительно вмещающих пород, в то время как благоприятные пласты согласно чередуются с неблагоприятными.

Наиболее распространенные трещины в пластах хрупких пород,жатых между пластичными, располагаются почти перпендикулярно к границам пласта и не выходят за его пределы. Это трещины отрыва; расстояния между ними зависят от мощности пласта и механических свойств как пород пласта, так и окружающих пластичных пород. Кроме трещин отрыва, возникают трещины скалывания на границе хрупкого пласта и диагональные трещины внутри пласта. В зависимости от условий приоткрывания трещин в период циркуляции рудоносных растворов в благоприятных горизонтах (или пластах) образуются жилы в подошве и кровле пласта, а также лестничные жилы или сложные штокверковые тела.

В случае химической активности благоприятного горизонта — способности слагающих его пород вступать в метасоматические реакции с рудоносными растворами — в нем образуются не системы жил или штокверки, а рудные залежи. Распространение залежей в пределах пласта (по площади) обычно ограничивается экранирующими трещинами или постепенно затухает по мере удаления от рудоподводящего канала.

При горизонтальном залегании толщи и при наличии в ней нескольких благоприятных пластов образуются многоярусные рудные тела, связанные с одним или несколькими рудоподводящими каналами. При наклонном залегании нескольких благоприятных пластов возникают параллельные, иногда разобщенные рудные тела, а также рудные тела, связанные с секущими трещинами, например некоторые золоторудные тела месторождений Мариинской тайги.

Прослеживание благоприятных горизонтов не представляет затруднений вследствие их мощности и протяженности. Обычно оно осуществляется линиями коротких канав или дудок, расположенными на значительном расстоянии друг от друга, примерно 500 м при устойчивой фации горизонта, заключающего рудные тела.

Поиски рудных тел внутри этих горизонтов более сложны, так как обычно рудные тела располагаются неравномерно. Чаще всего они сосредоточиваются в местах пересечения данного горизонта тектоническими зонами или находятся в местах резкого изгиба этого горизонта.

Характерным примером месторождений, приуроченных к литологически благоприятным горизонтам, являются месторождения Центрального Алдана. Детальное изучение стратиграфического разреза позволило здесь установить внутри вмещающей толщи карбонатных пород три горизонта, к которым приурочены почти все известные многочисленные залежи (рис. 13). На выходах на поверхность этих литологически благоприятных горизонтов сосредоточивается основное внимание при выявлении залежей. Приуроченность же залежей к вертикальным рудным жи-

лам или трещинам служит руководящим направлением при поисках тех из них, которые не имеют выхода на поверхность.

Многоярусное строение залежей месторождения, обусловленное наличием трех продуктивных горизонтов в пределах рудовмещающей толщи и вертикальным положением рудоподводящих каналов, позволяет рассматривать наличие залежи на одном из этих горизонтов как основание для поисков залежей на нижележащих горизонтах. Поэтому при разведке какой-либо из уже известных залежей часть выработок необходимо углубить до нижнего продуктивного горизонта.

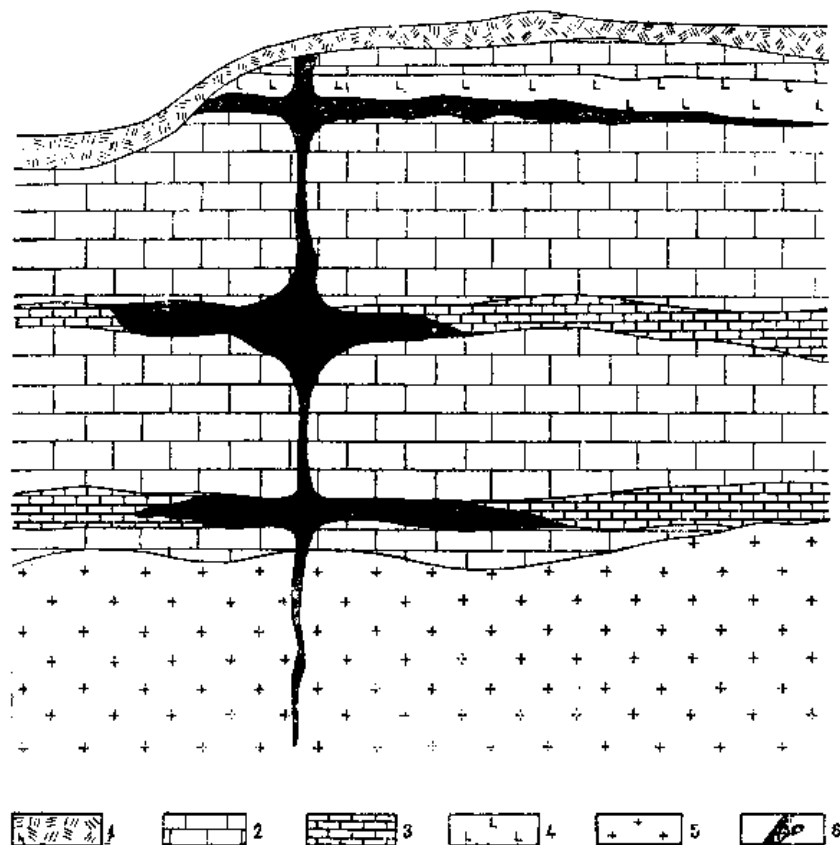


Рис. 13. Размещение рудных залежей в благоприятных горизонтах карбонатной толщи

1 — наносы; 2 — известняки; 3 — благоприятные для рудоотложения горизонты известняков; 4 — пластовое тело ксратофиров; 5 — граниты; 6 — руда

4. ВЫЯВЛЕНИЕ ГРАНИЦ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПО ПЛОЩАДИ

Одной из основных задач предварительной разведки является установление границы промышленного оруденения по площади естественного контура рудного поля с целью концентрации здесь всего комплекса разведочных работ.

Площадь распространения оруденения характеризуется, с одной стороны, благоприятными структурными и литологическими особенностями

для образования руд и, с другой, наличием следов проникновения в этот участок гидротермальных растворов.

Благоприятная для рудоотложения геологическая обстановка выявляется в процессе предварительной разведки месторождений. В этот период работ в основном устанавливаются условия пространственного размещения рудных тел и взаимоотношения оруденения с магматическими породами, а также особенности геологического строения рудного поля, определяющие распространение оруденения.

Например, если выявлено, что оруденение приурочено к зоне разлома, а рудные жилы располагаются в висячем боку нарушения, выполняя трещины оперения, то благоприятной структурой является висячий бок разлома. Дальнейшая разведка показывает, что помимо этого ведущего структурного признака, необходимо также учитывать и другие, например литологический состав пород висячего бока нарушения. В данном случае было установлено, что рудные жилы располагаются только в песчаниках, а в филлитах отсутствуют. Если нарушение сечет чередующиеся толщи песчаников и филлитов, то благоприятные в структурном отношении участки также будут чередоваться с неблагоприятными.

В месторождениях, связанных с разломами, с дайками, с контактовыми зонами интрузий, со складчатыми формами, с границей пород, различающихся по своим свойствам, с благоприятными горизонтами или пластами, полоса распространения минерализации обычно вытянута в одном направлении на значительное расстояние, а в другом, ей перпендикулярном, имеет относительно небольшие размеры.

В тех случаях, когда оруденение приурочено к системе взаимно пересекающихся структурных элементов, например к нескольким нарушениям или к благоприятным пластам и нарушениям, площадь распространения оруденения может иметь сложную, в общем почти изометрическую форму.

Когда зона распространения оруденения вытянута в одном направлении на большое расстояние (примерно 5—15 км), а в другом имеет незначительную ширину, измеряющуюся несколькими сотнями метров, границы полосы развития рудных тел, параллельные ее простиранию, выявляются сравнительно легко благодаря четко выраженному структурному контролю.

Сложнее решается эта задача в случае, когда площадь распространения оруденения имеет изометрическую форму, так как в этих условиях необходимо сначала выяснить систему взаимно пересекающихся различных элементов структур, влияющих на размещение рудных тел. В таком случае следует привлекать все данные, полученные при геологической съемке крупного масштаба и разведке рудных тел, которые могут быть использованы для анализа истории развития и условий формирования структуры рудного поля. В результате этого изучения следует получить представление о плане деформации предрудного этапа в отдельных участках большой территории, заведомо превышающей площадь рудного поля. Анализируя сетку дорудных трещин и план предрудной деформации в различных частях площади, можно выделить участок, благоприятный для локализации рудных тел. Границы его в отдельных случаях могут четко выделяться, проходить вдоль тектонических зон, а в других случаях могут оказаться довольно условными.

В качестве примера можно привести оконтуривание рудного поля одного месторождения Восточного Забайкалья, приуроченного к системе

взаимно пересекающихся северо-восточных и близмеридиональных сбросов. Детальное геолого-структурное изучение района расположения этого месторождения показало, что некоторые из нарушений имеют значительно более древний возраст, чем оруденение; часть нарушений относится к более молодому возрасту, и только некоторые из них, сосредоточенные в пределах небольшой площади (грабена), по времени близки к рудообразованию.

При анализе структуры рудного поля было установлено, что оно разбито сбросами на ряд блоков, причем для одного и того же предрудного этапа в северных блоках наблюдается один план деформации, а в южных — другой. Сопоставление этих данных с ориентировкой систем трещин в различных блоках показало, что в одних блоках (северо-восточных) системы протяженных трещин ориентированы поперек направления наибольшего сокращения при деформации, а в других — вдоль этого направления или расположены под острым углом к нему. В соответствии с этим в одних блоках отсутствуют рудные тела, в других имеются рудные тела, характеризующиеся одними морфологическими особенностями, а в третьих — другими. Эти сопоставления, с учетом всего фактического материала, полученного при разведке месторождения, позволили выделить блоки, благоприятные и не благоприятные для золотого оруденения. Таким путем наметилась граница рудного поля по структурному признаку.

Вопрос о границе распространения оруденения не исчерпывается выделением благоприятных площадей по структурному признаку. Помимо данных о размещении рудных тел, широко используются проявления гидротермального метаморфизма вмещающих пород, которые часто охватывают значительно большие площади, чем отдельные рудные тела, и поэтому легко выявляются в процессе геологической и геохимической съемки.

Обычно на каждом месторождении наблюдается несколько стадий проявлений гидротермального метаморфизма, причем наиболее ранние из них, по времени далеко отстоящие от выделения золота, охватывают наибольшие площади. Поздние, близкие к рудообразованию, локализуются в непосредственной близости от рудных тел.

Картирование проявлений гидротермального метаморфизма вмещающих пород (серицитизации, хлоритизации, рассеянной пиритизации, окварцевания, карбонатизации и т. п.) в пределах разведанной части месторождения может позволить наметить границы распространения оруденения в пределах благоприятной в структурном отношении площади. Таким путем уточняются геологические границы рудного поля и внутри него выделяются контуры промышленного оруденения.

5. УСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ГЛУБИНУ

Как известно, с поверхности руды месторождений изменены процессами выветривания. Для колчеданных залежей и кварцевых руд, содержащих большое количество сульфидов (более 15%), процессы миграции в зоне гипергенеза приобретают значительные размеры. Руды этих месторождений в зоне окисления часто содержат золота в 2—3 раза больше, чем в зоне первичных сульфидов. Поэтому сульфидные месторождения часто являются промышленными в отношении золота только в пределах зоны окисления, а ниже, в зоне первичных сульфидов, пред-

ставлены убогими рудами. Следует также отметить, что технология обогащения и извлечение золота из окисленных и первичных руд различны. Поэтому необходимо отдельно подсчитывать запасы окисленных и первичных руд даже в тех случаях, когда и последние содержат промышленные концентрации золота.

Глубина зоны окисления зависит в первую очередь от длительности и интенсивности процессов выветривания (обусловленного историей развития рельефа, гидрогеологического режима, связанного с трещиноватостью и водопроницаемостью пород, климата в период развития процессов выветривания), а также от особенностей геологического строения рудного поля. Наибольшей глубины процессы выветривания достигают в пределах древних пенепленов с постепенно понижающимся уровнем грунтовых вод, с жарким относительно сухим климатом.

Граница зоны окисления и первичных руд имеет очень сложную поверхность с глубокими западениями в участках сильно трещиноватых пород, в зонах дробления, приуроченных к разломам. Поэтому для каждого рудного тела необходимо выявить глубину границы окисленных и первичных руд. Часто даже внутри одного мощного рудного тела эта граница резко опускается от висячего к лежащему боку или наоборот, а также резко колеблется по простиранию рудного тела.

При гипергенных процессах в сульфидных залежах возникает отчетливо выраженная зональность в вертикальном разрезе с обособлением железных шпал, подзон выщелачивания, окислений, «сыпучек», цементации. Содержание золота в каждой из этих подзон может варьировать в широких пределах, и поэтому при разведке их необходимо выделять.

В предварительную стадию разведки глубина зоны окисления отдельных рудных тел, залегающих в различной геологической обстановке, например в зоне разлома, вдали от зоны разлома в плотных породах и в трещиноватых породах, выявляется разбуриванием вертикальными или наклонными скважинами в зависимости от условий залегания и морфологии рудных тел.

Полученные данные распространяют на все месторождение для планирования уже более детальных разведочных работ, в задачи которых входит выявление запасов промышленных категорий.

При разведке колчеданных залежей нельзя ограничиваться определением глубины залегания первичных руд; необходимо также проводить систематическое опробование последних для решения вопроса о возможности разработки месторождения в зоне первичных руд.

Наряду с зональностью рудных тел, обусловленной процессами выветривания, часто имеет место зональность в отложении руд, которая выражается в том, что центральная часть площади рудных тел обычно бывает более интенсивно минерализована, чем периферическая. Благодаря этому явлению понижение содержания золота в руде ниже промышленных кондиций в одном рудном теле не означает отсутствия промышленных руд на более глубоких горизонтах других рудных тел.

Иногда наблюдается зональность пульсационная, связанная с изменениями условий образования руд с глубиной, обусловленными изменением термодинамической и структурно-литологической обстановки. В результате этой зональности в некоторых месторождениях наблюдается изменение вещественного состава руд с глубиной.

Одним из важнейших факторов, определяющих глубину распространения минерализации промышленного значения, является граница развития благоприятной структурной обстановки на глубине.

Как уже упоминалось выше, для месторождений всех типов существенное значение для формирования рудных тел имеют физико-механические свойства вмещающих пород. Например, замечено, что в ряде месторождений, приуроченных к зоне разлома, системы жил оперения развиваются только в хрупких породах (в песчаниках) и отсутствуют в пластичных (глинистых сланцах).

В других случаях установлено, что в месторождениях, приуроченных к зонам интенсивного расслаивания и к секущим их зонам дробления, сближенные рудные тела (жилы) концентрируются в филлитах и отсутствуют в песчаниках. Для месторождений, залегающих в интрузиях гранитов, иногда характерно отсутствие жил в осадочных породах. Наоборот, жилы, залегающие в осадочной толще, метаморфизованной в процессе контактового воздействия интрузии, часто не продолжают в теле интрузии.

Для каждого месторождения могут быть выделены специфические благоприятные условия для размещения рудных тел.

В связи со слоистым строением осадочных и эффузивных толщ, наличием пластовых интрузий и крупных интрузивных масс, внедрившихся до определенных гипсометрических уровней, состав пород по вертикали меняется значительно резче, чем в горизонтальном направлении. Это еще больше подчеркивается чередованием процессов осадконакопления и складкообразования, в результате которых возникают структурные ярусы, отделенные друг от друга поверхностями несогласий. Естественно, что структуры, благоприятные для рудоотложения в одном структурном ярусе, могут оказаться неблагоприятными в другом.

Все эти предпосылки в том или ином случае должны быть положены в основу оценки перспектив распространения оруденения на глубину.

В результате детального геологического картирования, анализа складчатой и дизъюнктивной тектоники и тектоники интрузивов могут быть составлены разрезы через месторождение.

Данные об условиях размещения рудных тел на поверхности должны лечь в основу представлений о благоприятных структурах и литологических горизонтах на глубине. Распространяя эти выводы на глубину, необходимо проверять и уточнять их в процессе дальнейшей разведки месторождения, используя геофизические методы разведки.

Представления о геологии глубоких горизонтов месторождения должны быть обязательно уточнены и дополнены данными бурения специальных структурных скважин. Глубина их на 150—300 м должна опережать глубину систематической буровой разведки, в свою очередь проводимой на 50—100 м ниже горных выработок. Скважины структурного бурения следует располагать в тех разрезах, которые наряду с наличием возможно большего числа рудных тел могут дать наиболее полноценные сведения для выяснения элементов структуры, контролирующей или ограничивающей распространение оруденения. Таким элементом может быть нижняя граница продуктивной толщи, смена состава и строения вмещающих пород, наличие и местоположение на глубине тектонического нарушения и т. д.

Размещая структурные скважины в разрезах, наиболее благоприятных для выяснения интересующего элемента структуры и обеспечивающих подсечение большого количества рудных тел, по возможности, не следует отрывать пункты пересечения ими основного рудного тела на чрезмерно большие расстояния от нижней границы запасов этого тела по категории С₂, экстраполированных по данным имеющихся выработок.

Подсечение основного рудного тела одной структурной скважиной на проектной глубине увеличивает надежность обоснования запасов категории C_2 не только этого рудного тела, но и всех других, находящихся в одинаковых с ним геологических условиях. Наличие двух-трех скважин, расположенных приблизительно на одном уровне, в некоторых случаях дает основание понизить границу экстраполируемых запасов, если эти скважины установили сохранность вещественного состава руд, наличие в них золота и постоянство геологических условий вмещающей среды.

Помимо структурного фактора, ограничивающего распространение оруденения с глубиной, необходимо учитывать весьма важный фактор — термодинамический, управляющий условиями выпадения минералов из растворов.

На некоторых месторождениях наблюдается закономерное изменение с глубиной вещественного состава руд с преобладанием ранних минеральных ассоциаций на глубине и поздних — на верхних горизонтах; так как золото часто ассоциируется с поздними минеральными комплексами, то в таких случаях содержание золота с глубиной может уменьшаться.

Таким образом, постепенная, закономерная изменчивость вещественного состава руд с глубиной, повторяющаяся во всех рудных телах месторождения, указывает на большой геотермический градиент и перепад давления в период отложения руд, что может оказаться неблагоприятным признаком для оценки перспектив глубоких горизонтов месторождения.

На многих месторождениях наблюдается изменчивость вещественного состава руд от центральной части рудных тел к их периферии как по простиранию, так и по падению. Это явление особенно отчетливо наблюдается в слепых рудных телах, у которых вещественный состав руд в участках выклинивания вблизи поверхности бывает идентичен составу руд в участках выклинивания на глубине.

Наконец, в ряде месторождений наблюдается чередование по вертикали горизонтальных или слабо наклонных полос с преимущественным развитием то одних, то других минеральных ассоциаций. В этом случае при небольшой глубине разведанности месторождения, когда на нижнем горизонте вскрыты убогие непромышленные руды, можно сделать ошибочный вывод об отсутствии перспектив месторождения на глубину.

Только детальное изучение всех рудных тел месторождения и особенностей изменения их вещественного состава с глубиной может способствовать правильной оценке перспектив глубоких горизонтов месторождения.

Анализируя структуры месторождения в сочетании с систематическим изучением вещественного состава руд и пород, можно выработать достаточно достоверные геологические предпосылки для оценки глубины оруденения. При этом во многих случаях может оказаться, что глубина промышленной минерализации является весьма значительной, несмотря на кажущееся наличие «неблагоприятной зональности».

6. ПОИСКИ СМЕЩЕННЫХ ЧАСТЕЙ РУДНЫХ ТЕЛ

В практике разведки золоторудных месторождений довольно часто бывают случаи, когда рудные тела или дайки прерываются тектоническими нарушениями. При этом всегда возникают вопросы: имеется ли по

другую сторону нарушения смещенная часть рудного тела и где ее искать?

На первый вопрос может дать ответ анализ времени формирования нарушения относительно возраста рудообразования.

Если нарушение дорудное, то оно может экранировать оруденение путем подпруживания рудоносных растворов глинками трения. В других случаях экранирование выражается в том, что в одном боку нарушения раскрываются трещины в период циркуляции рудоносных растворов, а в другом смыкаются. Поэтому в этих случаях рудные тела образуются только в одном боку разлома.

Независимо от причин экранирования, рудные тела, ограниченные дорудным нарушением, часто не продолжают в смещенном крыле дизъюнктива.

Если установлено, что нарушение послерудное, то по другую сторону дизъюнктива должно быть расположено смещенное крыло рудного тела.

Критериями для определения послерудного возраста нарушения могут служить следующие данные:

- 1) срезание рудных жил, иногда с подминанием краев, без изменения мощности вблизи нарушения;
- 2) нахождение обломков рудного материала в зоне дробления;
- 3) отсутствие следов гидротермального изменения цемента тектонической брекчии;
- 4) отсутствие рудных прожилков, приуроченных к трещинам зоны дробления.

Однако вопрос о времени заложения разлома не всегда может быть однозначно решен вследствие часто встречающихся явлений подновления нарушений. Во многих случаях можно наблюдать следы повторных подвижек по дорудным нарушениям. Повторные подвижки вызывают дробление рудного материала, образовавшего прожилки в дорудной зоне дробления. Наличие обломков рудного материала в зоне дробления может быть ошибочно принято как доказательство послерудного возраста заложения нарушения.

Поверхность, по которой происходит перемещение разорванных частей рудного тела, называют сместителем. Последний обычно представляет собой трещину, заполненную глиной притирания или более крупнозернистым обломочным материалом. На стенках сместителя часто бывают видны штрихи скольжения, которые выражены царапинами, редко сплошными, чаще прерывистыми. Иногда встречаются неглубокие борозды. При более крупнозернистом обломочном материале, выполняющем трещину, штрихи скольжения обычно выражены бороздами, иногда переходящими в желобки, по внешнему виду напоминающие волноприбойные знаки.

Для того чтобы обнаружить штрихи скольжения на поверхности сместителя, необходимо очень осторожно молотком отслаивать породы (продукты дробления вмещающих пород) вдоль нарушения и обнажить зеркало скольжения. Штрихи скольжения указывают ориентировку линии перемещения, а не ее направление.

В сильно нарушенных областях с продолжительной и сложной историей развития тектонической деятельности часто по одним и тем же тектоническим швам в разное время происходят подвижки различных направлений. В бороздах скольжений фиксируется только один этап, характеризующийся движением, часто отличным от результирующего. По-

этому необходимо выявлять возможно большее количество зеркал скольжения и сравнивать направление движений в каждом из них.

Разорванные сместителем части рудного тела, дайки или пласта называют крыльями нарушения. В отдельных случаях в месте стыка сместителя с крылом наблюдаются плавные загибы слоев или жил в сторону перемещения, указывающие на направление перемещения.

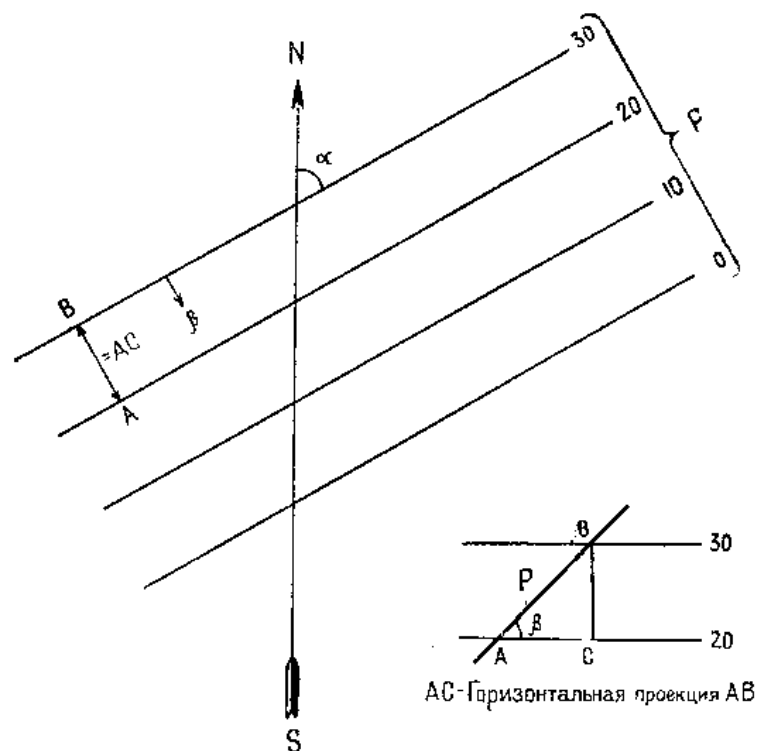


Рис. 14. Изображение плоскости в горизонтальной проекции с числовыми отметками

α — азимут линии простирания плоскости P ; β — угол падения плоскости P ; 0, 10, 20 — линии пересечения плоскости P с горизонтальными плоскостями и их высотные отметки

В общем случае сместитель и крылья жилы или дайки имеют более или менее сложную изогнутую поверхность. Однако ее можно без особой погрешности принимать за плоскость. Затем приходится делать еще второе допущение: считать, что разорванные части жилы перемещаются относительно друг друга прямолинейно, т. е. крылья разорванной жилы будут представлять собой две параллельные между собой плоскости.

На первый взгляд такое допущение кажется большим упрощением, так как наряду с прямолинейным перемещением известны разрывы с вращательным движением крыльев. Однако такие нарушения встречаются относительно редко и обычно обладают большим радиусом вращения. Таким образом, не будет большой ошибкой, если разрывы на небольших участках считать правильными поступательными перемещениями.

Для графического изображения тектонической структуры обычно пользуются методом ортогональных разрезов в трех взаимноперпендику-

лярных сечениях: горизонтальном, поперечно-вертикальном и продольно-вертикальном (геологическая карта поверхности или погоризонтный план, поперечные и продольные разрезы).

Из трех перечисленных сечений главным для анализа нарушений считают поперечно-вертикальное сечение, перпендикулярное простиранию рудного тела и диагональное, обычно, по отношению к простиранию разрыва. В результате этого в поперечно-вертикальном разрезе падение рудного тела изображается под истинным углом падения, а угол падения нарушения может быть сильно искажен.

Для геометрического анализа смещений этот способ изображения недостаточен, и поэтому приходится прибегать к дополнительным графическим построениям в проекции с числовыми отметками, описания которых можно найти в книге П. А. Рыжова (1952). Сущность проекции с числовыми отметками сводится к изображению плоскости в горизонталях.

Изображение любой плоскости в проекции с числовыми отметками практически производится следующим образом. Устанавливаются элементы залегания плоскости: азимут простирания α и угол падения β . Затем находят заложение, т. е. расстояние между двумя проекциями соседних горизонталей в плане. С этой целью в масштабе плана вычерчивается прямоугольный треугольник (рис. 14), у которого ВС является вертикальным расстоянием между двумя соседними горизонталями (например, между горизонталями с отметками 20 и 30 м); гипотенуза АВ является истинной длиной плоскости между двумя соседними горизонталями; АС — ее горизонтальной проекцией, т. е. заложением. Вертикальные отметки, так же как и горизонтالي, должны быть привязаны к маркшейдерскому плану или к топографической карте поверхности.

Так как в геометрическом отношении разрыв характеризуется пересечением двух плоскостей (рудного тела со сместителем), сущность изображения разрыва в проекциях с числовыми отметками сводится к изображению пересекающихся плоскостей в горизонталях и к построению линии их пересечения.

Обычно берут две пересекающиеся плоскости P_1 и P_2 , элементы залегания которых соответственно: α_1, β_1 и α_2, β_2 . Приняв разность высотных отметок между горизонталями равной 10 м, эти плоскости изображаются в проекции с числовыми отметками. Линия пересечения этих плоскостей OO' в этом случае определится точками пересечения одноименных горизонталей, принадлежащих плоскостям P_1 и P_2 (рис. 15).

Методы поисков смещенных частей рудных тел различны в зависимости от степени изученности нарушения.

В одной выработке может быть установлено, например, что рудное тело смещено разрывом, причем направление смещения выявить не удается, так как изгиба контактов рудного тела вблизи нарушения не наблюдается. Таким образом, в этом случае известны только элементы залегания рудного тела и сместителя.

Смещенное крыло рудного тела может находиться или слева, или справа от забоя штрека, образуя зияние или сдваивание (рис. 16).

Поиски смещенного крыла рудного тела в этом случае производятся следующим образом. Штрек продолжают на несколько метров за сместитель, и затем бурят две горизонтальные буровые скважины до подсечения смещенного крыла рудного тела: одну для случая зияния — параллельно простиранию сместителя и другую для случая сдваивания — вкрест простирания рудного тела (рис. 17).

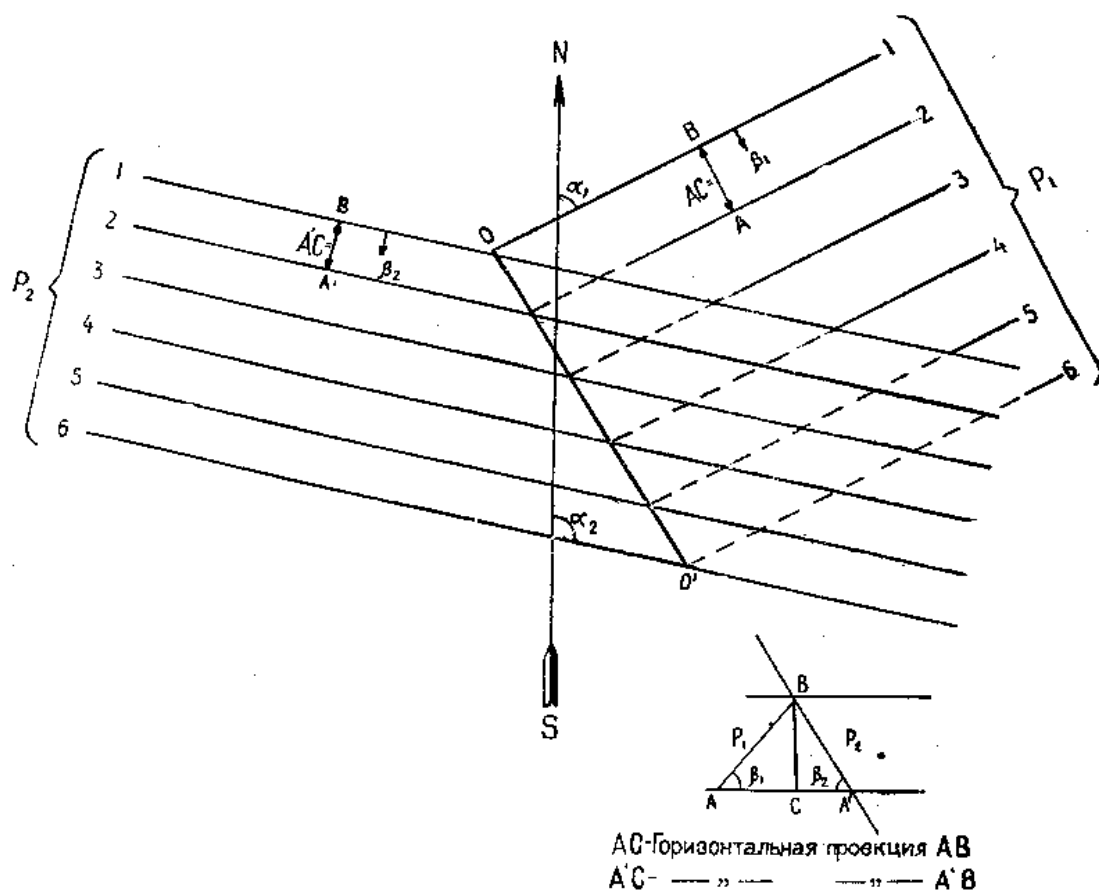


Рис. 15. Изображение линии пересечения двух плоскостей P_1 и P_2 в горизонтальной проекции с числовыми отметками

α_1 и α_2 — азимуты линий простираения плоскостей P_1 и P_2 ; β_1 и β_2 — углы падения плоскостей P_1 и P_2 ; OO' — линия пересечения плоскостей P_1 и P_2 ; 1, 2, 3 — линии пересечения плоскостей P_1 и P_2 с горизонтальными плоскостями и их числовые отметки

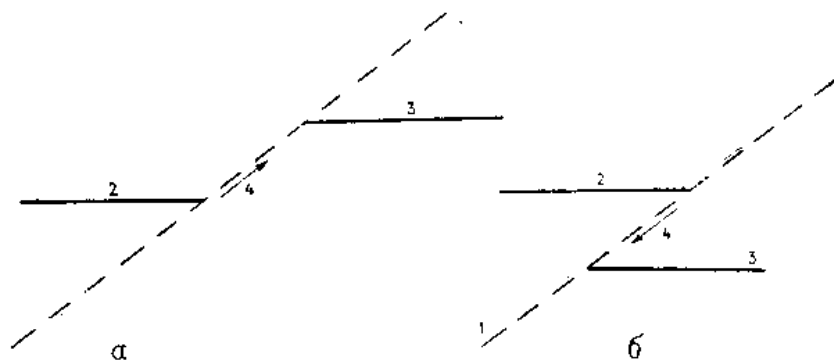


Рис. 16. Изображение сместителя и пласта в горизонтальном сечении

а — случай завязывания; б — случай сдвигания
 1 — сместитель; 2 — положение пласта до смещения; 3 — положение пласта после смещения; 4 — направления движения по сместителю

В другом случае в выработке может быть обнаружено, что рудное тело смещено разрывом, причем наблюдаются штрихи скольжения и изгибы слоев вблизи сместителя. Следовательно, известны: элементы залегания рудного тела и нарушения, угол γ , образованный между штрихами скольжения и линией простирания сместителя, или азимут штрихов скольжения и, наконец, направление смещения. Этих данных достаточно, чтобы установить, с какой стороны находится смещенное крыло рудного тела. Для определения этого следует произвести следующие построения.

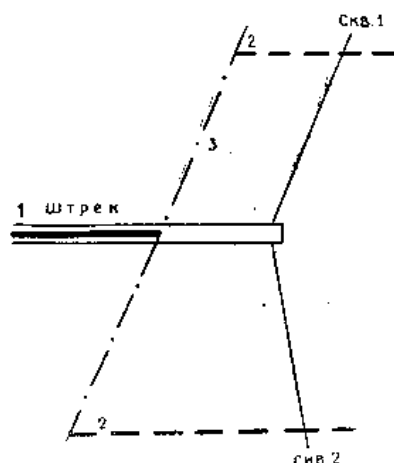


Рис. 17. Схема направления поисков смещенного крыла жилы двумя скважинами в случае отсутствия данных о направлении смещения

1 — положение жилы до сместителя; 2 — предполагаемые положения жилы после сместителя; 3 — сместитель

В проекции с числовыми отметками вниз или вверх от разведываемого горизонта строят плоскость рудного тела, плоскость сместителя и линию их пересечения (рис. 18). Линию, указывающую направление штрихов скольжения, наносят под соответствующим азимутом и стрелкой указывают направление перемещения. Точку O пересечения одноименных горизонталей плоскости рудного тела и плоскости сместителя сносят параллельно стрелке — вектору перемещения на произвольную величину в точку O' . Отметка этой точки O' должна быть взята по горизонталям плоскости сместителя, в данном примере она равна 430 м.

Далее строят отдельно смещенное крыло плоскости рудного тела, параллельное несмещенному крылу, и проводят горизонталь плоскости смещенного крыла с отметкой, равной разведываемому горизонту (450 м, см. рис. 18). В точке O'' на данном горизонте пересекаются соответствующие горизонталы плоскости смещенного крыла рудного тела и плоскости сместителя при произвольно выбранной амплитуде перемещения.

Это построение позволяет выяснить направление смещения рудного тела — в сторону сдвигания или зияния. Величина же смещения остается

неизвестной, и ее определяют с помощью горной выработки или буровой скважины.

Проще решается задача поисков смещенного крыла рудного тела, если встреченный выработкой сместитель увязывается в одну плоскость со сместителем, ранее установленным на другом горизонте или дневной поверхности, где известно направление и величина смещения рудного тела. Тогда местоположение смещенного крыла рудного тела на разведываемом

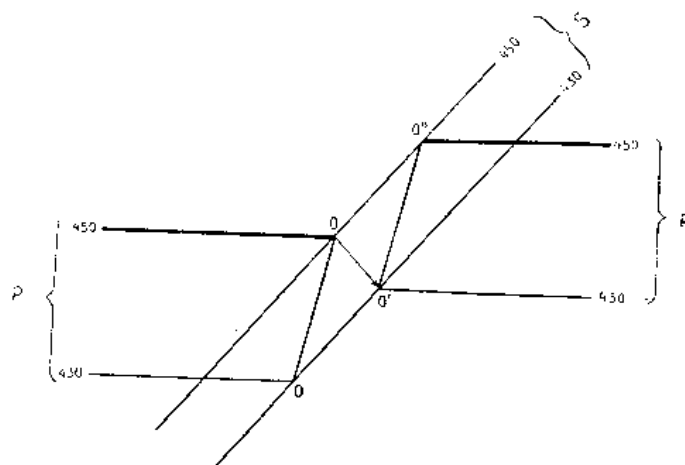


Рис. 18. Графическое определение положения смещенного крыла жилы при известном направлении перемещения в плоскости сместителя

- P — изображение плоскости жилы в проекции с числовыми отметками;
- S — изображение плоскости сместителя в проекции с числовыми отметками;
- OO — проекция линии пересечения плоскости P с плоскостью сместителя S до смещения пласта;
- O'O'' — проекция линии пересечения плоскости P с плоскостью сместителя S после смещения;
- OO' — направление перемещения в плоскости сместителя S

горизонте может быть легко найдено простым построением, пользуясь проекцией с числовыми отметками (рис. 19).

На некоторых месторождениях наблюдается закономерное ступенчатое смещение рудных тел параллельными сместителями. В этих случаях задача поисков смещенных частей рудных тел значительно упрощается, так как заранее известно направление смещения.

Иногда рудные жилы разрываются и раздвигаются мощными дайками без перемещения по стенкам трещин (рис. 20). В этом случае поиски смещенного крыла рудного тела производят следующим образом. В месте сочленения диагональной дайки с рудным телом проходят горную выработку вкрест простирания дайки, и таким образом после пересечения дайки вскрывают смещенное крыло рудного тела.

В отдельных случаях при разведке месторождения имеется значительно больше данных по геометрии смещений, обусловленных нарушением. В частности, иногда известны, помимо элементов залегания рудного тела и сместителя, угла между штрихами скольжения и линией простира-

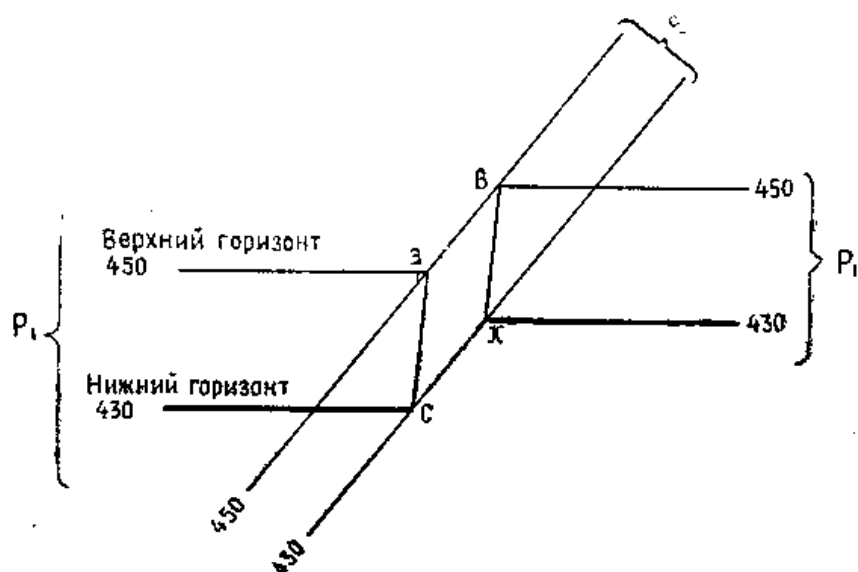


Рис. 19. Графическое определение положения смещенного крыла жилы при известном смещении ее на верхнем горизонте
 P_1 — проекция плоскости жилы; S — проекция плоскости со сместителем; x — искомая точка пересечения жилы сместителем на нижнем горизонте

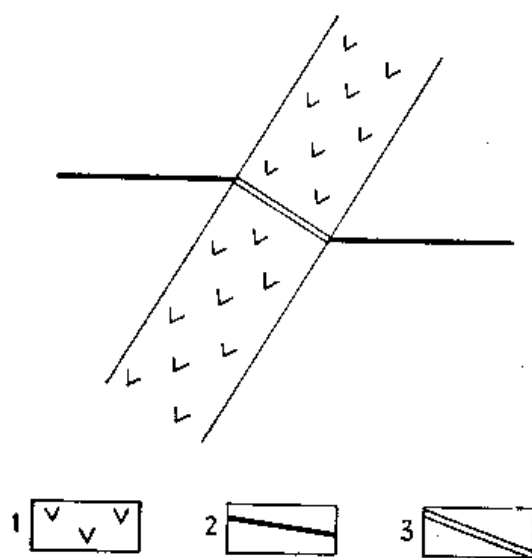


Рис. 20. Схема направления поисков жилы, раздвинутой дайкой
 1 — дайка; 2 — жила; 3 — горизонтальная выработка

ния сместителя, также и данные о смещении маркирующего горизонта или дайки, не параллельных рудному телу. Этих данных может оказаться совершенно достаточно для точного определения местоположения смещенного крыла рудного тела на разведываемом горизонте.

Для отыскания смещенной части жилы, пласта или дайки при наличии данных о смещении этим же дизъюнктивом другой жилы, пласта или дайки, имеющих иные элементы залегания, И. А. Молчановым (1939), а позднее А. А. Белицким (1952) был разработан геометрический метод анализа дизъюнктивов на примере сильно нарушенных угольных пластов Кузбасса.

Применение метода И. А. Молчанова ограничивается следующими допущениями: 1) рассматриваются только относительные перемещения; 2) сместитель, граница пласта, дайки, жилы принимаются за плоскость; 3) перемещаемые глыбы принимаются за жесткие системы; 4) рассматриваются только прямые поступательные перемещения, а вращательные исключаются.

Относительное движение одной из двух смежных глыб, нарушенных дизъюнктивом, перемещает ее в пространстве на определенное расстояние. Это относительное перемещение одной из глыб вызывает смещение расположенных в ней структурных элементов по отношению к их продолжению в другой глыбе. Для полной характеристики дизъюнктива достаточно узнать направление и величину действительного перемещения одного из его крыльев по отношению к другому. Величину же и направление перемещения определяют по видимому смещению структурных элементов, расположенных по ту и другую сторону сместителя. Для разрешения этого вопроса И. А. Молчановым была найдена функциональная зависимость между перемещением крыльев дизъюнктива и видимым смещением расположенных в них первичных структурных элементов — пластов, даек и жил. Этот метод может оказаться полезным и при поисках смещенных частей рудных тел коренных месторождений золота в сложной геолого-структурной обстановке, когда месторождение представлено серией непараллельных и падающих под разными углами жил, смещенных одними и теми же протяженными нарушениями. Этим методом можно с достаточной точностью найти местоположение каждой жилы на различных горизонтах по другую сторону нарушения, что сократит объем горных работ и буровых скважин, затрачиваемых для поисков смещенных частей рудных тел.

ГЛАВА ВТОРАЯ

МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Разведкой называют комплекс работ, проводимых на месторождении с целью определения качества и количества руд, формы рудных тел, условий их залегания, горнотехнических условий эксплуатации и других свойств, сведения о которых необходимы для решения вопроса о технико-экономической целесообразности разработки месторождения и для проектирования предприятия.

К разведкам относят работы, выполняемые на месторождении, в котором золотое оруденение уже установлено; обнаружение месторождений входит в задачу геолого-поисковых работ.

На месторождениях золота и большинства цветных и редких металлов разведка (в случае благоприятных результатов) ведется до получения всех материалов, необходимых для передачи данного объекта в эксплуатацию, и продолжается далее в течение всего периода разработки.

Главными задачами разведки месторождений являются:

1) установление местоположения и количества пригодных для разработки руд с подразделением их по сортам; определение величины содержания и количества золота и сопутствующих ему полезных компонентов в промышленных рудах;

2) выяснение горнотехнических и гидрогеологических условий месторождения, определяющих систему и технико-экономические показатели его разработки;

3) изучение технологических свойств руд, определяющих технико-экономическую целесообразность и способы извлечения золота и сопутствующих полезных компонентов.

Подавляющее большинство коренных месторождений золота, как и многих месторождений других металлов, представлено несколькими рудными телами. Во многих месторождениях рудные тела исчисляются десятками, а в некоторых — сотнями. Разведка месторождения начинается тогда, когда выявлена лишь часть заключающихся в нем рудных тел, а другая еще неизвестна; обнаружение всех рудных тел рудного поля является одной из задач разведочных работ.

При рассмотрении вопросов методики разведки следует различать понятия: разведка месторождения в целом и разведка отдельных рудных тел.

Общей целью разведочных работ, производимых на том или ином месторождении, является изучение всех составляющих его геологических

образований, включающих как рудные тела, так и вмещающую их среду, со всеми морфологическими, структурными, петрографо-минералогическими и генетическими соотношениями и связями. Изучение отдельных рудных тел — необходимая и важнейшая часть разведки месторождения. Однако разведка каждого отдельного рудного тела имеет целью разрешение более узкого круга задач по сравнению с разведкой всего месторождения. Многие задачи разведки рудного тела решаются независимо от состояния изученности других рудных тел и месторождения в целом.

Метод разведки данного рудного тела определяется в основном его характером и особенностями. Разведочные работы на нем иногда могут быть проведены с детальностью, обеспечивающей возможность его эксплуатации, когда изученность ряда других рудных тел еще невысока, а некоторые из них, возможно, еще не выявлены.

Разработка данного рудного тела в ряде случаев может проводиться и даже закончиться, когда некоторые другие рудные тела, в частности слепые, еще не разведаны или не обнаружены.

Запасы месторождения выявляются в результате разведки отдельных рудных тел, но общие перспективы распространения оруденения по площади и на глубину устанавливаются по материалам разведки всего месторождения.

Получение необходимых данных для проектирования капитального строительства в целях разработки месторождения обеспечивается в основном также всем комплексом материалов разведки месторождения в целом. По данным разведки всего месторождения решается большинство основных вопросов проектирования, в частности: число рудников, их производственная мощность, размещение шахтных полей и их границы; места заложения и габариты горнокапитальных выработок; оборудование для них; технологический процесс переработки руд и производительность золотоизвлекательной фабрики; ее местоположение и т. п.

Проектирование горноподготовительных, парезных и очистных выработок ведется по данным разведки рудного тела или группы сближенных рудных тел.

Под методом разведки понимается комплекс расположенных в определенном порядке и проходимых в известной последовательности разведочных выработок, создающих искусственные обнажения рудного тела или серии рудных тел с целью их изучения, опробования и подсчета запасов.

Применительно к рудному телу в понятие «метод разведки» вкладывают:

а) выбор вида разведочных выработок, которыми должно быть вскрыто рудное тело на различной глубине от поверхности;

б) установление формы разведочной сети, т. е. взаимоположения разведочных выработок и порядка их размещения внутри рудного тела;

в) определение необходимой плотности разведочной сети, т. е. расстояний между сечениями рудного тела разведочными выработками по простиранию и падению;

г) установление последовательности развития работ по простиранию и падению рудного тела и последовательности развития разведочной сети, определяющей порядок ее сгущения и переходы от одних видов разведочных выработок к другим по мере детализации работ.

Метод разведки месторождения определяет последовательность и способы проведения работ, конечная цель которых заключается в выявлении новых рудных тел, т. е. в решении той задачи, которая отличает раз-

ведочные работы на месторождении от простой суммы разведок отдельных рудных тел. Метод разведки месторождения устанавливает также то или иное сочетание и очередность разведочных работ по отдельным рудным телам, внося коррективы к ним или выдвигая некоторые дополнительные условия, связанные с учетом взаимоположения рудных тел внутри рудного поля. Наряду с этим в состав разведки месторождения входят работы, производимые в целях изучения общих вопросов его геологического строения и особо важных специальных проблем, чаще всего касающихся структуры рудного поля.

Метод разведки рудного тела определяется рядом условий, из которых наиболее важными являются: его форма, размеры, угол падения, степень изменчивости формы и мощности по простиранию и падению, а также изменчивость содержания полезного компонента.

Вид разведочных выработок и форма разведочной сети в большинстве случаев определяются мощностью рудного тела, его внутренним строением и условиями залегания. Последовательность развития работ по простиранию и падению рудного тела зависит преимущественно от угла его падения и иногда от характера рельефа местности. Необходимая плотность разведочной сети на данной стадии детализации разведки в основном зависит от размеров рудного тела и выдержанности промышленного оруденения по простиранию и падению.

Иногда решение отдельных вопросов метода разведки рудного тела, в частности выбор типа разведочных выработок, может определяться такими факторами, как мощность наносов, характер рельефа, водоносность и крепость руд и вмещающих пород, транспортные условия района. Однако их влияние выражается главным образом в необходимости частичных изменений типовых схем разведочных работ.

Структурно-морфологические особенности месторождения, как правило, не оказывают непосредственного решающего влияния на разведку отдельных рудных тел. Однако от этих особенностей зависят формы и элементы залегания рудных тел, оказывающие большое влияние на методы их разведки. Кроме того, определенное взаимоположение рудных тел, обусловленное структурой месторождения, иногда позволяет вскрыть одной выработкой не одно рудное тело, а несколько, чем сокращается объем разведочных работ на каждом из них и повышается их эффективность. Но если непосредственное влияние структуры на разведку отдельных рудных тел чаще всего ограничено, то методы и направление их поисков в пределах рудного поля, которые являются неотъемлемой составной частью каждого этапа разведки месторождения, определяются главным образом его структурой.

В процессе разведки принято выделять три последовательные стадии или этапа, различающиеся между собой по степени детальности исследования, задачам работ и достоверности получаемых результатов: 1) предварительная разведка; 2) детальная разведка и 3) эксплуатационная разведка.

В понятия о стадиях разведки месторождения и разведки рудного тела вкладывается различное содержание. Вместе с тем различные участки одного и того же месторождения или рудного тела в один и тот же отрезок времени могут находиться в разных стадиях детальности разведки.

Разведка какой-либо части рудного тела начинается с ее предварительной стадии, затем переходит в детальную, в то время как на более глубоко расположенных участках, а иногда и на флангах, производится

предварительная разведка. Наряду с развитием эксплуатации в той или иной части рудного тела ниже ее ведется эксплуатационная разведка, а на более глубоких горизонтах — детальная разведка и еще глубже — предварительная разведка бурением; в то же время на месторождении не прекращаются поиски новых рудных тел.

В применении к участку рудного тела предварительная и детальная стадии разведки различаются в зависимости от степени разведанности запасов.

В результате предварительной разведки обеспечиваются выявление и подсчет запасов в основном по категориям C_1 и C_2 . На детально разведанных участках возможно определять запасы, обычно относящиеся к категориям A_2 и B и в редких случаях (при разведке рудных тел малых размеров с весьма невыдержанным оруденением) к категории C_1 .

Эксплуатационная разведка производится на подготавливаемых к разработке участках рудного тела перед началом выемки имеющихся в них запасов. Главной целью ее является уточнение контура промышленного оруденения, качества руд, структуры, формы и условий залегания рудных тел с детальностью, обеспечивающей: а) правильное направление подготовительных, нарезных и очистных выработок; б) планирование добычи по отдельным эксплуатационным участкам с расчетом получения товарной руды необходимого среднего качества; в) контроль за полнотой выемки руд.

В результате работ, относящихся к этой стадии разведки, степень разведанности запасов иногда может быть повышена на одну категорию, в ряде случаев она остается без изменения.

В процессе разведки участка месторождения обычно различаются лишь две ее стадии: предварительная и детальная. Эксплуатационная разведка охватывает комплекс работ, подчиненных задачам изучения отдельных частей рудных тел.

Задачами разведочных работ на данном участке месторождения в предварительную стадию являются:

а) вскрытие участка с поверхности с целью изучения его геологического строения и отыскания выходов рудных тел, не обнаруженных ранее проведенными геолого-поисковыми работами;

б) создание искусственных обнажений верхних частей каждого выявленного рудного тела с целью прослеживания по простиранию и изучения его формы, а также исследования строения и вещественного состава руд;

в) прослеживание рудных тел в отдельных точках на небольшую глубину по падению (до 30—40 м);

г) установление уровня грунтовых вод и получение ориентировочных сведений о их притоке в выработки.

В процессе предварительной разведки должны быть собраны материалы, обеспечивающие возможность подсчета некоторого количества запасов по категориям C_1 и C_2 . Для этого необходимо иметь соответствующие указанным категориям данные опробования руд на золото и сопутствующие полезные компоненты в поверхностных выработках и на отмеченной глубине. Должны быть получены достаточно полные сведения о минералогическом составе руд в зоне окисления. Следует установить, с какими минералами связано золото. Необходимы сведения, позволяющие сделать достаточно обоснованные предположения об изменении вещественного состава руд и содержания золота в пределах окисленной зоны, а при небольшой глубине распространения руд этой зоны также о

составе руд и содержании золота в зоне вторичного сульфидного обогащения и в зоне первичных сульфидов.

Промышленные сорта руд и их контуры в пределах глубины подсчета запасов по категории C_1 следует обосновать фактическими данными; требуются материалы, позволяющие сделать достаточно реальные предположения по этому вопросу для той части месторождения, по которой подсчитываются запасы категории C_2 .

Должны быть взяты малые технологические пробы и проведены лабораторные технологические испытания руд, на основании которых намечается качественная технологическая схема процесса извлечения золота и сопутствующих полезных компонентов. Необходима инструментальная топографическая съемка поверхности месторождения в масштабах от 1 : 500 до 1 : 2000 с привязкой пройденных разведочных выработок и составленная на ее основе геологическая карта.

В результате предварительной разведки дается оценка месторождению, в которой основным выводом является заключение о целесообразности вложения средств в производство детальной разведки и о направлении дальнейших разведочных работ.

Предположения о возможных масштабах сырьевой базы в этой стадии разведки служат главным образом для обоснования вывода о целесообразности продолжения разведок и их объеме. Соображения о возможных масштабах будущего предприятия имеют подчиненное значение и могут быть высказаны в общей форме, без указания его производственной мощности.

Задачей детальной разведки являются уточнение сведений о разведываемом участке, полученных на предыдущем этапе разведочного процесса, и расширение размеров изученной части месторождения с увеличением разведанных запасов.

Детальная разведка производится путем систематического вскрытия горными выработками и скважинами участка месторождения, освещенного предварительными разведочными работами. Наряду с этим рудные тела прослеживаются и за пределами ранее известного их протяжения как в направлении простирания, так и на глубину. Часто ведутся также работы с целью обнаружения новых (слепых) рудных тел.

В процессе детальной разведки пополняются данные о структуре месторождения за счет наблюдений в глубоких частях и на флангах, устанавливается характер тектонических нарушений и производится их картирование. По данным наблюдений устанавливаются характер и закономерности изменения вещественного состава руд и содержания в них золота как в зоне первичных сульфидов и зоне окисленных руд, так и в переходных зонах. Изучаются текстуры руд, вмещающие породы и их околорудные изменения.

Ведутся наблюдения, позволяющие выявить горнотехнические условия эксплуатации в отношении крепости руд и вмещающих пород, их устойчивости, сланцеватости, кливажа, явлений отслаивания и обвалов, а также тех направлений трещиноватости, с которыми эти явления связаны. Особо внимательно изучают характер и закономерности размещения карстовых и других пустот и полостей в руде и в породах, в которых будет производиться проходка выработок при эксплуатации месторождения. Производятся наблюдения за притоком воды на различной глубине и выясняются факторы, контролирующие размещение участков наиболее интенсивной циркуляции вод. Изучают состав рудничных вод,

источники снабжения питьевой и технической водой будущего предприятия, а также состав вод этих источников.

Берутся технологические пробы для полужаводских технологических испытаний. По результатам последних разрабатываются полные качественная и количественная технологические схемы переработки руд со всеми параметрами, необходимыми для проектирования золотоизвлекательной фабрики.

В процессе детальной разведки наряду с прочими данными должны быть получены материалы, позволяющие обоснованно решить вопрос о производственной мощности предприятия.

В настоящее время в практике проектирования золотодобывающих предприятий их производственная мощность определяется исходя из разведанных запасов месторождения, утвержденных ГКЗ по категориям А, В и С₁. Запасы категории С₂, за отдельными исключениями, во внимание не принимаются.

Последнее обстоятельство в ряде случаев создает значительные трудности при передаче некоторых месторождений в эксплуатацию; поэтому вопрос о промышленном значении запасов категории С₂ нуждается в дополнительном изучении. При установившейся же практике проектирования, во избежание диспропорции между производственной мощностью создаваемого предприятия и действительными масштабами его сырьевой базы, необходимо, чтобы в процессе детальной разведки, к моменту передачи месторождения в эксплуатацию, была обеспечена возможность подсчета значительной части запасов этого месторождения по категориям А, В и С₁. Если за контурами подсчета запасов, разведанных по этим категориям, оруденение не прекращается, то столь же значительная доля запасов должна быть разведана по категории С₂.

Запасы категории С₂ в совокупности с прочими данными разведки и материалами геологического изучения месторождения должны послужить обоснованием для выяснения: а) направления и необходимого объема дальнейших геолого-разведочных работ; б) ближайших перспектив увеличения запасов более высоких категорий и в) связанной с этим возможности продления работ проектируемого предприятия сверх намечаемого срока его амортизации или возможности повышения его производительности путем строительства второй очереди.

Для передачи в эксплуатацию большинства месторождений также требуется, чтобы некоторая доля выявленных их запасов была разведана не ниже категории В. Минимальный размер этой доли устанавливается в зависимости от группы месторождения (см. ниже). Размер и расположение участков, заключающих запасы, разведанные по категориям А и В, должны быть таковы, чтобы полученные по ним данные о технологических свойствах руд, их морфологии и горнотехнических условиях эксплуатации можно было уверенно распространить также и на запасы категории С₁.

Для выполнения требований, связанных с определением производственной мощности предприятия и решением других вопросов проектирования, до передачи месторождения в эксплуатацию должна быть выявлена возможно большая часть имеющихся в нем рудных тел, из которых наиболее крупные должны быть детально разведаны до глубины 100—150 м и до 200—300 м в той или иной мере освещены бурением. Другие, менее крупные, рудные тела должны быть прослежены по простиранию на выходе к поверхности и предварительно разведаны с подсчетом запасов по категориям С₁ и С₂ до глубины не менее 60—100 м.

На основании данных геологического изучения месторождения, пополненных в результате детальной разведки, и материалов подсчета запасов дается развернутая оценка месторождения, содержащая: а) промышленную характеристику разведанной сырьевой базы; б) перспективы ее расширения с предполагаемыми общими запасами месторождения, включающими как уже подсчитанные запасы всех категорий разведанности, так и запасы, которые могут быть выявлены дальнейшими работами (предполагаемые запасы); в) направление дальнейших геолого-разведочных работ; г) заключение по вопросу о целесообразности передачи разведанного участка месторождения в эксплуатацию.

II. ГРУППИРОВКА РУДНЫХ ТЕЛ ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ, СТРОЕНИЮ, РАЗМЕРАМ И ВЫДЕРЖАННОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ

Рассматривая рудное тело как объект разведки, среди многообразия рудных тел месторождений золота следует выделить их типы и группы, которые могут разведываться приблизительно одинаковыми методами. В основу такой группировки должны быть положены главные факторы, влияющие на выбор метода разведки.

В предлагаемой группировке приняты основные положения, на которых построена общая группировка рудных месторождений, разработанная В. М. Крейтером (1940). Здесь эти положения развиты и детализированы применительно к рудным телам коренных месторождений золота.

Для решения вопросов методики разведки, опробования и подсчета запасов рудные тела коренных месторождений золота можно подразделить на четыре основных вида и восемь морфологических типов. По размерам и выдержанности оруденения они подразделяются на три группы: «б», «в» и «г» (согласно приложению 3 к приказу Министерства геологии № 82-з от 3 февраля 1953 г.). Схема группировки показана в прилагаемой табл. 1.

A. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ РУДНЫХ ТЕЛ

1. РУДНЫЕ ТЕЛА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ИЛИ БЛИЗКОГО К ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ ЗАЛЕГАНИЯ

Железные шляпы колчеданных месторождений

Железные шляпы представляют собой верхние части мощных, чаще всего крутопадающих залежей сульфидных или (значительно реже) вкрапленных руд, интенсивно измененных в зоне окисления. Поэтому форма их в значительной мере зависит от формы первичного оруденения. В соответствии с контурами оруденения в первичной зоне, железные шляпы в горизонтальной проекции обычно имеют в той или иной степени вытянутые очертания, отражающие вытянутость рудных тел первичной зоны.

Вещественный состав железных шляп характеризуется сложным комплексом гипергенных минералов, находящихся в зависимости от первичного состава руд и физико-географических условий образования коры выветривания. Чаще всего преобладают минералы группы бурых железняков и ярозитов. В зоне выщелачивания нередко образуются так назы-

Таблица 1

**ГРУППИРОВКА РУДНЫХ ТЕЛ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА ПО
ОСНОВНЫМ ПРИЗНАКАМ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИМ МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ И
ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ**

Группировка рудных тел по их размеру и выдержанности оруденения			
Типы рудных тел, различаемые по их форме, углу падения, мощности и внутреннему строению	Группа «б» Рудные тела большой протяженности, относительно правильной формы, со сравнительно выдержанным оруденением	Группа «в» Рудные тела средней и малой протяженности, часто неправильные по форме, с невыдержанным оруденением	Группа «г» Рудные тела малых и очень малых размеров, часто с весьма невыдержанным оруденением
1	2	3	4
Рудные тела горизонтального или близкого к нему залегания 1. Железные шляпы колчеданых месторождений 2. Залежи Наклонные (пологопадающие и крутопадающие) и вертикальные рудные тела малой и средней (до 2—3 м) мощности 3. Жилы	Относительно крупные шляпы больших колчеданных залежей с выдержанными промышленными концентрациями золота Сравнительно выдержанные по мощности залежи длиной более 300—500 м с относительно равномерным оруденением Жилы сравнительно выдержанной мощности и большой протяженности (более 500—600 м) с относительно равномерным оруденением	Железные шляпы небольших залежей Небольшие сравнительно правильной формы залежи большого протяжения, но невыдержанной формы Жилы средней протяженности (длиной от 100 до 400 м); жилы большой протяженности, но весьма невыдержанные по мощности и содержанию золота	Железные шляпы очень малых размеров Сложные, невыдержанные по форме и мощности, мелкие залежи Жилы малой протяженности (менее 100 м) и средние по размерам рудные тела, характеризующиеся пережигами и крайне непостоянной концентрацией металла

Наклонные и вертикальные рудные тела большой (более 2—3 м) мощности

4. Жильные зоны

Жильные зоны значительной протяженности (более 400—500 м) и большой мощности (более 10—20 м)

5. Жильные штоковёрки

а) Основное оруденение приурочено к жилам и прожилкам, согласным направлению штоковёрка

б) Основное оруденение приурочено к жилам и прожилкам, имеющим секущее направление по отношению к штоковёрку

6. Зоны вкрапленных руд

7. Линзообразные залежи

Наклонные и вертикальные рудные тела неправильной формы

8. Трубчатые, гнездообразные и других форм залежи

Ввиду невысокого содержания золота разработка рудных тел 4, 5 и 6 типов при малых размерах, свойственных группе «г», обычно нерентабельна

То же

» »

Мелкие линзообразные и штокообразные рудные тела

Очень малые трубчатые рудные тела, отдельные гнезда

ваемые сыпучки (баритовые, кварцевые и сульфидные) с повышенным содержанием золота по сравнению не только с первичными рудами, но и рудами вышележащих частей зоны окисления.

Золото, образующее в сульфидах дисперсную вкрапленность, при окислении сульфидов частью освобождается, большая же часть его переходит в раствор, приобретая способность мигрировать вниз по пути циркуляции гипергенных вод и осаждаться в нижней части зоны окисления. Размеры золотинок обычно невелики.

Естественные геологические границы промышленных концентраций металла большей частью отсутствуют; контуры промышленных руд чаще всего могут быть установлены только при помощи опробования.

1 Залежи

Разрабатываемые горизонтальные или слабонаклонные залежи занимают подчиненное место в общем объеме добычи золота. Однако на некоторых месторождениях в них сосредоточена основная масса руд промышленного значения.

В образовании горизонтальных залежей почти всегда принимают то или иное участие процессы гидротермального замещения. Состав руд сравнительно сложный и характеризуется присутствием различных сульфидов.

Форма залежей — пластообразная, линзовидная; обычно они залегают согласно с вмещающими породами, приурочиваясь к определенным участкам слоистых толщ.

Естественные резкие границы промышленного оруденения у метасоматических залежей чаще всего отсутствуют; промышленная минерализация, постепенно ослабевая, незаметно сменяется пустыми неоруденными вмещающими породами. При наличии экранирующих слабо замещающихся пород, например сланцев, возникают резкие контакты.

Внутреннее строение залежей характеризуется развитием реликтовых текстур как следствие неполного замещения. При полном замещении вмещающих пород образуются массивные, чаще всего полосчатые текстуры. Распределение золота и других полезных компонентов подчинено внутреннему строению рудных тел; максимальная изменчивость содержания золота направлена по нормали.

Золото метасоматических залежей обычно тесно связано с сульфидами.

Распределение оруденения в плане весьма неравномерное; нередко оно имеет прерывистый характер вследствие наличия больших участков с непромышленным содержанием или пустых площадей значительных размеров; преобладание последних придает оруденению гнездовый характер.

К рассматриваемому типу наряду с залежами могут быть отнесены также различные пластообразные тела, в частности сложенные золотоносными конгломератами.

2. НАКЛОННЫЕ (ПОЛОГОПАДАЮЩИЕ И КРУТОПАДАЮЩИЕ) И ВЕРТИКАЛЬНЫЕ РУДНЫЕ ТЕЛА МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ (ДО 2—3 м) МОЩНОСТИ

Наклонные и вертикальные жилы

Месторождения, представленные вертикальными и наклонными телами жильной формы, являются наиболее распространенными среди объектов рудной золотодобычи.

Морфология большинства жильных тел достаточно сложная. Основной характерной чертой всех жил является весьма изменчивая и небольшая мощность по сравнению с размерами по простиранию и падению. Между пережимами и раздувами мощность обычно меняется более или менее плавно.

Усложнение в морфологии жил наблюдается в участках, где жила ветвится на ряд менее мощных жилок и прожилков, а также там, где многочисленные апофизы отходят от основной жилы со стороны лежащего и висячего боков под разными углами. В соответствии с этим выделяются жилы простые и сложные, жилы с оперением или системы сближенных параллельных жил.

Жилы, приуроченные к межпластовым трещинам скольжения, будучи согласными со складчатыми структурами, могут обладать плавной и закономерной изменчивостью простирания и угла падения. Резкие изменения простирания и падения жилы наблюдаются редко и обычно находятся в связи с сочленением жил, выполняющих трещины различного направления.

В пределах месторождений жилы, как правило, группируются в системы одиночных жил или сближенных систем жил, связанных с определенными элементами структуры рудного поля. Существенное значение имеет степень сближенности жил в пределах одной системы и месторождения в целом. При очень тесном сближении возникают жильные зоны (4-й морфологический тип), что резко увеличивает мощность рудных тел и, в связи с этим, промышленную ценность месторождения.

Контакты жил с вмещающими породами в большинстве случаев резкие, но иногда несколько сглаживаются вследствие окварцевания и оруденения вмещающих пород. Замена кварцем вмещающих пород обычно наблюдается лишь непосредственно у самого контакта жилы. Нередко вдоль контактов развиваются ложные зальбанды с глинками притирания и зеркалами скольжения, свидетельствующие о послерудных подвижках вдоль плоскости жил.

Внутреннее строение жил в подавляющем большинстве случаев характеризуется широко развитыми асимметрично полосчатыми, гребенчатыми и брекчиевыми текстурами.

В составе жил обычно преобладает кварц, являющийся главным жильным минералом. Рудные минералы (сульфиды) чаще всего присутствуют в резко подчиненном количестве и сравнительно редко составляют 10—15% и более по отношению к сумме жильных минералов.

Золото в жильных месторождениях выделяется самостоятельно, главным образом в поздние этапы минерализации. Наблюдается более раннее золото, присутствующее в виде дисперсных выделений в сульфидах (в пирите или в арсенопирите). Позднее золото всегда более крупное, часто видимое невооруженным глазом.

Размеры видимых частиц золота колеблются в широких пределах — от сотых долей миллиметра до нескольких миллиметров и более. Встречаются крупные самородки, измеряющиеся сантиметрами и десятками сантиметров. Формы видимых золотинок обычно пластинчатые или проволоковидные. Частицы золота, имеющие шарообразную или эллипсоидальную форму, встречаются значительно реже.

Распределение золота в жилах неравномерное или крайне неравномерное. Закономерности распределения выражаются в появлении рудных столбов, бананцев и мелких гнезд, располагающихся в участках, благоприятных для большей концентрации металла: в перегибах жил,

во вмещающих породах определенного литологического состава, около линий пересечения жил с поперечными трещинами и др. Так как содержание золота в пробах отличается высокой изменчивостью, то представительность каждой отдельно взятой пробы весьма низка. Важной чертой распределения золота является наличие во многих жилах высоких «ураганных» проб, усложняющих вычисления среднего содержания.

Золоторудные жилы нередко окружены ореолом слабо золотосодержащих пород. Та часть из них, которая попадает в пределы очистных выработок, подвергается выемке и входит в состав рудной массы, разубоживая последнюю.

3. НАКЛОННЫЕ И ВЕРТИКАЛЬНЫЕ РУДНЫЕ ТЕЛА БОЛЬШОЙ (БОЛЕЕ 2—3 м) МОЩНОСТИ

К данной категории рудных тел принадлежат жильные зоны, жильные штокверки, зоны вкрапленных руд и линзовидные залежи. В форме и внутреннем строении рудных тел первых трех морфологических типов имеется много общего. Различия между жильными зонами, штокверками и зонами вкрапленных руд выражаются главным образом в неодинаковой роли жильного, прожилкового и вкрапленного оруденения.

В жильных зонах оруденение сосредоточено в большом количестве сближенных параллельных жил, чаще всего мелких и невыдержанных, но нередко протягивающихся на значительное расстояние по простиранию — до 100 м и более, при мощности, достигающей нескольких десятков сантиметров. В отдельных случаях наиболее крупные жилы зоны могут разрабатываться как самостоятельные рудные тела с отдельной выемкой от остальных жил данной зоны.

В штокверках оруденение рассеивается по более мелким, но еще более многочисленным жилкам и прожилкам, мощность которых в большинстве случаев не превышает 10 см, а протяжение — первых десятков метров. Прожилки сопровождаются также вкрапленностью рудных минералов.

В зонах вкрапленных руд выделения рудных минералов образуют в основном вкрапленность, с которой связаны также тонкие и тончайшие прожилки рудных и жильных минералов.

Иногда трудно отличить жильную зону от штокверка или штокверк от зоны вкрапленных руд, в связи с чем отнесение рудных тел к тому или иному из указанных типов в ряде случаев является условным. Оруденение жильных штокверков в некоторых месторождениях представляет собой систему столь тонких жил и прожилков, сопровождаемых вкрапленным оруденением, что оно в равной мере может быть названо зоной вкрапленных руд. В других случаях размеры жил, слагающих жильную зону, столь малы, что такая жильная зона с таким же основанием может быть названа штокверком.

Методы разведки рудных тел этих трех типов также сходны между собой; однако в процессе их разработки имеются определенные различия, которые должны быть освещены при разведке и подсчете запасов.

В соответствии с условиями эксплуатации и особенностями разведки и подсчета запасов к жильным зонам следует относить такие рудные участки, все жилы которых разрабатываются совместно, с применением одной и той же системы. При разработке жильных зон в массиве отбиваются не только жилы, но и разделяющие их участки пустых пород;

однако отбойка руды может вестись отдельно от пустых пород. Таким образом, разделение руд и пустых пород может осуществляться в процессе отбойки. Отличие жильных зон от системы сближенных жил состоит в том, что при разработке последних выемка каждой жилы обычно ведется отдельно от выемки остальных, тогда как при разработке жильной зоны все жилы в пределах блока отрабатываются одной и той же очистной выработкой.

Отличие жильного штокверка от жильной зоны заключается в том, что слагающие его жилы в большинстве случаев не могут отбиваться отдельно от пустых пород и разработка штокверка, в отличие от жильной зоны, ведется с выемкой всей его массы. Однако при этом возможно разделение руд и пустых пород путем сортировки — рудоразборки.

Возможность удаления части пустых пород из отбитой горной массы путем ее сортировки отличает жильный штокверк от зоны вкрапленных руд, при разработке которой сортировка или не обеспечивает значительного сокращения отбитой массы, или совсем не производится и вся отбойка массы поступает на обогатительную фабрику.

Жильные зоны

Жильные зоны приурочены к участкам интенсивного расщепления и трещиноватости пород. Они представлены сериями близко расположенных параллельных или кулисообразно залегающих, в большинстве случаев мелких жил. Незначительные размеры их обуславливают нерентабельность разработки каждой жилы в отдельности, но сближенное расположение жил позволяет экономически целесообразно разрабатывать их путем совместной выемки в пределах всей зоны или некоторой части ее. Наиболее крупные жилы иногда могут разрабатываться самостоятельно, отдельно от остальных жил зоны.

Жилы чаще всего сложены кварцем; реже в них преобладают турмалины или барит. Количество сульфидов обычно незначительно, но иногда жилы представлены сульфидными рудами.

Золото в жильных зонах приурочено главным образом к жилам. Вмещающие их породы или совсем лишены золота, или содержат его в незначительном количестве, преимущественно за счет металла в тонких жилках и прожилках.

В горизонтальном разрезе жильные зоны часто имеют линейно-вытянутую форму; мощность их в большинстве случаев не менее 10 м, а в ряде случаев измеряется несколькими десятками метров. Протяжение жильных зон по простиранию обычно достигает нескольких сот метров.

В жилах, слагающих зону, содержание золота может меняться, во многих случаях достигая значительной величины, но содержание на выемочную горную массу большей частью невысокое.

Жильные штокверки

Оруденение жильных штокверков по форме в основном сходно с оруденением жильных зон. Однако оно отличается распыленностью по еще более мелким и многочисленным жилкам и прожилкам, мощность которых в большинстве случаев не превышает 10 см, а протяжение — первых десятков метров.

Жильные штокверки подразделяются в зависимости от ориентировки систем рудных жил и прожилков на два подтипа. К первому принадле-

жат штокверки, в которых преобладающее большинство жил и прожилков располагается согласно с направлением вытянутости штокверка. Ко второму подтипу относятся штокверки, представленные системой жил, в большинстве несогласных с вытянутостью штокверка. Оруденение второго подтипа чаще приурочено к телам даек или пластам хрупких осадочных пород. Если механические свойства оруденелых пород и вмещающих их безрудных толщ не имеют резких различий, то жилы выходят и за пределы пластов или даек, располагаясь в непосредственной близости к ним.

Минералогический состав жилок и прожилков в штокверках чаще всего характеризуется преобладанием жильных минералов над рудными. Среди первых наибольшее значение имеет кварц, в некоторых месторождениях — кварц и турмалин. Среди рудных минералов главное значение имеют: пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит и сфалерит.

Минерализация штокверков выражается выполнением мелких трещин и развитием метасоматоза вмещающих пород. При этом большая часть жильных и промышленных рудных минералов отлагается в прожилках, а метасоматоз вмещающих пород выражается полным или частичным изменением их: хлоритизацией, серицитизацией, окварцеванием, турмалинизацией и пиритизацией. Оруденение промышленной концентрации захватывает лишь небольшие участки вмещающих пород в местах наиболее интенсивного развития прожилков и вкрапленности рудных минералов.

Характер распределения золота находится в тесной связи с внутренним строением штокверков. В участках наиболее интенсивного развития прожилков и вкрапленников, а также в зонах дробления содержание золота, особенно в окисленных рудах, повышается. Там, где прожилки образуют редкую сеть, располагаются обедненные участки.

Характерной особенностью золотоносных штокверков обычно является низкое содержание золота в добываемой массе руд, но большие запасы его.

Зоны вкрапленных руд

Рудные тела этого типа обычно представлены минерализованными, чаще всего окварцованными и пиритизированными породами, несущими вкрапленное сульфидное оруденение и пронизанными сетью очень тонких жилок и прожилков. Вкрапленные руды часто сопровождают залежи сульфидных руд, являясь для них вмещающими породами, но они встречаются также и как самостоятельные рудные тела. Обладая, как правило, невысоким содержанием металла, но большими запасами, зоны вкрапленных руд имеют подчиненное значение в добыче золота. Они характеризуются отсутствием видимых границ с вмещающими породами. Различие между промышленными рудами и боковыми породами в большинстве случаев состоит лишь в неодинаковой концентрации металла. С уменьшением содержания золота в рудах они постепенно переходят в непромышленные руды, которые по мере дальнейшего ослабления концентрации металла (часто без четких границ) сменяются пустыми, слабо измененными породами. В таких условиях контуры промышленного оруденения определяются только по данным опробования.

Состав сульфидов, присутствующих в зонах вкрапленных руд, обычно характеризуется преобладанием пирита и резко подчиненным количеством других сульфидов, чаще всего халькопирита, арсенопирита или пирротина и реже сфалерита и галенита.

Линзообразные залежи

Происхождение наклонных и вертикальных линзообразных залежей чаще всего метасоматическое; они отличаются от залежей, относящихся ко 2-му морфологическому типу, не только крутым падением, но чаще всего и значительно большей мощностью. Эти залежи приурочены или к благоприятным для замещения пластам горных пород, или к зонам расщеливания.

Морфология крутопадающих линзообразных залежей в общем проста, хотя контуры их иногда являются довольно сложными. Мощность залежей может меняться в широких пределах. Часто наблюдаются «скольжения» флангов в одну или в разные стороны. Выклинивание в разных поперечных сечениях также может иметь место на неодинаковой глубине.

На месторождениях золота рудные тела этого типа часто представлены пиритовыми, пирротиновыми и кварцево-барито-сульфидными залежами. Поздняя минерализация иногда выражена сульфидами полиметаллической ассоциации, с которой связано повышенное содержание золота.

В первичных рудах пиритовых и кварцево-барито-пиритовых залежей содержание золота редко достигает величины, которая оправдывала бы добычу только этого металла. Обычно они являются промышленными только в случае содержания в них вместе с золотом определенного количества меди, цинка или свинца, представляющих практический интерес. Поэтому при разведке важно выявить границу окисленных и первичных руд, а для последних — получить данные о содержании других полезных компонентов.

4. НАКЛОННЫЕ И ВЕРТИКАЛЬНЫЕ РУДНЫЕ ТЕЛА НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ

Трубчатые, гнездообразные и других форм залежи

Рудные тела данного типа встречаются на месторождениях золота относительно редко и в большинстве случаев имеют небольшие размеры.

Известные представители рудных тел трубчатой формы имеют неправильные округлые очертания в горизонтальной проекции и более значительное протяжение на глубину по сравнению с размерами в плане.

Происхождение крутопадающих трубообразных рудных тел метасоматическое. Они образуются в литологически благоприятных горизонтах или среди мощных зон расщеливания в местах пересечения крутопадающих трещин.

Известны трубообразные и неправильной формы рудные тела, представленные золотоносными скарнами с сульфидами, магнетитом или шеелитом в известняках и собственно сульфидного состава залежами (пирротиновые и пиритовые) в известняках, а также сульфидными телами в вулканогенных породах. В отдельных местах встречены кварцевые золоторудные тела трубообразной формы.

Б. ГРУППИРОВКА РУДНЫХ ТЕЛ ПО РАЗМЕРАМ И ВЫДЕРЖАННОСТИ ОРУДЕНЕНИЯ

Приводимое ниже деление рудных тел на группы соответствует принятой Министерством геологии и охраны недр группировке месторождений по признакам, определяющим условия классификации запасов по

степени их разведанности (приложение 3 к приказу № 82-з Министерства геологии, 1953 г.). Согласно этой группировке месторождения твердых полезных ископаемых подразделяются по указанным признакам на четыре группы: «а», «б», «в» и «г».

Рудные тела известных в настоящее время и достаточно изученных месторождений золота относятся к группам «б», «в» и «г». Представители группы «а» среди них не выделяются (см. табл. 1).

В существующих общих группировках месторождений по основным факторам, определяющим метод их разведки (Крейтер, 1937), в число признаков, характеризующих различные группы, обычно включалась степень изменчивости содержания полезных компонентов. В предлагаемой группировке рудных тел месторождений золота степень изменчивости содержания металла как ведущий признак не выделяется. В общем ряду месторождений черных, цветных и редких металлов, которые охватывают известные до настоящего времени группировки, действительно наблюдается повышение степени изменчивости основного металла с переходом от очень крупных месторождений руд железа и марганца к менее крупным месторождениям руд свинца, цинка и меди и далее — к еще меньшим месторождениям вольфрама, молибдена, ртути и золота. Внутри более узкого круга золоторудных месторождений такой закономерности не наблюдается.

Имеются крупные месторождения золота с весьма высокой изменчивостью содержания и ряд мелких с относительно равномерным содержанием. Так, в очень мелких лестничных жилах Березовска содержание золота значительно более равномерное, чем содержание в очень крупной жиле на месторождении Лебедином длиной около 3 км.

Вследствие этого нельзя считать, что степень изменчивости содержания золота увеличивается от рудных тел групп «а» и «б» к рудным телам групп «в» и «г». Внутри каждой из них могут быть рудные тела, сильно отличающиеся друг от друга по степени изменчивости содержания золота.

Не выделяя степень изменчивости содержания золота как основной признак, все же необходимо различать рудные тела по признаку выдержанности оруденения. Понятие о выдержанности тесно связано с понятием изменчивости, но не совпадает с ним, являясь более широким. Изменчивость характеризуется величиной колебаний содержания золота от пробы к пробе. Выдержанность оруденения выражается постоянством среднего уровня содержания на значительном протяжении, невыдержанность — частой перемежаемостью небольших по размерам участков с повышенным и пониженным содержанием. При этом выдержанность промышленного оруденения на большом протяжении может сочетаться с весьма сильными колебаниями содержания металла в пробах. Наоборот, при частой перемежаемости участков промышленного и непромышленного оруденения колебания содержания от пробы к пробе внутри тех и других участков могут быть сравнительно небольшими.

Группа рудных тел «б»

К этой группе относятся рудные тела, обладающие в ряду рудных тел данного морфологического типа сравнительно большими размерами и характеризующиеся отсутствием или слабым развитием пострудных нарушений и пережимов, а также значительной выдержанностью участков промышленного оруденения. Наличие раздувов, которые выдерживаются

на протяжении нескольких горизонтов, не является препятствием для отнесения рудных тел к группе «б». Не препятствует этому также высокая изменчивость содержания золота по отдельным пробам, если оруденение характеризуется сравнительной выдержанностью среднего содержания. Однако даже при наличии прочих благоприятных признаков частая перемежаемость в рудном теле мелких участков промышленного и непромышленного оруденения не позволяет отнести его к группе «б».

Для разведки рудных тел группы «б» применяются горные выработки в сочетании с наклонными и горизонтальными скважинами. Данные одного бурения обычно позволяют относить запасы рудных тел мощностью более 0,5—0,7 м к категории C_1 без сгущения сети скважин сверх нормального предела, соответствующего размерам эксплуатационного блока.

Для передачи в эксплуатацию месторождений, представленных рудными телами группы «б», из общей суммы запасов категорий $A_2 + B + C_1$ должно быть разведано не менее 20% до категории $A_2 + B$.

Группа рудных тел «в»

К группе «в» относятся рудные тела средних и малых для данного морфологического типа размеров, характеризующиеся в остальном теми же показателями, что и представители группы «б». К этой группе относятся и рудные тела крупных размеров в тех случаях, когда отнесению их к группе «б» препятствуют: сильная тектоническая нарушенность, сопровождающаяся значительными перемещениями сброшенных частей; сложные, неправильные и непостоянные границы рудного тела с вмещающими породами; невыдержанность оруденения, выражающаяся частой перемежаемостью раздувов и пережимов или мелких участков с богатым содержанием золота и с непромышленной концентрацией металла.

Рентабельность разработки месторождений, представленных рудными телами группы «в», иногда определяется лишь наличием обогащенных участков, располагающихся в виде небольших разобщенных блоков среди более значительных площадей бедного оруденения.

Разведка рудных тел группы «в» проводится в основном горными выработками. Бурение используется для установления рудного тела на глубине, не обеспечивая надежных показателей, особенно по содержанию золота.

Сближение тяжелых разведочных или горноподготовительных выработок до предела, соответствующего размерам нормального эксплуатационного блока, обеспечивает достоверность разведки запасов рудных тел группы «в» лишь по категории В. Сгущение сети выработок для получения запасов категории A_2 обычно является нецелесообразным. На основании одних лишь буровых скважин запасы могут быть подсчитаны чаще всего только по категории C_2 , но сочетание буровых скважин с горными выработками обычно дает основание для подсчета запасов по категории C_1 .

Для передачи в разработку месторождений, представленных рудными телами группы «в», из общей суммы запасов категорий $B + C_1$ должно быть разведано не менее 5% до категории В.

Группа рудных тел «г»

К этой группе относятся рудные тела малого и очень малого размера, главным образом жильной, линзообразной и трубообразной

формы. Разведка и разработка таких рудных тел могут быть рентабельными только при высоком содержании золота в руде. Месторождения, представленные рудными телами группы «г», чаще всего являются объектами золотодобычи мелкого масштаба.

К группе «г» относятся также рудные тела, которые по своим размерам соответствуют группе «в», но характеризуются крайней невыдержанностью оруденения по содержанию золота или по мощности рудных тел.

Характер рудных тел группы «г» не позволяет довести степень разведанности запасов до категорий А и В, запасы же категорий C_1 и C_2 могут быть получены только по вскрытии рудного тела горными выработками. Поэтому отработка таких рудных тел часто объединяется с их разведкой тяжелыми горными выработками. Разведка рудных тел группы «г» короткими скважинами горизонтального бурения может быть применена для выявления отдельных труб и гнезд или для оконтуривания участка вероятного их присутствия.

III. РАЗВЕДОЧНАЯ СЕТЬ

На коренных месторождениях золота основной частью общего объема разведочных работ является проходка разнообразных горных выработок и буровых скважин, на которую расходуется и преобладающая часть средств, затрачиваемых на разведку. Поэтому при рассмотрении вопросов, связанных с методами разведки указанных месторождений, следует прежде всего остановиться на видах разведочных выработок, а также на форме и плотности их расположения в пределах разведываемых объектов, т. е. на тех вопросах, которые принято объединять под общим названием «разведочная сеть».

Основная часть общего протяжения выработок, проходимых на золоторудных месторождениях в процессе разведочных работ, подчинена задачам разведки отдельных рудных тел, в результате которой устанавливают запасы полезного ископаемого.

Требования, предъявляемые к сети разведочных выработок, размещаемых в пределах каждого рудного тела, определяются в основном характером и особенностями именно этого рудного тела. Поэтому элементы разведочной сети и принципы ее построения рассматриваются применительно к задачам разведки рудного тела.

В целях определения запасов руды и металла, содержащихся в данном участке рудного тела, разведка должна обеспечить получение необходимых первичных материалов для решения двух связанных между собой задач. Первая состоит в определении границ (контура) распространения промышленных руд со стороны висячего и лежащего боков и в продольной проекции рудного тела (горизонтальной, вертикальной или ориентированной по среднему углу падения). Вторая заключается в определении средней мощности рудного тела, среднего содержания металла в рудах и объемного веса руды в пределах установленного контура, что требуется для подсчета запасов руды и металла.

Обе указанные задачи выполняются совместно по материалам одних и тех же наблюдений, но для решения второй требуется обычно больше наблюдений. В связи с этим при разведке месторождений вид выработок, необходимое их количество и расположение определяются в основном второй задачей, состоящей в установлении средних значений величин, участвующих в подсчете запасов.

Вещественный состав руд, их мощность, условия залегания и другие признаки, характеризующие рудное тело, неодинаковы в различных его частях. Минералогический состав руд, содержание в них полезного компонента, крепость и ряд других признаков изменяются во всех трех направлениях, определяющих положение рудного тела в пространстве: по простиранию, по падению и вкрест простирания — по мощности (нормали¹).

В связи с изменчивостью изучаемых признаков и практической невозможностью наблюдения их в каждом (столь малом) участке рудного тела, в пределах которого значение данного признака является постоянным, наблюдения при разведке ведутся в некотором числе отдельных пунктов, располагаемых в определенном порядке внутри рудного тела.

По результатам наблюдений, выполненных в отдельных пунктах, делаются заключения о разведываемом участке рудного тела в целом. Такой способ наблюдений называется выборочным.

Совокупность результатов определений величины признака, сделанных в процессе разведки для установления его среднего значения в пределах данного участка рудного тела, по отношению к этому участку является статистической выборкой. В соответствии с этим при производстве разведочных работ необходимо соблюдение некоторых правил составления выборки, особенно в отношении величин, наблюдаемых для характеристики качества руд и в целях подсчета запасов.

Достоверность разведочной, как и всякой иной, выборки определяется тремя основными параметрами: а) способом производства наблюдений изучаемых признаков (способ отбора, обработки и анализа проб, приемы определения мощности и элементов залегания рудного тела и т. п.); б) порядком расположения наблюдений в пределах изучаемого объекта; в) расстояниями между пунктами производства наблюдений и количеством наблюдений.

Важным условием правильности разведочной выборки, необходимой для получения достоверных результатов разведки, является соответствие ее параметров природным свойствам изучаемого рудного тела, и прежде всего согласованность с теми основными факторами, которыми определяются морфологический тип и группа рудного тела (см. табл. 1, стр. 56).

Возможность использования того или иного способа производства наблюдений в данных геологических условиях в значительной мере зависит от вида разведочных выработок.

Видом выработок и формой разведочной сети обуславливается возможность определенного расположения пунктов наблюдений. Количество наблюдений зависит от плотности разведочной сети и вида разведочных выработок. Следовательно, вид разведочных выработок, их расположение и плотность должны устанавливаться с таким расчетом, чтобы можно было составить разведочную выборку необходимой достоверности. Ее параметры должны соответствовать основным факторам, характеризующим рудное тело как объект разведки.

1. ВИДЫ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

На месторождениях золота, как и большинства других полезных ископаемых, выборочный характер наблюдений при разведке допу-

¹ Под названием «нормаль» здесь и ниже понимается линия, пересекающая рудное тело в данном пункте в направлении, перпендикулярном к линиям простирания и падения, проведенным в том же пункте.

скается чаще всего только в двух направлениях: по простиранию и по падению рудного тела. По мощности рудного тела (по нормали) наблюдения производятся непрерывно от висячего до лежачего бока рудного тела и часто продолжаются (также непрерывно) на некоторое расстояние во вмещающих породах. Непрерывность наблюдений в направлении нормали достигается соответствующей ориентировкой проб и зарисовок, которые должны образовывать полные сечения рудного тела по всей его мощности.

Необходимость непрерывных наблюдений по направлению мощности (нормали) обуславливается тем, что вещественный состав руд и содержание золота в них меняются по этому направлению обычно значительно сильнее, чем по простиранию и падению. При этом наряду с беспорядочными колебаниями величины содержания иногда отмечаются закономерные изменения его в этом направлении, обусловленные связью более интенсивной и более слабой минерализации с определенными элементами текстуры рудного тела и нередко имеющие скачкообразный характер. Необходимо также составление непрерывных зарисовок в поперечных сечениях рудного тела, так как почти все важные свойства и особенности его строения могут наблюдаться именно в этих сечениях.

Так как по направлению нормали наблюдения должны быть непрерывными, а к тому же и мощность рудного тела измеряется в этом направлении, то разведочные выработки закладываются с таким расчетом, чтобы каждая из них давала возможность сделать одно или серию полных непрерывных наблюдений по линиям, секущим рудное тело от висячего до лежачего бока.

Выработки, из которых каждая образует только одно сечение рудного тела, в настоящей работе называются *секущими*. К ним относятся: канавы, вертикальные шурфы и дудки (при пологом или горизонтальном залегании рудного тела); рассечки, орты, квершлагги, штольни (направленные вкрест простирания рудного тела), буровые скважины.

Выработки, направленные по простиранию (штреки, штольни), по падению (вертикальные или наклонные шурфы и тесенки) или по восстанию (восстающие), в отличие от секущих выработок, называются *выработками прослеживания*. При этом «выработки прослеживания», как обозначение определенного вида выработок, следует отличать от практикуемого в разведке процесса прослеживания рудных тел по простиранию и падению, который выполняется часто и секущими выработками — канавами, шурфами, скважинами и т. д.

Выработки прослеживания, направленные по простиранию, образуют горизонтальные разрезы рудного тела и примыкающей к нему части вмещающих пород. Выработки, направленные по падению или восстанию, дают поперечные вертикальные разрезы.

Обнажение рудного тела в каждой выработке прослеживания является непрерывным на всем протяжении, на котором оно вскрыто данной выработкой. Однако отбираемые в этих выработках пробы ориентируются вкрест простирания рудного тела — по нормали или в близком к ней направлении — и образуют, таким образом, серию поперечных опробованных сечений. Эти пробы, как и в случае секущих выработок, являются непрерывными по мощности, но по простиранию и падению разделены между собой разрывами (интервалами). Следовательно, и в случаях, когда выработки следуют по простиранию, падению или восстанию рудного тела, данные опробования в этих направлениях являются выборочными.

Оконтуривание руд, изучение их текстуры, вещественного состава и ряда других свойств основываются, как и опробование, на наблюдениях, ведущихся в направлении нормали (мощности) и образующих поперечные сечения рудного тела. Задачей каждой отдельной разведочной выработки и является образование одного или нескольких полных непрерывных поперечных сечений рудного тела. При этом каждая из секущих выработок дает только одно сечение, а выработки прослеживания позволяют сделать серию наблюдений в сечениях, расположенных на таких (столь малых) расстояниях одно от другого, которые целесообразны и практически выполнимы.

В тех случаях, когда рудное тело на всем протяжении выработки, прослеживающей его по простиранию, падению или восстанию, обнажается на полную мощность, практически возможный минимум расстояний между пробам и сопряженными с ними замерами мощности и зарисовками забоев лимитируется затратами средств и времени на производство только этих операций, т. е. на взятие, обработку и анализ проб, замеры мощности и производство зарисовок с описанием результатов геологических наблюдений.

Когда мощность рудного тела значительно более 2 м и выработка, идущая по простиранию или падению, полностью не обнажает его, из этой выработки для опробования, замера мощности и других наблюдений проходятся орты, рассечки или скважины, образующие полные сечения рудного тела. Пробы, взятые в стволе самой выработки прослеживания, при подсчете запасов в этом случае не используются. Замеры мощности рудного тела в ней также не могут быть сделаны, а наблюдения за составом и строением рудного тела становятся менее полноценными.

Роль выработок прослеживания при разведке рудных тел большой мощности сводится главным образом к тому, чтобы получить доступ к тем участкам рудного тела, где должны быть пройдены секущие выработки. Такое же назначение имеет и секущая выработка, когда из нее проходится выработка прослеживания по рудному телу небольшой мощности. В этом случае наблюдения в основной секущей выработке имеют подчиненное разведочное значение, главную же массу наблюдений дают выработки, которые проходятся из нее.

В связи с этим необходимо учитывать три вида разведочных выработок, отличающихся по характеру образуемых ими обнажений рудного тела, а также значению и полноте разведочных данных: 1) секущие выработки, 2) выработки прослеживания и 3) подводящие выработки.

Применение того или иного из первых двух основных видов выработок оказывает большое влияние на форму и плотность разведочной сети и, таким образом, влияет на метод разведки в целом.

Необходимо учитывать, что выработки одного и того же горнопроходческого наименования, в зависимости от направления их по отношению к рудному телу и мощности последнего, по своему разведочному значению могут относиться к различным из указанных выше видов. Так, шурф, заданный для подсечения рудного тела (рис. 21), будет являться собственно секущей выработкой. Шурф, пройденный по падению рудного тела (рис. 22), будет выработкой прослеживания. Шурф, пройденный для заложения из него квершлага и штреков, должен быть отнесен к подводящим выработкам. Ко всем трем видам выработок могут принадлежать также штольни, восстающие и гезенки. Штреки могут быть отнесены к выработкам прослеживания и подводящим.

Одна и та же горноразведочная выработка в разных частях своего протяжения может иметь различное назначение. Например, шурф на рис. 23 средней частью ствола образует сечение рудного тела, а нижняя часть его, пройденная с целью заложения рассечки, имеет здесь назначение подводящей выработки.

При разведке рудного тела на глубине тяжелыми горными выработками нужно учитывать также возможность использования их в последующем при разработке месторождения. Штреки могут быть использованы при эксплуатации в качестве этажных штреков, поэтому расстояния между ними по вертикали должны быть равными или кратными высоте этажа (30—50 м). В тех же целях могут быть использованы штольни. Шурфы

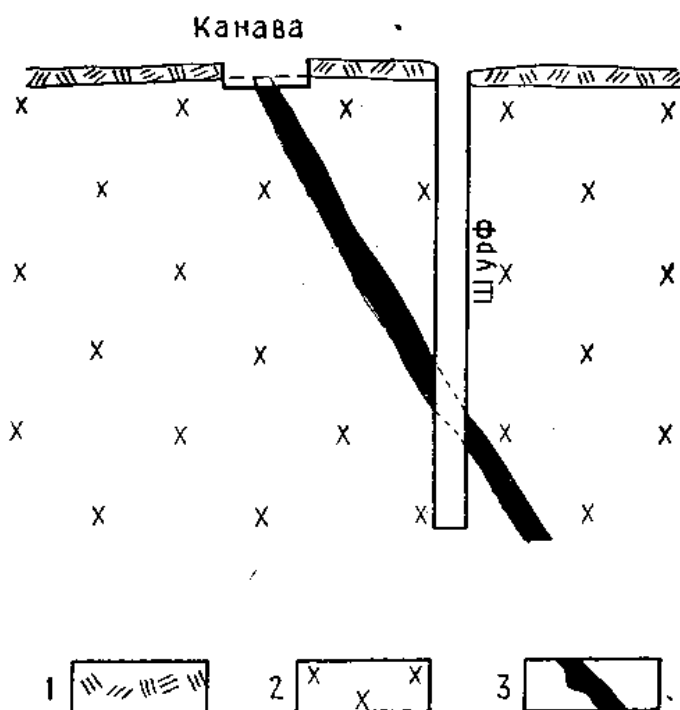


Рис. 21. Шурф как секущая выработка
1 — паваны; 2 — вмещающие породы (кварцевые диориты); 3 — рудное тело

могут применяться в качестве междублоковых восстающих, ходков, вентиляционных выработок или рудоспусков, поэтому их нужно задавать на расстояниях, кратных предполагаемой длине блока (40—60 м), когда это не препятствует выполнению основного разведочного назначения.

При разработке месторождения ранее пройденные разведочные шахты обычно используются как вспомогательные, вентиляционные или резервные, в связи с чем их следует закладывать, по возможности, в таких местах, которые при отработке рудного тела не окажутся в зоне обрушения.

На разрабатываемых месторождениях детальная и эксплуатационная разведка глубоких горизонтов рудного тела часто совмещается с подготовкой их к эксплуатации и приурочивается к периоду проходки подготовительных выработок — этажных штреков, ортов и междублоковых восстающих.

При детальной разведке глубоколежащих частей разрабатываемых рудных тел малой и средней мощности, относящихся к группе «б», получение необходимых разведочных данных обеспечивается опробованием и геологическими наблюдениями в штреках и восстающих, разграничивающих эксплуатационные этажи и блоки. Поэтому в проходке выработок только для разведки (исключая поисковые цели) в случае выдержанного оруденения надобности часто не возникает. В процессе детальной разведки глубоких частей разрабатываемых рудных тел группы «б» большой мощности потребность в выработках специально разведочного назначения чаще всего ограничивается дополнительными ортами или горизонтальными короткометражными скважинами.

Таким образом, детальная разведка глубоких горизонтов рудного тела на разрабатываемых месторождениях находится в связи с характером ведущихся в нем подготовительных горных работ. В целях предварительной разведки рудного тела ниже уровня горных работ нередко также используются некоторые имеющиеся выработки, в частности для проходки из них наклонных подземных скважин.

Горные выработки

К а н а в ы, являющиеся секущими выработками, применяются для вскрытия выходов рудных тел на поверхности при относительно небольшой мощности наносов — до 2,5—4,0 м и редко более. Последовательное заложение серии канав на выходах одного и того же рудного тела позволяет проследить его на поверхности по простиранию. Серия канав, заложенных на выходе данного рудного тела, образует самый верхний разведанный горизонт этого тела, находящийся на линии среза его поверхностью рельефа. При соответствующих расстояниях между канавами комплекс наблюдений в них используется при подсчете запасов наравне с данными, полученными на расположенных ниже горизонтах подземных горных выработок или линиях буровых скважин.

Канавы должны углубляться до вскрытия коренных пород, а в местах пересечения рудного тела ими должен быть прорезан весь элювий и обнажены неразрушенные части рудного тела.

Наряду со сравнительно короткими канавами, проходимыми для вскрытия и прослеживания какого-либо одного уже известного рудного тела или группы сближенных рудных тел, при разведке применяются также канавы значительно большего протяжения — магистральные. Они проходятся вкрест преобладающего простирания рудных тел в целях изучения или уточнения геологического строения рудного поля и поисков выходов еще не обнаруженных рудных тел. Магистральные канавы чаще всего закладываются на выходе уже известного рудного тела и продолжают от него в обе стороны до границ рудного поля, продуктивной свиты или горизонта. Иногда они проходятся в порядке планомерного изучения поверхности всего рудного поля или его участка, благоприятного по геологическим соображениям.

Т р а н ш е и — открытые выработки прослеживания, ориентированные по простиранию рудного тела и проходимые с целью вскрытия выхода на поверхность данного участка рудного тела на всем его протяжении. По существу это длинные канавы, называемые траншеями в отличие от канав, ориентированных вкрест простирания рудного тела и являющихся секущими выработками. Траншеи отличаются от канав также несколько большей шириной (до 1 м и более), необходимой для

того, чтобы вскрыть разведываемое рудное тело на всю его мощность и обнажить вмещающие породы.

Как и другие выработки прослеживания, траншеи применяются при разведке рудных тел малой и средней мощности, преимущественно жил или залежей.

Траншеи применяются в следующих условиях:

а) При разведке рудных тел группы «б» и более крупных рудных тел группы «в» для уточнения пунктов выклинивания рудного тела между

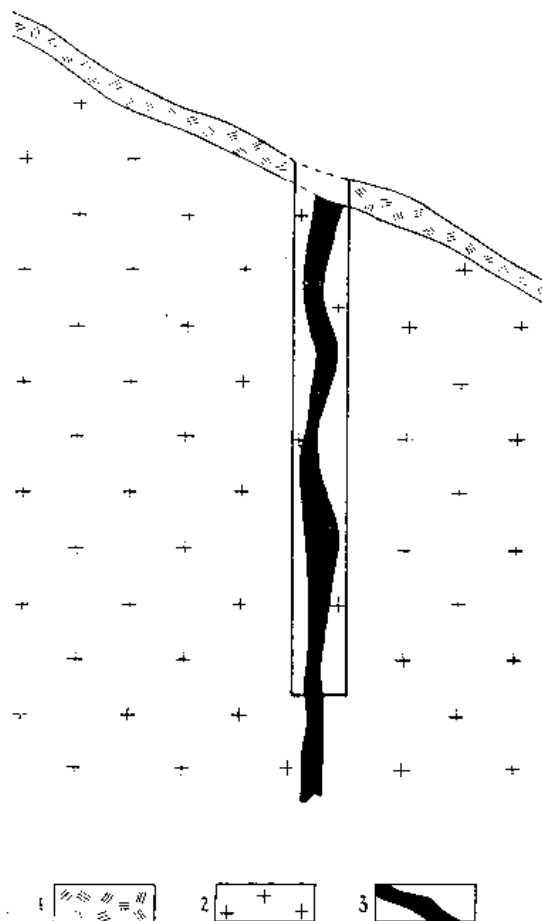


Рис. 22. Шурф как выработка прослеживания
1 — наносы; 2 — вмещающие породы; 3 — рудное тело

канавами на флангах, а также на участках, характеризующихся невыдержанной мощностью, наличием коротких раздувов и пережимов или весьма высокой изменчивостью содержания золота.

б) При разведке мелких рудных тел групп «в» и «г» для сплошного обнажения их выходов к поверхности на всем протяжении.

Шурфы и дудки применяются и как выработки прослеживания, и как секущие. Во втором случае они используются в разнообразных условиях, главным образом для вскрытия верхних частей рудных тел на небольшой глубине от поверхности, однако на некоторых месторождениях они могут быть и основным видом разведочных выработок.

Как основной тип разведочных выработок шурфы и дудки секущего направления применяются при разведке рудных тел, залегающих горизонтально или очень полого, на небольшой глубине, при слабой водоносности и чаще всего невысокой крепости вмещающих пород. В устойчивых породах, не требующих крепления, при глубине выработок не более 6—8 м целесообразнее проходить дудки; при большей глубине дудки не применяются по условиям безопасности.

При глубине залегания рудного тела более 15—20 м, даже в случае благоприятных вмещающих пород, массовое шурфование обычно не применяется; разведка ведется в основном скважинами; некоторое количество шурфов проходится лишь в тех пунктах, где требуется заложить рассечки или штреки.

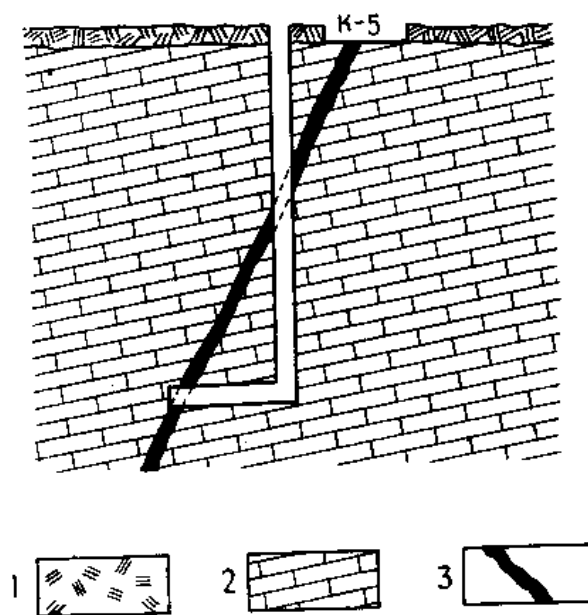


Рис. 23. Вскрытие рудного тела канавой и подсечение его стволом шурфа и рассечкой
1 — наносы; 2 — вмещающие породы (известняки); 3 — рудное тело

Шурфы как выработки прослеживания проходятся по падению рудных тел при разведке верхних частей их на глубину до 20—30 м, редко более. В зависимости от угла падения рудного тела они могут быть вертикальными или наклонными. Получение полноценных разведочных данных шурфы обеспечивают на протяжении образуемых ими обнажений, если мощность рудного тела не превышает 2—3 м; при большей мощности шурфы выполняют в основном роль подводящих выработок.

Гезенки и восстающие аналогично шурфам могут быть и секущими выработками, и выработками прослеживания. Они выполняют те же задачи, что и шурфы, но, в отличие от последних, используются при разведке более глубоких частей рудных тел и проходятся не с поверхности, а из подземных выработок. Обычно они являются подготовительными или разведочно-подготовительными выработками и сравнительно редко проходятся только в целях разведки.

Штреки — основной вид разведочных выработок при детальной разведке рудных тел средней и малой мощности, главным образом жил. В большинстве случаев штреки используются не только в целях разведки, но служат также при разработке рудного тела в качестве горноподготовительных выработок, что часто является их основным назначением.

В целях разведки мощных линз, жильных зон, штокверков и зон вкрапленных руд штреки закладываются как подводящие выработки для проходки из них рассечек, квершлагов, ортов или скважин. Попутно штреки иногда могут быть использованы для получения данных по отдельным частям, слагающим рудное тело, например по отдельной крупной и более богатой жиле, входящей в состав жильной зоны или штокверка, по отдельному слою внутри рудной линзы и т. п.

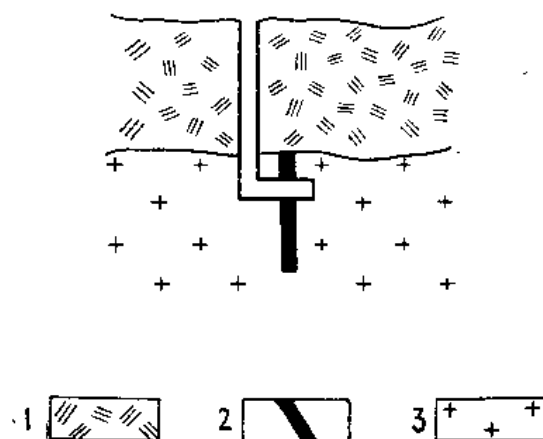


Рис. 24. Проходка рассечки из шурфа для подсечения рудного тела в коренных породах

1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие коренные породы

Штольни, проходимые по простиранию рудного тела, выполняют те же задачи, что и штреки. Применяются при благоприятном рельефе местности, обладая весьма значительными технико-экономическими преимуществами перед штреками, проходимыми из шахт и шурфов, ввиду отсутствия необходимости водоотлива и подъема породы при выдаче ее на поверхность.

Штольни секущего направления чаще всего служат как выработки, подводящие к рудному телу, с целью проходки из них выработок прослеживания (главным образом штреков), из которых в случае надобности задаются рассечки, орты, восстающие, гезенки.

Рассечки и орты проходятся из шурфов, штолен, штреков, восстающих, гезенков и уклонов с целью образования полных сечений рудного тела; применяются чаще всего в следующих случаях:

1. При изменении простирания рудного тела шурф, заложенный с целью его подсечения у поверхности коренных пород, может оказаться в стороне от рудного тела. Тогда, чтобы обнаружить и подсесть его, из шурфа проходят рассечку (рис. 24). При большой мощности вертикального или крутопадающего рудного тела для полного пересечения его, от лежачего до висячего бока, из шурфа проходятся рассечки (орты), которые пущены и в том случае, если ниже наносов шурф пройден по руде

(рис. 25). В обоих случаях шурф должен быть углублен в коренные породы не менее чем на 1—3 м, с тем чтобы рассечка вскрыла рудное тело в неразрушенной его части.

2. Если крутопадающее рудное тело, вскрытое стволом шурфа непосредственно под наносами, далее вышло из ствола, то для подсечения его на большей глубине проходка шурфа продолжается до намеченной отметки и из него в сторону рудного тела задаются рассечки (см. рис. 44, стр. 110).

3. Рудное тело, падающее под углом около 65° и вскрытое у поверхности канавой, ниже может быть подсечено шурфом, а еще ниже рассечкой (см. рис. 23).

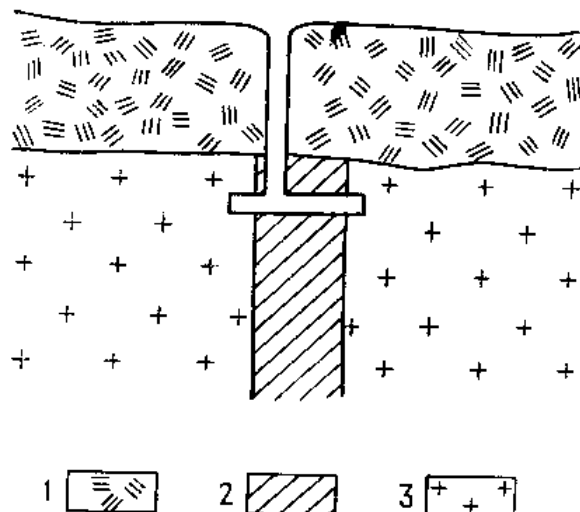


Рис. 25. Проходка орта из шурфа для пересечения рудного тела по всей мощности
1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие коренные породы

4. При прослеживании на глубину рудного тела большой мощности вертикальными или наклонными шурфами из ствола шурфа проходятся орты, образующие полные сечения рудного тела на различной глубине. Та же задача решается с помощью ортов при прослеживании мощного рудного тела по простиранию, падению или восстанию штреком, штольней, гезенком или восстающим, которые в этом случае выполняют назначение подводящих выработок. При нечетких границах рудного тела пройденные в нем орты продолжают во вмещающие породы до исчезновения признаков оруденения.

Буровые скважины

При разведке коренных месторождений золота применяются скважины вращательного колонкового и ударно-канатного бурения.

К о л о н к о в о е б у р е н и е. Скважины колонкового бурения можно задавать с поверхности и из подземных выработок — горноразведочных, подготовительных, нарезных или очистных. По месту заложения скважин различают бурение с поверхности и бурение подземное. Скважины колонкового бурения могут проходиться под любыми углами к горизонту как с наклоном вниз, так и по восстанию.

В золотой промышленности принято различать два вида колонкового бурения: наклонное и горизонтальное.

Наклонное бурение производится станками, позволяющими вести проходку скважин до глубины 1200 м, при диаметре бурового снаряда от 66 до 130 мм (станки КА-2М-300, КАМ-500, В-3, ЗИВ-75, ЗИВ-150, ЗИФ-300, ЗИФ-650А и др.). Этими станками скважины могут проходиться с поверхности и из подземных выработок. Они бурятся, как правило, под крутыми углами наклона к горизонту, обычно не меньшими чем 60°, или вертикально.

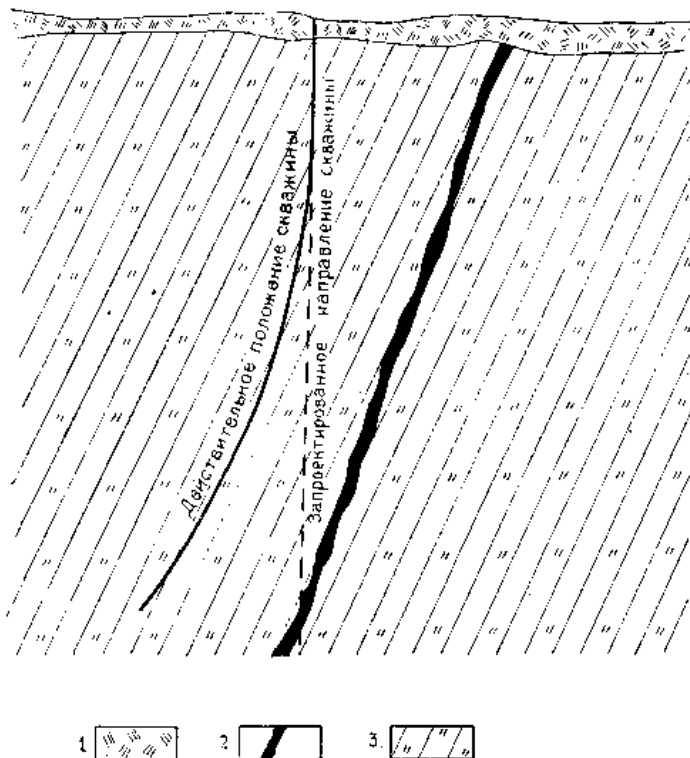


Рис. 26. Скважина, не встретившая рудного тела вследствие заложения под малым углом подсечения
1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие коренные породы (кремнистые сланцы)

При глубоком колонковом бурении проходка скважин может вестись либо с помощью стальной дробы, засыпаемой в забой под вращающийся буровой снаряд, либо коронками, армированными алмазами или твердыми сплавами. В отечественной практике глубокое бурение в породах высокой крепости, за редкими исключениями, ведется дробью, на зарубежных предприятиях — преимущественно алмазными коронками. В породах невысокой крепости применяются коронки, армированные твердыми сплавами, а в наносах и в других рыхлых осадочных породах — зубчатые стальные коронки.

Бурение армированными коронками дает меньшее искривление скважин и позволяет получить больший выход керна, чем при бурении дробью. Поэтому скважины следует проходить армированными коронками во всех случаях, когда это возможно по условиям крепости пород.

При пересечениях скважинами рудного тела дробовое бурение всегда крайне нежелательно, особенно когда мощность рудного тела не дости-

гает 0,7 м. Поэтому при буровой разведке жил и маломощных залежей по приближении скважин к рудному телу следует переходить на бурение алмазными коронками, а при отсутствии таковых — коронками, армированными твердыми сплавами, несмотря на то что это может привести к существенному снижению скорости проходки.

Наибольшая скорость проходки и наименьшее искривление могут быть достигнуты при бурении скважин, направленных вниз по вертикали. Однако при разведке бурением необходимо стремиться к тому, чтобы угол, под которым рудное тело пересекается скважиной, был по возможности больше, так как при малых углах подсекания в случае хотя бы небольших искривлений скважины возможны значительные

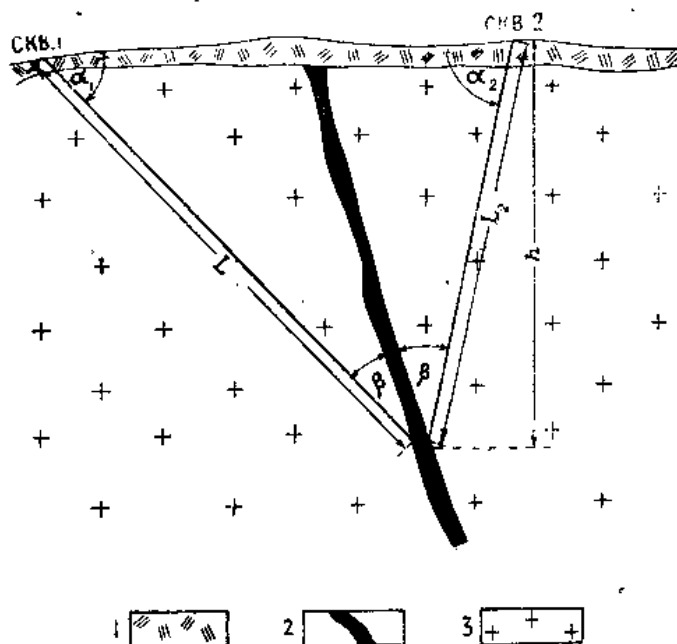


Рис. 27. Положение скважин, заданных со стороны висячего и лежащего боков рудного тела в расчете на одинаковый угол подсекания

α_1 и α_2 — углы наклона скважин; β — угол подсекания рудного тела скважинами; L_1 и L_2 — длина скважин; h — глубина подсекания рудного тела скважинами
1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие породы

ошибки в определении местоположения рудного тела и его мощности. Скважина, заданная под малым углом к рудному телу, немного отклонившись от первоначального направления вследствие искривления, может совсем не встретить рудного тела и привести к ошибочному заключению о его «выклинивании» (рис. 26). Во избежание подобных ошибок заложение скважин при угле подсекания, меньшем 30° , как правило, не допускается. Поэтому на коренных месторождениях, представленных рудными телами преимущественно крутого падения, чаще приходится бурить наклонные скважины.

При данном угле подсекания рудного тела β , на заданной глубине h , длина скважины L будет меньше, а угол наклона к горизонту α больше, если она заложена в висячем боку рудного тела (рис. 27). При данной

длине скважины L , данном угле ее наклона к горизонту α и данной глубине подсечения рудного тела h проходка ее со стороны висячего бока дает больший угол подсечения (рис. 28).

В связи с этим скважины закладываются почти всегда в висячем боку рудного тела. Проходка со стороны лежачего бока (бурение вдогонку) может оказаться более целесообразной, если породы висячего бока отличаются очень плохой буримостью при благоприятных условиях бурения в породах лежачего бока. Неблагоприятные условия рельефа иногда также могут обусловить закладку скважины в лежащем боку рудного тела (рис. 29).

Если падение рудного тела не более 60° , то для подсечения его на

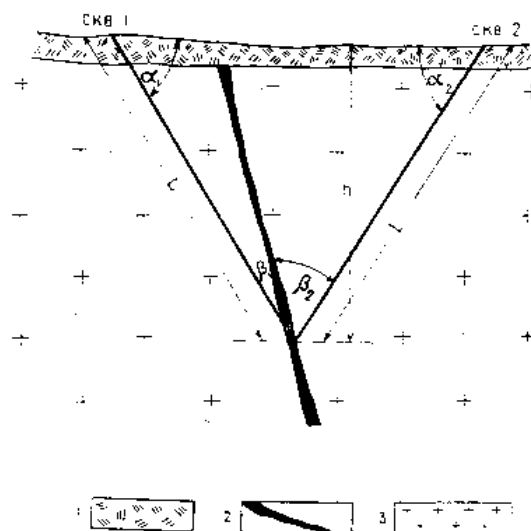


Рис. 28. Различные углы подсечения рудного тела двумя скважинами одинаковой длины, заданными со стороны висячего и лежачего боков под одинаковыми углами наклона α_1 и α_2 — углы наклона скважин; β_1 и β_2 — углы подсечения рудного тела скважинами; L — длина скважин; h — глубина подсечения рудного тела
1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие коренные породы

различной глубине из одного пункта поверхности могут быть заданы 2—3 скважины (рис. 30), что избавляет от необходимости перенесения вышки и всего бурового оборудования при заложении каждой скважины.

В буровых работах в последние годы применяется направленное искривление скважин. Это мероприятие при разведке представляет интерес потому, что позволяет делать одной скважиной два пересечения рудного тела (или более) в разных пунктах (рис. 31). Таким путем может быть достигнута существенная экономия объема буровых работ в тех случаях, когда разведка ведется путем систематического разбуривания рудного тела по сетке, по линиям или горизонтам.

Для подсечения рудного тела на значительной глубине (в том случае, если несколько выше намечаемого уровня подсечения имеются горные выработки) часто выгоднее пройти подземную скважину, чем бурить

с поверхности, так как длина скважины будет значительно меньше. Для того чтобы угол встречи рудного тела скважиной был достаточно большим (не менее 30°), устье скважины должно находиться на некотором расстоянии от рудного тела. Если для этого отнесения скважины на необходимое расстояние нельзя воспользоваться имеющимися выработками, то приходится делать специальную рассечку. Однако расходы на проходку рассечки и на устройство камеры при большой разнице между глубиной скважины, проходимой из выработок данного горизонта и проходимой с поверхности, перекрываются экономией расходов на бурение. На рис. 32 в поперечном разрезе показано рудное тело, для подсечения которого подземной скважиной на глубине 240 м от поверхности нужно пройти рассечку длиной 25 м, сделать камеру и пробурить из нее скважину глубиной 90 м. Для подсечения этого рудного тела бурением с поверхности

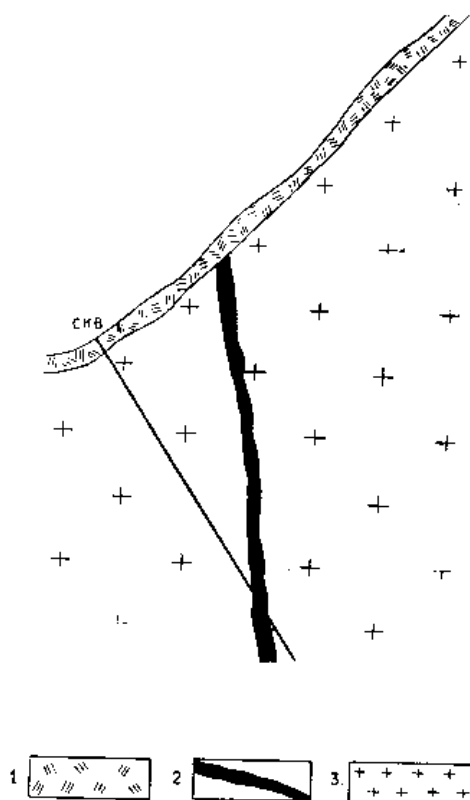


Рис. 29. Бурение скважин со стороны лежащего бока рудного тела (вдогонку) при неблагоприятном рельефе
1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие коренные породы

в том же самом пункте потребовалось бы пройти скважину глубиной 260 м.

Подземное бурение целесообразно применять также при разведке параллельных жил, алофиз, слепых рудных тел и т. п., сопровождающих данное рудное тело, разработка которых горными выработками достигла значительной глубины.

Горизонтальное бурение осуществляется легкими станками (ГП-1, НИГРИ, НЗ-2 и др.), позволяющими проходить скважины диаметром

36—66 мм на глубину до 50—120 м. Скважины задают, как правило, из подземных выработок, но их можно проходить и с поверхности. Они закладываются под любым углом к горизонту, но чаще по горизонтали или под небольшими углами к горизонту, преимущественно с наклоном вверх, реже с наклоном вниз. При проходке скважин в крепких породах в качестве бурового инструмента служат мелкоалмазные коронки, в менее крепких — коронки, армированные победитами.

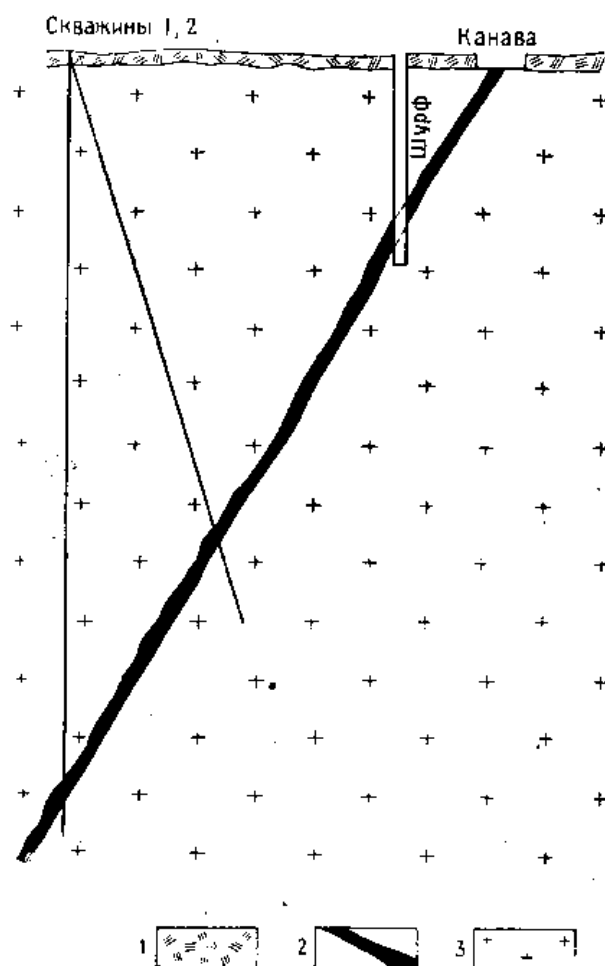


Рис. 30. Подсечение рудного тела на двух горизонтах вертикальной и наклонной скважинами, пройденными из одной точки

1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие породы

Горизонтальные скважины применяются при разведке рудных тел большой мощности в тех же целях, что и подземные секущие выработки (орты, рассечки, квершлагги). Их задают из выработок, пройденных по простиранию, падению или восстанию рудного тела, в тех случаях, когда оно полностью не обнажается этими выработками.

В случае, изображенном на рис. 33, из штреков, вместо части ортов, может быть задана серия горизонтальных скважин, которые благодаря меньшей их стоимости могут быть пройдены в большем количестве, чем орты, на меньших расстояниях друг от друга и в совокупности вместе

с ортами могут дать полноценные разведочные данные. Орты могут быть заменены скважинами также при проходке подводящих выработок по падению или восстанию мощного рудного тела.

Подземное горизонтальное бурение применяется и на месторождениях, представленных рудными телами небольшой мощности, с целью подсечения параллельных жил, апофиз и т. п., когда для этой цели достаточны неглубокие скважины, которые могут быть пройдены легкими станками.

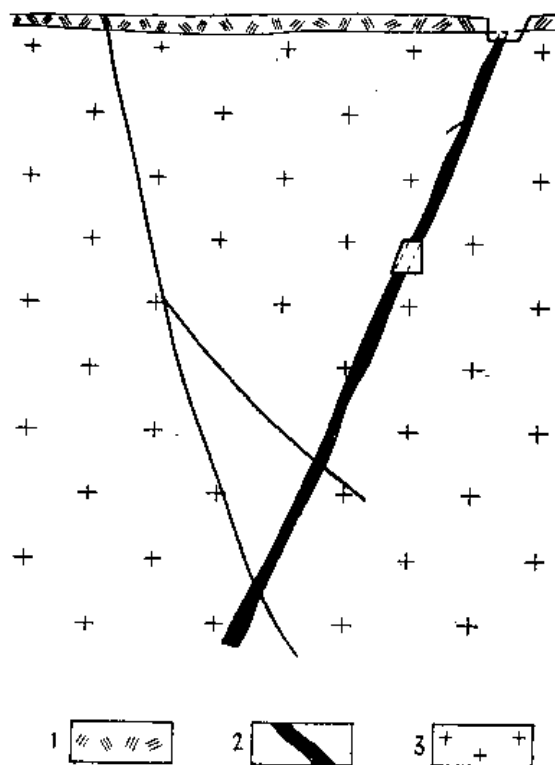


Рис. 31. Подсечение рудного тела на двух горизонтах скважиной и ответвлением из нее, пройденным путем применения направленного искривления скважин

1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — веществающие коренные породы

Колонковые скважины по целевому назначению могут быть подразделены на: а) структурные скважины, предназначенные для выявления и прослеживания отдельных элементов геологической структуры рудного поля; б) поисковые скважины, проходимые с целью обнаружения новых рудных тел как скрытых под наносами, так и слепых; в) морфологические скважины, с помощью которых устанавливают или уточняют морфологию рудных тел как на глубине, так и на данном разведочном горизонте, но за пределами участка, освещенного горными выработками, г) щуповые скважины, которые, опережая разведочные выработки, позволяют точнее ориентировать их в нужном направлении, что особенно важно в случае, если рудные тела смещены или имеют очень невыдержанные элементы залегания; д) собственно разведочные скважины, при помощи которых определяется не только наличие, но и размеры рудного

тела и содержание полезного компонента в руде; данные по этим скважинам учитываются при подсчете запасов.

Эффективность буровых скважин пункта «д» очевидна; эффективность буровых скважин, указанных в пунктах «а», «б», «в», «г», при правильном использовании их данных не меньшая, чем у собственно разведочных (пункт «д»), а зачастую и большая, так как они могут экономить значительное количество дорогостоящих горных выработок и сократить сроки разведки месторождения.

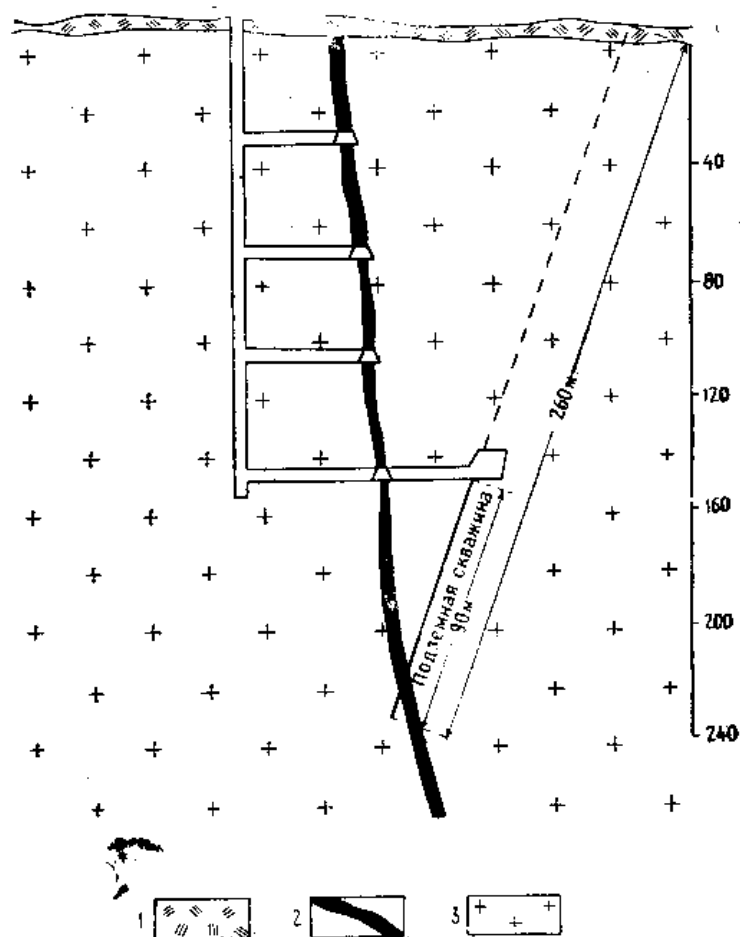


Рис. 32. Подсечение рудного тела подземной скважиной на два горизонта ниже горных работ

1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие коренные породы

При весьма значительном объеме колонкового бурения, производимого геолого-разведочными организациями, применение его при разведке золоторудных месторождений в настоящее время является недостаточным. Возможности быстрого (сравнительно с горными выработками) достижения скважинами рудного тела в необходимых пунктах с меньшими затратами обуславливают целесообразность более широкого использования этого вида разведочных выработок.

Широкое применение колонкового бурения при разведке золоторудных месторождений задерживается рядом обстоятельств. В частности, не всегда правильно определяются зенитные и азимутальные

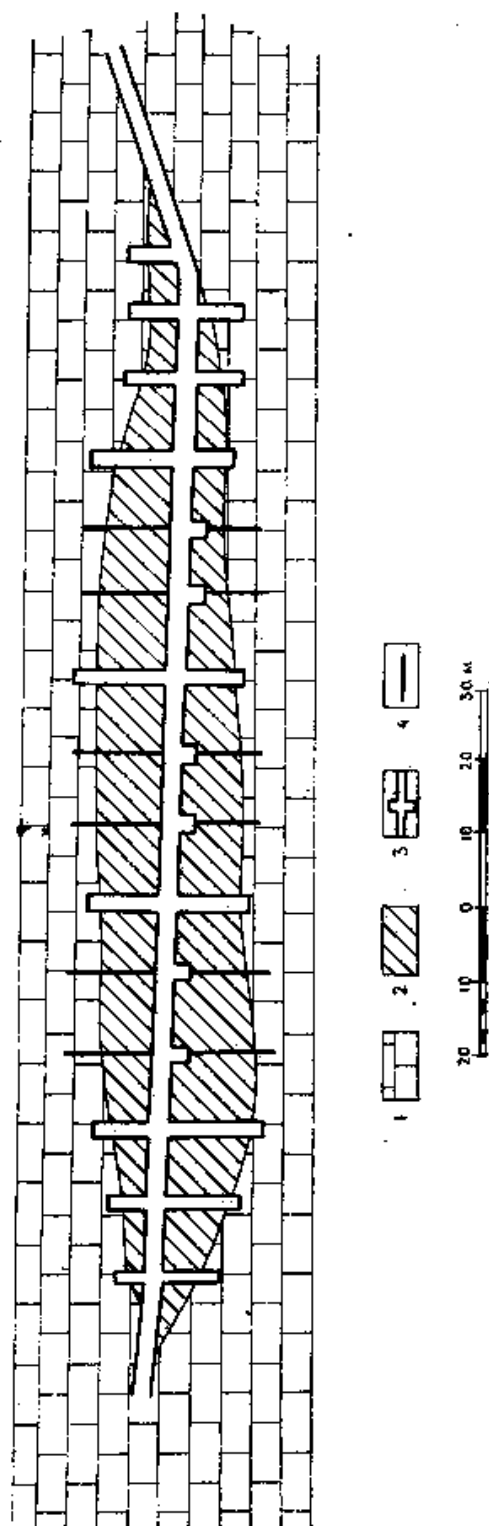


Рис. 33. Разведка мощного рудного тела ортами и горизонтальными скважинами, пройденными из штрека
 1 — вмещающие породы; 2 — рудное тело; 3 — горные выработки; 4 — буровые скважины

искривления скважин на различной глубине, в результате чего иногда получаются неверные данные о местоположении и мощности рудного тела. В связи с недостаточным выходом керна мощность рудного тела и содержание в рудах золота определяются не всегда верно. При некоторых текстурах руд бурение не обеспечивает достоверных результатов опробования даже при высоком выходе керна вследствие избирательного истирания слагающих руду минералов, в различной степени обогащенных золотом (см. главу «Опробование»).

Освоение уже известных способов, предотвращающих возникновение указанных искажений, и разработка новых являются неотложной задачей геолого-разведочных организаций. Разрешение этой задачи повысит достоверность данных буровой разведки, что позволит расширить область возможного применения буровых скважин и улучшить технико-экономические показатели разведочных работ.

Ударно-канатное бурение позволяет проходить только вертикальные скважины. Поэтому в золотой промышленности оно применяется главным образом при разведке россыпей. На коренных месторождениях золота, представленных преимущественно наклонными и крутопадающими рудными телами, скважины ударно-канатного бурения имеют незначительное распространение.

Породы, проходимые скважинами ударно-канатного бурения, выдаются на поверхность в измельченном и перемешанном состоянии. Поэтому точно установить границы рудного тела и взять пробу строго в этих границах при ударно-канатном бурении труднее, чем при колонковом, когда на поверхность поднимаются сравнительно крупные куски керна, расположенные в порядке пересечения скважиной представляемых ими пород. В связи с измельченностью выдаваемого из скважины материала затрудняется также изучение вещественного состава руд, структуры рудного тела и взаимоотношений его с вмещающими породами.

Однако при колонковом бурении в рыхлых неустойчивых породах не всегда удается обеспечить достаточный выход керна, и пройденные породы поступают из скважины в основном в виде шлама и мути. Поэтому при разведке горизонтальных и пологопадающих залежей, сложенных очень неустойчивыми рудами, бурение скважин ударно-канатным способом не уступает колонковому бурению по достоверности получаемых результатов, а в ряде случаев имеет некоторые преимущества перед ним в связи с возможностью проходить скважины большего диаметра при меньшей (при прочих равных условиях) стоимости проходки.

2. ФОРМЫ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ

Представления о главных свойствах геологического строения месторождения и рудного тела и об изменениях этих свойств в различных направлениях могут быть получены с помощью геологических разрезов — вертикальных и горизонтальных.

Обобщение материалов опробования и геологической документации по каждой секущей выработке или каждому забою выработки прослеживания дает представление об изменениях свойств рудного тела и месторождения по линиям, секущим рудное тело вкrest простирания, т. е. о линейных изменениях, характеризующих связь признака с местоположением пунктов наблюдений в отношении одной из трех осей координат, определяющих положение тела в пространстве.

На основании обобщенных данных наблюдений по отдельным секущим выработкам и отдельным забоям выработок прослеживания составляются вертикальные и горизонтальные разрезы (планы) рудного тела и прилегающей части месторождения. Каждый из этих разрезов дает представление об изменениях наблюдаемых свойств рудного тела в плоскости разреза, т. е. об изменениях изучаемых признаков в связи с двумя из трех осей координат.

Совокупность всех горизонтальных и вертикальных геологических разрезов, строящихся по данным разведки, дает представление об изменениях изучаемых признаков в объеме разведанной части рудного тела, т. е. об изменениях в связи со всеми тремя координатами.

Таким образом, геологический разрез является одним из главных средств познания месторождения. Поэтому основной и непосредственной задачей проходки разведочных выработок является получение материалов для составления необходимого количества горизонтальных и вертикальных геологических разрезов.

Все получаемые в процессе разведки цифровые данные, с помощью которых характеризуется качество и определяется количество полезного ископаемого, должны быть привязаны к геологическим разрезам. Совокупность данных опробования и замеров мощности превращается в простой набор цифр, если результаты анализа каждой пробы, каждого замера мощности и всякого другого наблюдения не привязаны к геологическому разрезу.

В связи с отмеченным значением геологического разреза как одного из главных способов изучения месторождения основным принципом размещения пунктов наблюдений при разведке является расположение их линиями, ориентированными по простиранию или вкрест простирания рудного тела или в обоих направлениях. Это позволяет построить систему параллельных или взаимно пересекающихся разрезов рудного тела и ближайшего участка рудного поля, с помощью которых выявляются положение рудного тела и изменение его свойств в пространстве.

То или иное направление разведочных разрезов или сочетание разрезов различных направлений определяется: элементами залегания рудного тела, его формой, характером изменчивости формы, мощности и строения рудного тела, а также изменчивости вещественного состава руд и содержания в них полезных компонентов. В зависимости от этих факторов и устанавливается форма разведочной сети, по которой размещаются выработки, в расчете на построение геологических разрезов в нужных направлениях.

Условия применения различных форм разведочной сети при разведке рудных тел горизонтального или близкого к нему залегания

Рудное тело горизонтального залегания возможно оконтурить и разведать с требуемой достоверностью на всей площади распространения промышленных руд ранее, чем будет начата эксплуатация этого рудного тела. Разработка может быть начата в любой части рудного тела и развиваться отсюда в том направлении, которое является наиболее удобным и экономически целесообразным для ведения работ.

Разведка горизонтального рудного тела при отсутствии значительных различий в высотных отметках поверхности рельефа может проводиться выработками одного и того же типа на всей его площади. В на-

чальной стадии разведки и в процессе ее детализации могут применяться однотипные выработки.

Наиболее полные представления о строении и свойствах рудных тел горизонтального и близкого к нему залегания могут быть получены путем построения вертикальных разведочных разрезов. Поэтому при разведке рудных тел горизонтального залегания, в случае большой их мощности, основным видом разведочных выработок являются вертикальные секущие выработки, чаще всего шурфы и дудки или буровые скважины. При малой и средней мощности рудного тела (не более 2—3 м), кроме того, применяются подземные горизонтальные выработки, проходимые по рудному телу, что чаще практикуется в стадии детальной разведки. При горизонтальном залегании или очень пологом падении рудного тела применяются следующие формы разведочной сети:

- а) квадратная, прямоугольная и ромбическая сети секущих выработок;
- б) расположение секущих выработок линиями, ориентированными строго или приблизительно в одном направлении;
- в) система непрерывных разрезов, образуемых выработками прослеживания и ориентированных в одном направлении или в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Применение той или иной формы разведочной сети обуславливается морфологией рудных тел и характером изменчивости оруденения в плане.

Применение квадратной или ромбической сетей, кроме горизонтального или очень пологого залегания, предусматривает изометричность формы рудного тела и одинаково сильно выраженную (изометричную) изменчивость изучаемых свойств (признаков) во всех направлениях, изображающихся в горизонтальной проекции.

В условиях горизонтального залегания рудного тела, изометрической формы его и при таком же характере изменчивости изучаемых признаков вопрос о направлениях, в которых должны быть построены разведочные разрезы, не имеет значения. Вертикальные разрезы всех направлений дают одинаково полноценные представления о рудном теле, если расстояния между разведочными выработками на линиях различного направления одинаковы. Поэтому при наличии указанных условий наиболее рациональной разведочной сетью является квадратная.

В этих условиях на месторождениях некоторых полезных ископаемых иногда употребляется также ромбическая сеть, но на золоторудных объектах она, как правило, не применяется.

Если рудное тело имеет вытянутую форму, причем поперечный размер его в несколько раз меньше продольного, то расстояния между выработками на поперечных линиях делаются в несколько раз меньше, чем интервалы между линиями. Такое расположение выработок называют линейным.

Целесообразность линейного расположения выработок может быть обусловлена не только вытянутой формой рудного тела, но и характером распределения в нем полезного компонента. Если внутри рудного тела, хотя бы и характеризующегося более или менее изометрическими очертаниями, имеются обогащенные полосы или струи, чередующиеся с вытянутыми в одном с ними направлении участками более бедного оруденения, то расстояние между выработками в поперечном к струям направлении должно быть меньше расстояния в продольном направлении. Чем более резко выражена струйчатость и чем меньше поперечные раз-

меры струй, тем теснее должны быть сближены выработки на поперечных линиях.

В коренных месторождениях золота рудные тела горизонтального и пологого залегания имеют незначительное распространение. Встречающиеся на некоторых месторождениях горизонтальные залежи в подавляющем большинстве случаев имеют вытянутые формы, длина которых в несколько раз или в несколько десятков раз больше, чем ширина. Поэтому при разведке их вертикальными выработками обычно применяется линейная форма разведочной сети.

При малой ширине залежи для построения достаточно достоверных поперечных разрезов приходится очень сильно сближать выработки на линиях. Однако и при сильном сближении их не всегда удастся правильно установить контуры промышленной части рудного тела в поперечных разрезах. В указанных условиях для образования поперечных разведочных разрезов взамен линий вертикальных выработок (там, где это выполнимо по горнотехническим условиям) целесообразно

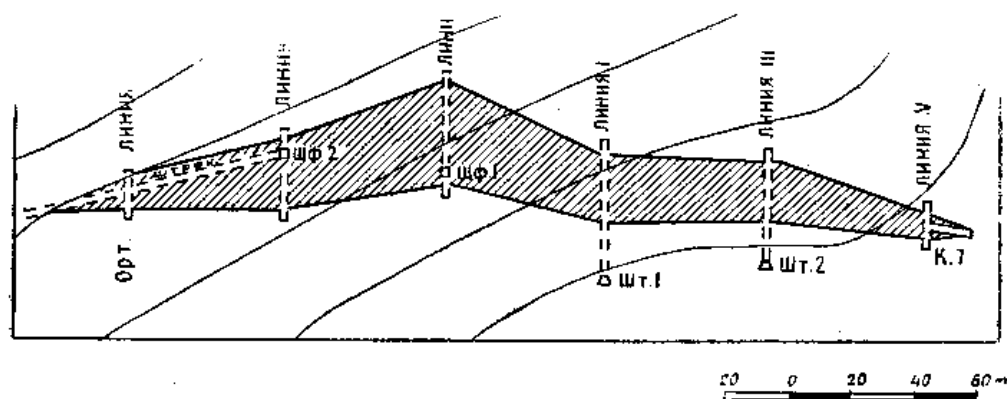


Рис. 34. Разведка горизонтальной залежи подземными выработками, образующими серию параллельных поперечных разрезов
План с нанесением контура рудного тела

проходить подземные горизонтальные разведочные выработки. При этом каждая разведочная линия будет представлена одной разведочной выработкой прослеживания, пройденной из шурфа (см. линии II и IV на рис. 34), из штрека (линия VI) или, при благоприятных условиях рельефа, непосредственно с поверхности (штольни на линиях I, III).

Таким образом, с переходом от рудных тел, имеющих в плане изометрическую форму и такое же распределение золота, к все более и более вытянутым форма разведочной сети изменяется от квадратной через прямоугольную к линейному расположению выработок и, наконец, к сети непрерывных разрезов.

В процессе разведки каждого данного участка рудного тела плотность разведочной сети не является постоянной. Первоначальная разведочная сеть, закладываемая в стадии предварительной разведки, является наименее плотной. В дальнейшем при детализации разведочных работ сеть уплотняется; сгущение ее часто проводится два и иногда три раза.

Форма разведочной сети предусматривает построение разрезов в направлениях, обеспечивающих наиболее полную характеристику руд-

ного тела не только в ее первоначальном виде, но и после каждого приема сгущения; при этом степень сгущения в один прием не должна быть слишком большой.

Запасы категории C_2 на коренных месторождениях золота обычно подсчитываются путем экстраполяции или на основании единичных выработок, не образующих правильной сети. Правильная разведочная сеть при разведке рудных тел горизонтального залегания, относящихся к группам «б» и «в» (см. табл. I), чаще всего осуществляется при разведке тех участков, где уже имеются или могут быть подсчитаны запасы категории C_2 . Повышение степени разведанности этих запасов до категории C_1 достигается заложением здесь первоначальной разведочной сети. Дальнейшее развитие ее в большинстве случаев целесообразно вести таким образом, чтобы в один прием сгущения (уплотнения) сети степень разведанности запасов повышалась на одну категорию, обеспечивая перевод запасов категории C_1 в категорию В и запасов категории В в категорию А. Это требует увеличения количества наблюдений в пределах данного участка рудного тела приблизительно в два раза.

Квадратная и прямоугольная разведочные сети могут уплотняться в процессе детализации разведки заложением дополнительных выработок на линиях одного из двух направлений, образующих ячейки первоначальной сети, или в центральных точках последних (рис. 35). В процессе детализации разведки в зависимости от расположения выработок сгущения сеть одной формы может быть преобразована в другую или оставаться прежней. Выбор того или иного способа сгущения сети определяется необходимостью уточнить в процессе разведки в первую очередь разрезы соответствующего направления.

Сеть разведочных выработок при линейном их расположении может сгущаться как проходкой новых выработок между ранее пройденными на линиях первоначальной сети, так и путем заложения новых линий между имеющимися.

Если в уточнении больше всего нуждаются боковые границы (борта) залежи между линиями, то сначала закладываются промежуточные линии. Тем же способом сгущается сеть, если наблюдаются резкие изменения содержания золота в продольном направлении и необходимо уточнить в этом направлении границы богатых и бедных руд. Если первоначальной сетью недостаточно четко определены границы залежи со стороны кровли и почвы в поперечных разрезах, то прежде всего проходятся выработки сгущения на имеющихся линиях.

При разведке очень узких залежей расстояния между выработками на линиях устанавливаются с таким расчетом, чтобы обеспечить возможность построения поперечных разрезов в окончательном виде проходкой выработок первоначальной сети, а в дальнейшем сгущение сети проводить заложением промежуточных линий, не прибегая к проходке дополнительных выработок на имеющихся линиях.

Формы разведочной сети при разведке рудных тел наклонного и вертикального залегания

Если рудное тело имеет крутой угол падения и распространяется на большую глубину, то начало его разработки часто нецелесообразно откладывать до тех пор, пока все рудное тело не будет полностью разведано.

Разработка рудных тел с крутым углом падения, как правило, начинается сверху и по мере отработки верхней части последовательно пере-

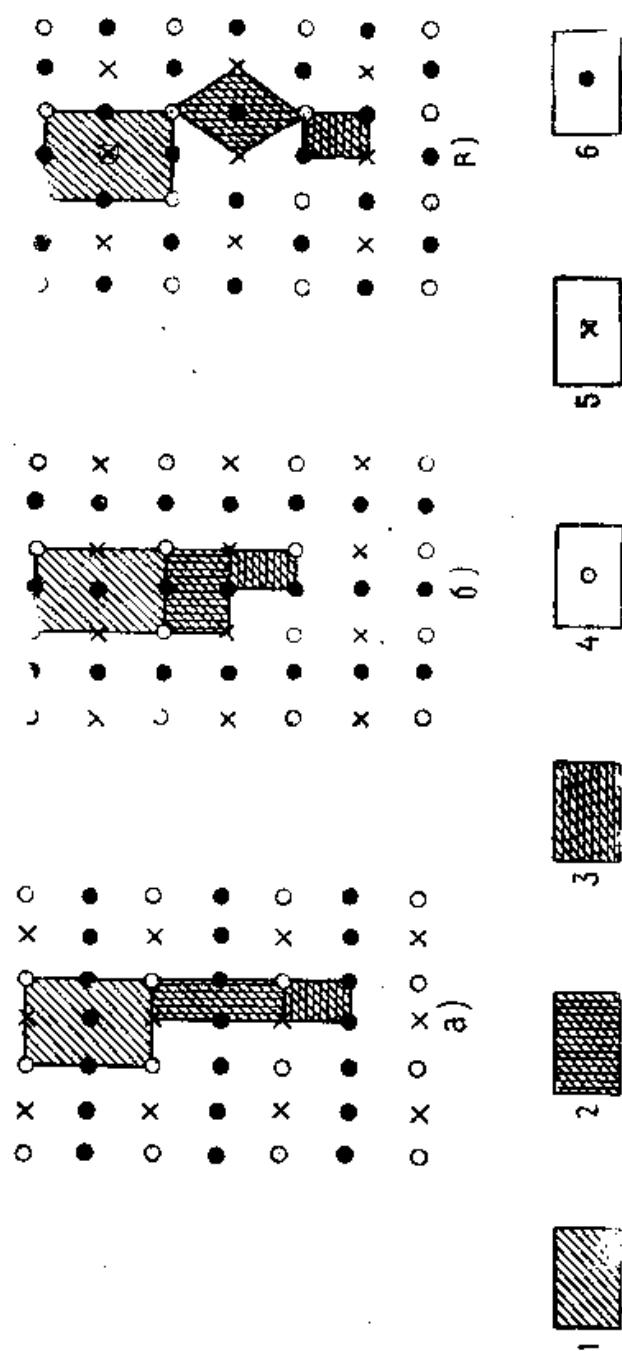


Рис. 35. Способы сгущения прямоугольной сети выработок в процессе детализации разведки

1 — ячейка первоначальной сети; 2 — ячейка после первого приема сгущения; 3 — ячейка после второго приема сгущения; 4 — выработки первоначальной сети; 5 — выработки первого приема сгущения; 6 — выработки второго приема сгущения

носятся на более глубокие горизонты. Разработка ведется этажами, образующими как бы полотна, ограниченные сверху и снизу горизонтальными поверхностями и вытянутые на всем протяжении рудного тела по его простираанию.

В такой же последовательности должна проводиться разведка рудного тела с необходимым опережением ею эксплуатационных работ. Разведка должна накапливать сведения о рудном теле на глубину полотнами. При этом полотно каждой категории разведанности должно включать один, два или три эксплуатационных этажа и иметь соответствующей плотности наблюдения на всем протяжении рудного тела.

Особым условием разведки рудных тел, падающих под крутыми углами, является часто свойственная им зональность в вертикальном разрезе, с которой связаны значительные различия вещественного состава руд, залегающих на неодинаковой глубине, и разница в величине содержания золота и в мощности рудного тела. Переходы из одной зоны в другую происходят путем постепенного или резкого изменения вещественного состава руд и содержания в них золота. В процессе разведки необходимо выявить эти изменения, дать им количественное выражение и разграничить руды с различным составом и неодинаковой концентрацией металла.

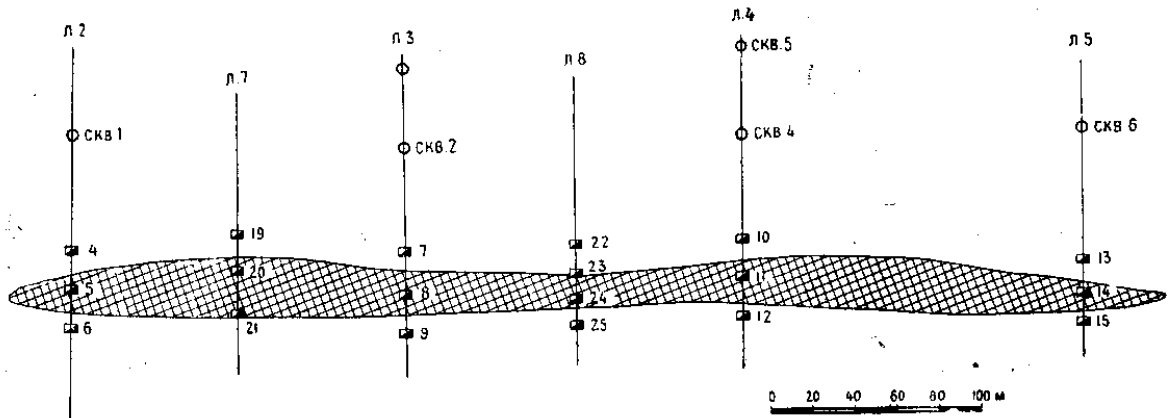
Различная глубина залегания разных частей крутопадающего рудного тела не только обуславливает отмеченную выше очередность разведки полотном начиная с верхних частей к нижним, но и приводит к разнообразию видов разведочных выработок, применяемых при разведке одного и того же рудного тела.

При крутом падении верхние части рудного тела, залегающие на небольшой глубине от поверхности, и более глубокие часто разведываются различными выработками. Предварительная и детальная разведки одних и тех же частей рудного тела, расположенных на значительной глубине, также различаются между собой по виду применяемых выработок. Предварительная разведка, рассчитанная на получение запасов категорий C_1 и C_2 , ведется главным образом бурением, а при детальной разведке, сопровождающейся подсчетом запасов по категориям A_2 и B , применяются в основном подземные горные выработки.

В связи с разнообразием видов разведочных выработок форма разведочной сети в одной и той же стадии разведки разных частей рудного тела может быть неодинаковой. В глубоких частях месторождения сеть выработок, проходимых в процессе детальной разведки, может накладываться на сеть выработок, пройденных в процессе предварительной разведки того же контура. При этом происходит не сгущение сети, а образование новой сети и новых более точных разрезов.

Разведка рудных тел с любым, хотя бы и крутым, углом падения в принципе может выполняться с применением тех же форм разведочной сети, которые выше рассмотрены применительно к горизонтальным залежам. Разница состоит, по существу, только в том, что размещение выработок соответствующей формы разведочной сети должно производиться в проекции на плоскость рудного тела, ориентированной в пространстве по среднему азимуту простираания и среднему углу падения рудного тела. Иначе эту плоскость можно называть касательной, поскольку средний азимут простираания и средний угол падения рудного тела определяют среднее положение плоскостей, являющихся касательными к поверхностям, ограничивающим рудное тело со стороны висячего и лежащего

А. ПЛАН



Б. ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ ПО РАЗВЕДОЧНОЙ ЛИНИИ 3

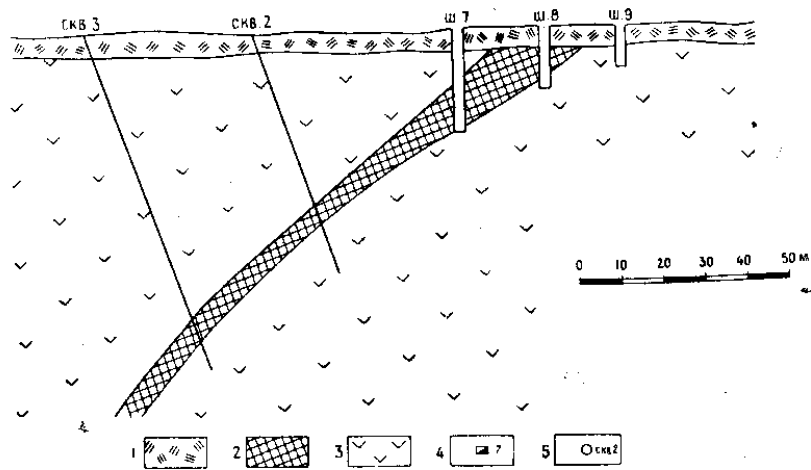


Рис. 36. Расположение секущих выработок по линиям, образующим поперечные вертикальные разрезы рудного тела
1—наносы; 2—рудное тело; 3—вмещающие породы; 4—шурф; 5—буровая скважина

боков. Проекцию рудного тела на эту плоскость для краткости удобно называть продольной проекцией.

На некоторых месторождениях цветных и черных металлов разведка рудных тел, падающих под углом до $40-50^\circ$, нередко ведется по квадратной или прямоугольной сети. При этом падении сравнительно часто практикуется также расположение выработок параллельными линиями, ориентированными вкрест простирания рудного тела. На коренных месторождениях золота, в которых рудные тела имеют наклонное залегание, квадратная и прямоугольная сети выработок почти не употребляются в том виде, как при горизонтальном залегании. В отдельных случаях используется линейная разведочная сеть, обеспечивающая построение системы поперечных по отношению к рудному телу и параллельных между собой вертикальных разрезов, но и она приобретает здесь иное выражение.

Применяемые на месторождениях золота формы разведочной сети при крутом падении рудных тел представляют собой различные сочетания линий секущих выработок и непрерывных разрезов, образуемых с помощью выработок прослеживания. В одних случаях могут сочетаться разведочные линии секущих выработок, ориентированные по простиранию рудного тела, с линиями выработок, идущими по простиранию. В других случаях разведочная сеть образуется сочетанием непрерывных разрезов по простиранию и падению рудного тела. Возможно также сочетание линий секущих выработок и непрерывных разрезов.

Система поперечных вертикальных разрезов

Данная форма разведочной сети иногда используется при разведке рудных тел средней и большой мощности секущими выработками: вблизи поверхности — шурфами, а глубже — вертикальными и наклонными буровыми скважинами (рис. 36). Выработки располагаются линиями, ориентированными вкрест простирания рудного тела, и образуют поперечные вертикальные разрезы последнего.

Такое расположение выработок целесообразно при разведке рудных тел, имеющих значительное протяжение по простиранию, когда изменчивость оруденения в этом направлении значительно слабее в сравнении с более сильной изменчивостью по падению. В этих условиях выработки в поперечных разрезах должны быть сближены, а в направлении простирания могут располагаться на сравнительно больших интервалах; таким образом, расстояния между выработками по простиранию значительно превышают расстояния по падению.

Сгущение сети поперечных разведочных линий при детализации разведки теми же секущими выработками осуществляется заложением новых линий между линиями первоначальной сети. При переходе к выработкам иного вида новые линии могут накладываться на старые.

Данная форма разведочной сети, обуславливающая подсчет запасов способом вертикальных разрезов, имеет тот недостаток, что границы и ориентировка подсчетных блоков не совпадают с границами и направлением разрабатываемых этажей и эксплуатационных блоков. Результаты подсчета запасов, разведанных по сети этой формы, не могут быть непосредственно использованы при планировании добычи без дополнительных построений и пересчетов.

Система продольных горизонтальных разрезов

Под этим названием понимается такое расположение секущих выработок, при котором точки пересечения ими рудного тела в продольной проекции образуют горизонтальные линии. Расстояния между выработ-

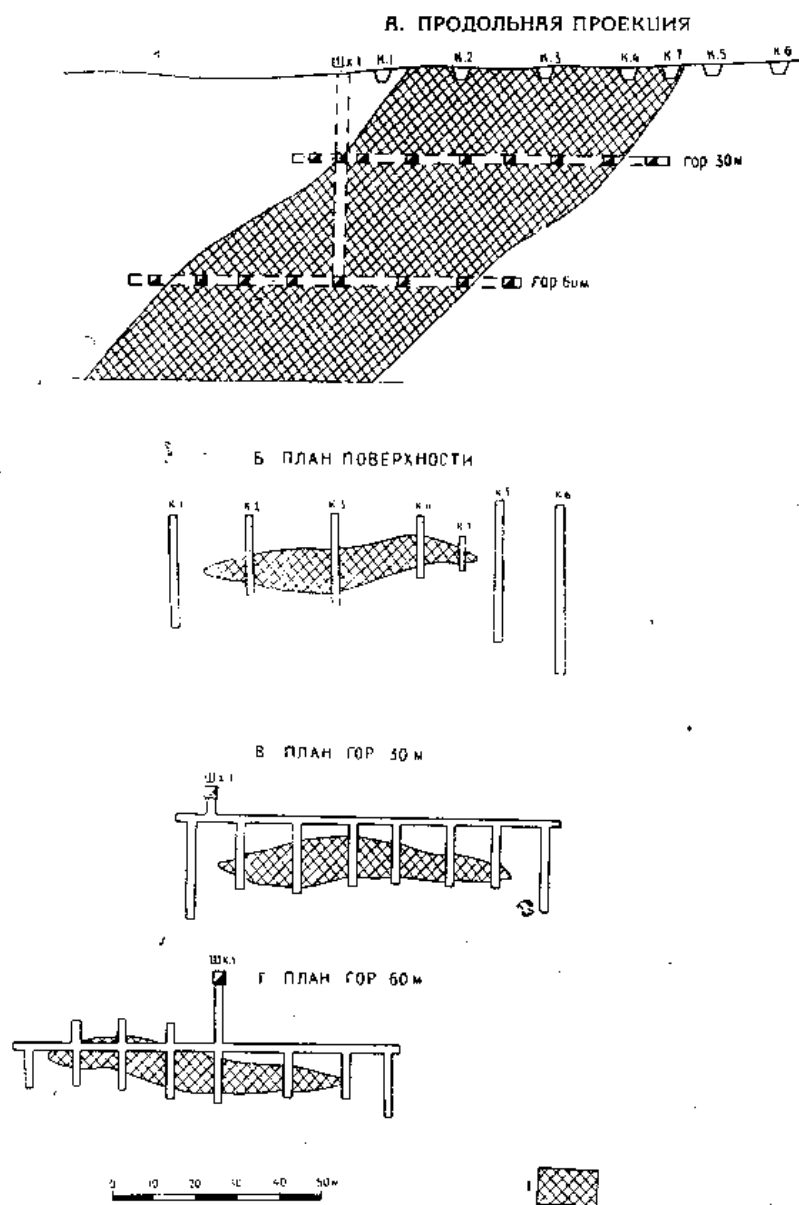


Рис. 37. Пример разведки крутопадающего мощного рудного тела горизонтальными линиями секущих выработок
I — рудное тело

ками по простиранию рудного тела могут быть приблизительно одинаковы с расстояниями между линиями по падению или несколько меньше.

Большее сближение выработок по горизонтали целесообразно при разведке рудных тел шурфами и скважинами в тех случаях, когда степень изменчивости оруденения по простиранию значительно, чем по па-

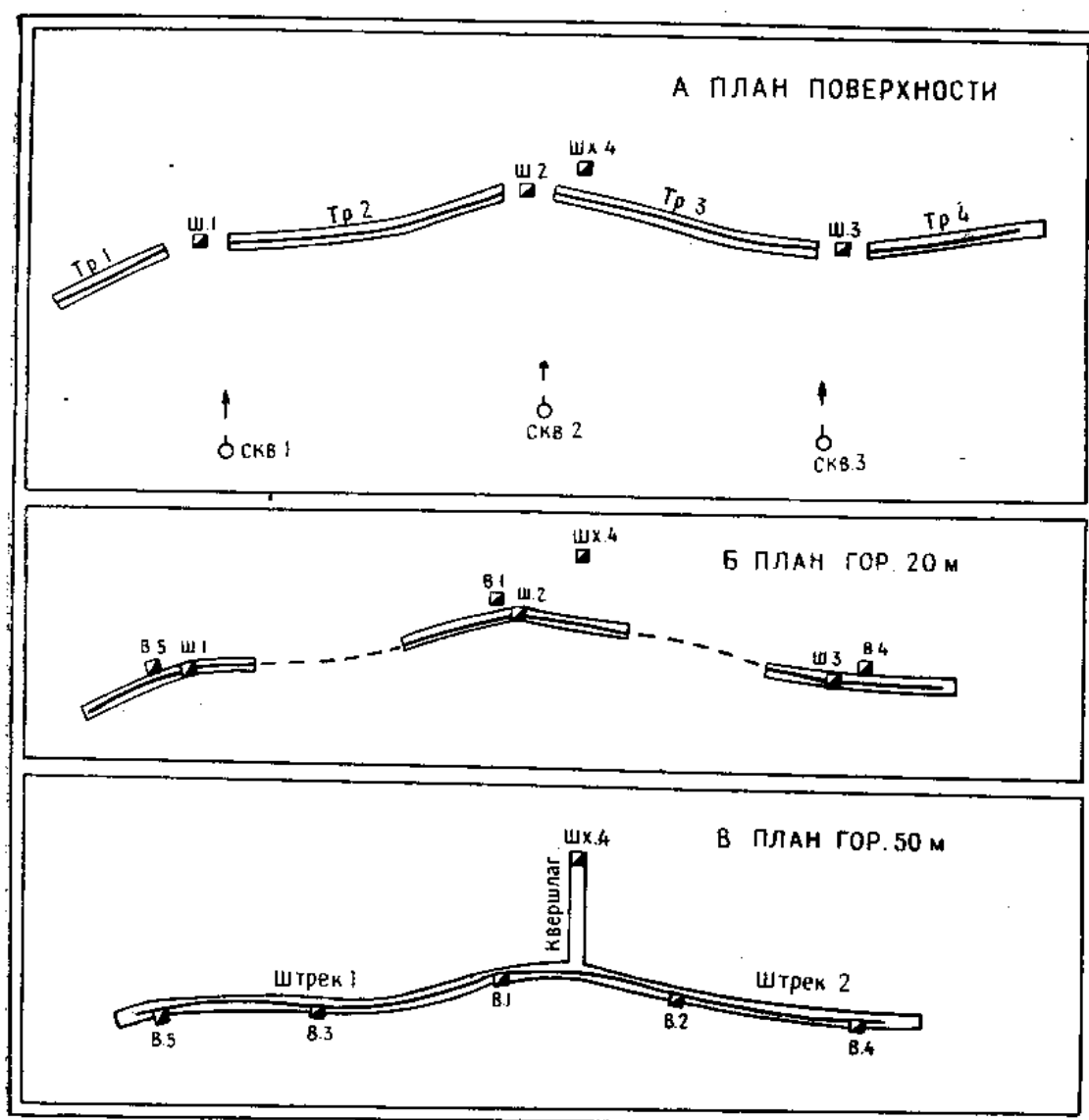


Рис. 38. Система разведки непрерывными горизонтальными и вертикальными разрезами (см. рис. 39)
1 — рудное тело

дению, или когда протяжение рудного тела по простиранию невелико при большой протяженности по падению. Обычно расстояния между выработками устанавливаются кратными величине, соответствующей размерам эксплуатационного блока.

Эта система является основной формой разведочной сети (рис. 37) при детальной разведке мощных рудных тел крутого падения подземными выработками.

Данная форма разведочной сети предусматривает подсчет запасов способом горизонтальных разрезов, при котором основные материалы разведки сводятся в горизонтальные разрезы; поперечные вертикальные разрезы в этом случае непосредственно в вычислениях, связанных с подсчетом запасов, не участвуют, но построение их является одним из основных средств, пополняющих представления о форме рудного тела, вещественном составе руд и об изменениях их с глубиной. В связи с этим разведочные выработки рекомендуется располагать так, чтобы в продольной проекции рудного тела они образовывали не только горизонтальные, но и вертикальные, по возможности прямые, линии, т. е. размещались по прямоугольной сети.

При детальной разведке крутопадающих рудных тел большой мощности горизонтальные разведочные линии образуются ортами и горизонтальными скважинами, проходимыми из штреков или штолен (см. рис. 33 и 37). Самая верхняя линия образуется серией канав, пройденных для прослеживания рудного тела на поверхности.

Проходка подземных горных выработок по горизонтальным линиям производится в стадию детальной разведки на участках рудного тела, уже разведанных буровыми скважинами.

Проходка восстающих при этом способе разведки может повысить степень разведанности участка рудного тела, заключенного между двумя горизонтальными разведочными линиями (двумя штреками с системой ортов), если восстающие образуют полные сечения рудного тела или когда из них проходят орты. Восстающие же, не образующие полных пересечений рудного тела, не могут служить основанием для повышения категории запасов.

Система непрерывных горизонтальных и вертикальных разрезов

Детальная разведка рудных тел, мощность которых в среднем не более 2—3 м, ведется выработками прослеживания, ориентированными по простиранию и падению рудного тела и образующими в его продольной проекции прямоугольную или квадратную сеть непрерывных разрезов.

При разведке по этой системе примыкающих к поверхности частей рудных тел вначале обычно проходятся выработки прослеживания — шурфы, направленные по падению и образующие вертикальные поперечные разрезы. Из шурфов проходятся штреки, образующие горизонтальные разрезы (рис. 38 и 39). Расстояния между шурфами устанавливаются равными или кратными принятой длине эксплуатационного блока; штреки задаются на глубине, равной высоте первого эксплуатационного этажа, или приблизительно на половине высоты этого этажа. Если расстояние между шурфами было не равным, а кратным длине блока, то из штреков задаются восстающие, которыми каждый участок, ограниченный двумя шурфами, штреком и поверхностью, нарезается на блоки обычных эксплуатационных размеров, чем и завершается процесс разведки участка.

При детальной разведке более глубоких частей рудного тела, обычно

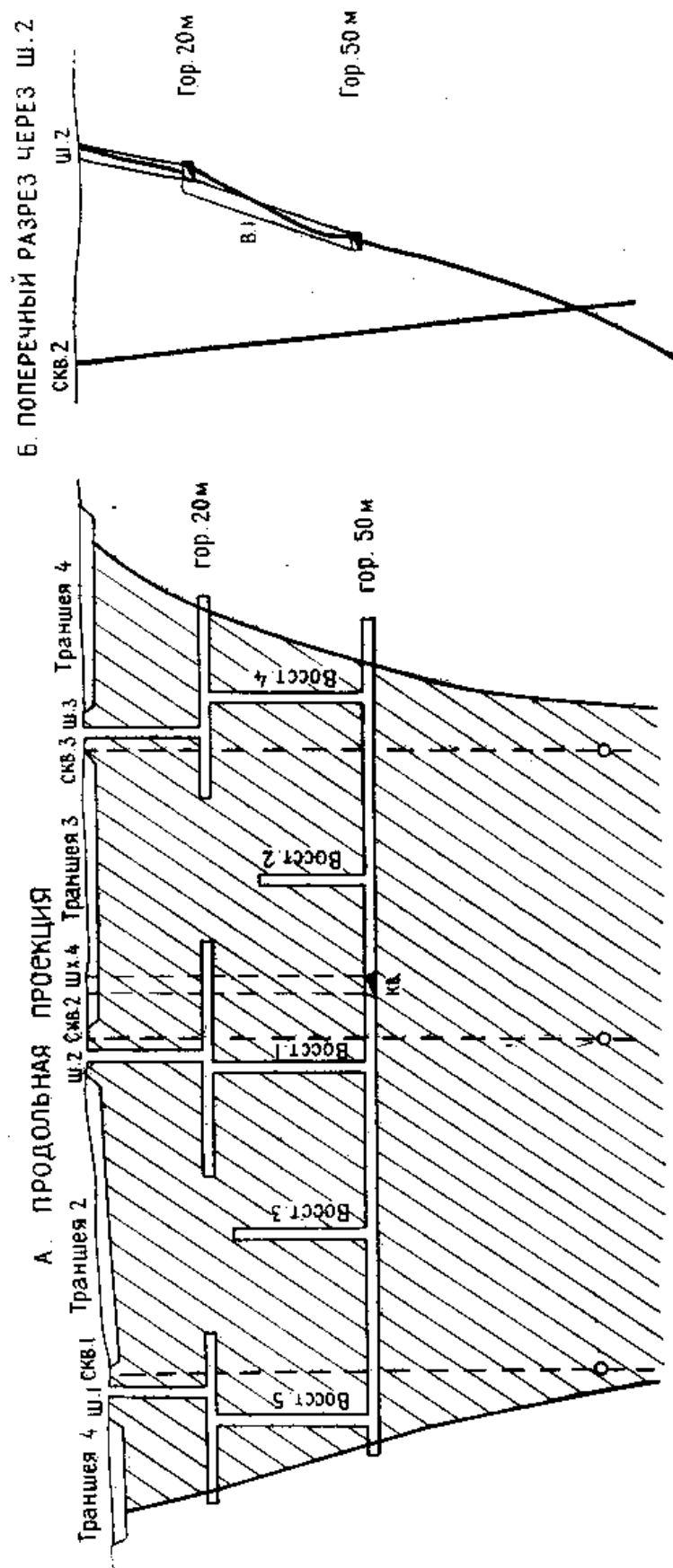


Рис. 39. Система разведки недрерывными горизонтальными и вертикальными разрезами

А — в продольной проекции; Б — в поперечном разрезе

освещенных в той или иной мере буровыми скважинами, сначала проходятся горизонтальные выработки прослеживания, задаваемые из шурфов или шахт, которые в данном случае выполняют роль подводящих выработок. Штреками нарезаются будущие эксплуатационные этажи. По мере продвижения штрека того или иного горизонта, или по окончании его проходки, из него задаются восстающие, которыми этаж, лежащий над штреком, подразделяется на блоки. Таким образом при детализации сети непрерывных разрезов образуются новые разрезы иного направления, перестраивающие первоначальную нарезку рудного тела на блоковую; при этом разведочная сеть приобретает как бы ячеистую форму.

Разведка сетью непрерывных разрезов характеризуется наиболее полной увязкой с работами по подготовке разведываемого участка рудного тела к разработке и отчасти сливается с ней. Проходимые выработки, выполняя разведочное назначение, в большинстве своем одновременно являются и горноподготовительными.

3. ПЛОТНОСТЬ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ

Требуемая плотность разведочной сети, представленной выработками данного вида, устанавливается в зависимости от намечаемой степени детальности разведки, а также от степени выдержанности оруденения и от размеров разведываемого рудного тела, определяющих отношение его к группам «б», «в» или «г» (см. табл. 1).

Степень детальности разведки рудного тела данной группы характеризуется категорией разведанности его запасов, к которой эти запасы могут быть отнесены по проведению разведочных работ. При проектировании разведочных работ предусматривается та категория разведанности, по которой представится возможность классифицировать запасы каждого участка рудного тела в соответствии с применяемой для него плотностью разведочной сети выработок данного вида (табл. 2).

Получение запасов более высокой степени разведанности требует проходки выработок более плотной сетью; меньшая степень разведанности выявляемых запасов допускает расположение выработок менее плотной сетью.

Для выявления запасов одной и той же категории разведанности в рудных телах, относящихся к разным группам, предъявляются различные требования к плотности разведочной сети, которая должна быть тем выше, чем более неравномерно оруденение.

Применение выработок различных видов для получения запасов одной и той же категории разведанности в рудных телах разных морфологических типов в ряде случаев обуславливает также неодинаковые требования к плотности разведочной сети.

На основании опыта разведок и эксплуатации месторождений золота разработаны примерные нормы плотности разведочной сети, необходимой для получения запасов различной степени разведанности. Эти нормы приводятся с разделением рудных тел по мощности, обуславливающей применение выработок разных типов, а также по принадлежности рудных тел к различным группам по степени неравномерности оруденения.

Плотность разведочной сети при разведке рудных тел малой и средней мощности выработками прослеживания

При разведке запасов рудных тел малой (до 0,5—0,7 м) и средней (от 0,5—0,7 до 2—3 м) мощности выработками прослеживания по высшей

ПРИМЕРНЫЕ НОРМЫ ПЛОТНОСТИ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ

Группа рудных тел месторожде- ния	Вид разведочных выработок	Расстояние между скважинами и горными выработками в метрах					
		Категория А ₂		Категория В		Категория С ₁	
		По прости- ранию	По падению	По прости- ранию	По падению	По прости- ранию	По падению
«б»	1. Выработки по простиранию, паде- нию и восстанию рудных тел мощностью до 2—3 м	l (40—60)	h (30—50)	Не лимити- руется	h (30—50)	—	—
	2. Буровые скважины или секущие горные выработки (квершлага, расчески, орты), или сочетание секущих горных выработок и бу- ровых скважин	0,5 l (20—30)	h (30—50)	l (40—60)	h (30—50)	2 l (80—120)	h (30—50)
«в»	1. Выработки по простиранию, паде- нию и восстанию рудных тел мощностью до 2—3 м	—	—	l (40—60)	h (30—50)	Не лимити- руется	h
	2. Буровые скважины или секущие горные выработки и буровые сква- жины	—	—	0,5 l (20—30)	h (30—40)	l (40—60)	h (30—40)
«г»	1. Выработки по простиранию, паде- нию и восстанию рудных тел мощностью до 2—3 м	—	—	—	—	l (до 40 м)	h (до 30 м)
	2. Секущие горные выработки и бу- ровые скважины	—	—	—	—	l 20	h 30

Примечание: l —длина эксплуатационного блока
 h —высота

(для данной группы) категории разведанности нормальным пределом плотности разведочной сети являются размеры эксплуатационного блока. Горизонтальное расстояние между выработками, идущими по падению или восстанию рудного тела, — L в конечной стадии детализации принимается равным длине блока l , которая может меняться от 40 до 60 м. Минимальный предел расстояния между выработками, прослеживающими рудное тело по простиранию, устанавливается в соответствии с высотой блока (этажа) h , в пределах от 30 до 50 м. При этом для крутопадающего рудного тела (угол падения более 45°) высота блока h измеряется по вертикали, а при пологом — в плоскости падения (табл. 3).

Таблица 3

Примерные нормы плотности разведочной сети при разведке рудных тел малой и средней мощности выработками прослеживания

Группа рудных тел месторождения	Расстояние между выработками					
	Для запасов категории A_2		Для запасов категории В		Для запасов категории C_1	
	По простиранию	По падению	По простиранию	По падению	По простиранию	По падению
«б»	l	h	$\geq 2 l$ или l	h $\geq 2 h$	—	—
«в»	—	—	l	h	$\geq 2 l$ или l	h $\geq 2 h$
«г»	—	—	—	—	l	h

Примечание: $l = 40-60$ м; $h = 30-50$ м.

Рудные тела группы «б». Самая высокая степень разведанности запасов рудных тел этой группы, достигаемая без сгущения разведочной сети сверх нормального предела, соответствующего размерам эксплуатационного блока, квалифицируется по категории A_2 . Расстояния между горизонтальными выработками, обосновывающими запасы этой категории, не должны превышать нормальную высоту блока — h , а между выработками, идущими по падению или восстанию, — нормальную длину блока l .

При разведке, рассчитанной на получение запасов категории В, необходимо, чтобы один размер ячейки разведочной сети не превышал соответствующего размера эксплуатационного блока; при этом другой размер не лимитируется. Если расстояние между горизонтальными выработками не превышает h , то расстояние между выработками, идущими по падению, не лимитируется. Когда расстояния между выработками, идущими по падению, не превышают l , то не лимитируются расстояния между горизонтальными выработками.

При разведке рудных тел малой и средней мощности, относимых к группе «б», запасы категорий C_1 и C_2 определяются преимущественно путем экстраполяции данных по имеющимся горным выработкам на глубину. В рудных телах средней мощности они могут быть определены также и с помощью бурения. Глубина экстраполяции запасов категории C_1 обычно не должна быть более 50 м. Для рудных тел очень большого протяжения (более 750—1000 м) с выдержанным орудением, разведанных горными выработками в зоне первичных руд не менее чем

на двух горизонтах, допускается увеличение глубины экстраполяции запасов категории C_1 до 100 м.

Запасы категории C_2 могут экстраполироваться в таких же пределах ниже контура подсчета запасов категории C_1 .

Рудные тела группы «в». Высшая степень разведанности запасов рудных тел этой группы, достигаемая при нормальном пределе плотности разведочной сети, квалифицируется по категории В. Размеры разведочной ячейки при разведке запасов этой категории, как и при разведке запасов категории A_2 в рудных телах группы «б», не должны превышать размеров эксплуатационного блока.

Для разведки запасов категории C_1 необходима разведочная сеть той плотности, которая требуется при разведке запасов рудных тел группы «б» по категории В.

Запасы категории C_1 могут определяться также путем экстраполяции данных горных выработок на глубину, не превышающую высоты этажа. Последняя при разработке рудных тел группы «в» чаще всего принимается равной 30—35 м и реже до 40—50 м.

Рудные тела группы «г». Разведанность запасов рудных тел группы «г» (при нормальном пределе плотности разведочной сети) выше категории C_1 , как правило, не квалифицируется. Для разведки запасов по этой категории необходимо, чтобы расстояния между выработками не превышали размеров эксплуатационного блока, длина которого принимается до 40 м, а высота не больше 30 м.

Плотность разведочной сети при разведке рудных тел средней и большой мощности секущими выработками

С помощью секущих горных выработок запасы рудных тел средней (от 0,5—0,7 до 2—3 м) и большой (более 2—3 м) мощности могут быть разведаны по категориям, указанным в табл. 4.

Таблица 4

Категории разведанности для разных групп рудных тел средней и большой мощности, устанавливаемые по данным разведки секущими горными выработками

Группа рудных тел	Категория разведанности запасов	
	Рудных тел средней мощности (от 0,5—0,7 до 2 м)	Рудных тел большой мощности (более 2 м)
«б»	В, C_1 , C_2	A_2 , В, C_1 , C_2
«в»	C_1 , C_2	В, C_1 , C_2
«г»	C_2	C_1 , C_2

Данные одних буровых скважин (при наличии прочих необходимых условий) дают возможность выявить запасы, относимые к категориям, указанным в табл. 5.

Таблица 5

Категории разведанности запасов рудных тел средней и большой мощности, устанавливаемые по данным разведки буровыми скважинами

Группа рудных тел	Категория разведанности запасов	
	Рудных тел средней мощности (от 0,5—0,7 до 2—3 м)	Рудных тел большой мощности (более 2—3 м)
«б»	C ₁ , C ₂	B, C ₁ , C ₂
«в»	C ₂	C ₁ , C ₂
«г»	—	C ₂

При буровой разведке часть скважин, находящихся в контуре запасов высшей (для данной группы рудного тела) категории разведанности, должна быть заверена секущими горными выработками.

Применение подземных горизонтальных скважин в сочетании с секущими горными выработками, в количестве, не превышающем 50% от общего числа выработок, позволяет квалифицировать запасы рудных тел средней и большой мощности по высшим для соответствующих групп категориям разведанности (см. табл. 4). При этом часть скважин должна быть заверена горными выработками, как в случае разведки одними скважинами.

Примерные нормы плотности сети секущих горных выработок и буровых скважин, необходимой для обоснования запасов различных категорий, указаны в табл. 6.

Таблица 6

Примерные нормы плотности разведочной сети при разведке рудных тел средней и большой мощности секущими выработками

Группа рудных тел	Расстояния между выработками: по простиранию— <i>L</i> , по падению— <i>H</i>	Примерные пределы допускаемого расстояния между секущими выработками		
		Для запасов категории A ₂	Для запасов категории B	Для запасов категории C ₁
«б»	<i>L</i>	20—30	40—60	80—120
	<i>H</i>	30—50	30—50	30—50
«в»	<i>L</i>	—	20—30	40—60
	<i>H</i>	—	30—40	30—40
«г»	<i>L</i>	—	—	20
	<i>H</i>	—	—	30

Рудные тела мощностью от 2—3 до 6 м могут быть разведаны также выработками прослеживания и пройденными из них шпурами, образующими полные пересечения рудного тела на всю его мощность. Расстояния между шпурами должны быть не более средней мощности рудного тела.

Достоверность данных шпурового опробования и определяемых с помощью его контуров промышленного оруденения проверяется проходкой контрольных расщелин и бороздовым опробованием их.

IV. МЕТОДЫ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ РУДНЫМИ ТЕЛАМИ РАЗЛИЧНЫХ MORFOЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ

1. СХЕМА РАЗВЕДКИ РУДНЫХ ТЕЛ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ИЛИ БЛИЗКОГО К НЕМУ ЗАЛЕГАНИЯ

Железные шляпы

Главными особенностями золотосодержащих железных шляп, влияющими на выбор методов их разведки, являются:

- 1) Горизонтальное или близкое к нему залегание.
- 2) Вытянутость контура промышленного оруденения в плане. Протяжение разрабатываемых рудных тел обычно составляет 100—350 м, иногда 1 км и более. Ширина в наиболее типичных случаях измеряется 40—60 м; ширина наиболее крупных железных шляп достигает 250 м. Мелкие рудные тела этого типа, из числа пригодных для разработки, имеют ширину порядка 15—20 м.
- 3) Значительная вертикальная мощность общего комплекса золотосодержащих пород рудного тела (от 5—10 до 50—80 м).
- 4) Сложный непостоянный контур промышленного оруденения в плане и в вертикальном разрезе, обусловленный изменчивостью формы, строения и состава первичных руд, а также непостоянством условий циркуляции грунтовых вод и других условий, определяющих сложную форму поверхности, служащей нижней границей коры выветривания.
- 5) Часто наблюдаемая зональность оруденения в вертикальном разрезе, которая выражается в приуроченности промышленных концентраций золота к сравнительно небольшой части мощного комплекса образований, слагающих железную шляпу.

Ввиду горизонтального или близкого к нему залегания железных шляп и свойственной им зональности оруденения в вертикальном разрезе, основным типом разведочных выработок для них являются вертикальные секущие выработки. В соответствии с вытянутыми формами оруденения в плане целесообразно располагать выработки поперечными линиями и подсчет запасов производить способом вертикальных разрезов.

При небольшой мощности слагающих железную шляпу образований (10—15 м) разведку рекомендуется вести главным образом шурфами, если приток воды не сильный. При большой мощности железной шляпы или сильном притоке воды в выработки в основном приходится применять буровые скважины (рис. 40).

Ввиду хрупкости, а местами и сыпучести слагающих рудное тело пород, пересекаемых скважиной, выход керна при колонковом бурении в железных шляпах часто очень низок. Водопроницаемость пород обуславливает частичную или полную потерю промывных вод и взвешенных в них тонких частиц материала (мути). Вследствие малого выхода керна, иногда же полного его отсутствия, а также низкого процента извлечения проходимых пород из скважин (в результате потери мути) опробование часто не дает правильных показаний. По этим причинам колонковое бурение без специальных мероприятий, которые могли бы в данных сложных условиях обеспечить выход керна в количестве 70—80%, применять не рекомендуется.

Проходка скважин ударно-канатным бурением обеспечивает лучшие условия для опробования. Однако и при ударно-канатном бурении нередко значительные ошибки в опробовании в связи с наличием прослоев богатых золотом баритовых сыпучек и железняков, которые по мере углубления скважины в нижележащие части рудного тела постепенно осыпаются в забой, обогащая пробы. Аналогичное влияние могут оказывать мелкие линзы сыпучих охристых лимонитов и тонкие сильно ярозитизированные прослои пород, с которыми часто связано высокое содержание золота. В ряде случаев имеет место и занижение содержания металла вследствие неполного извлечения его из скважин.

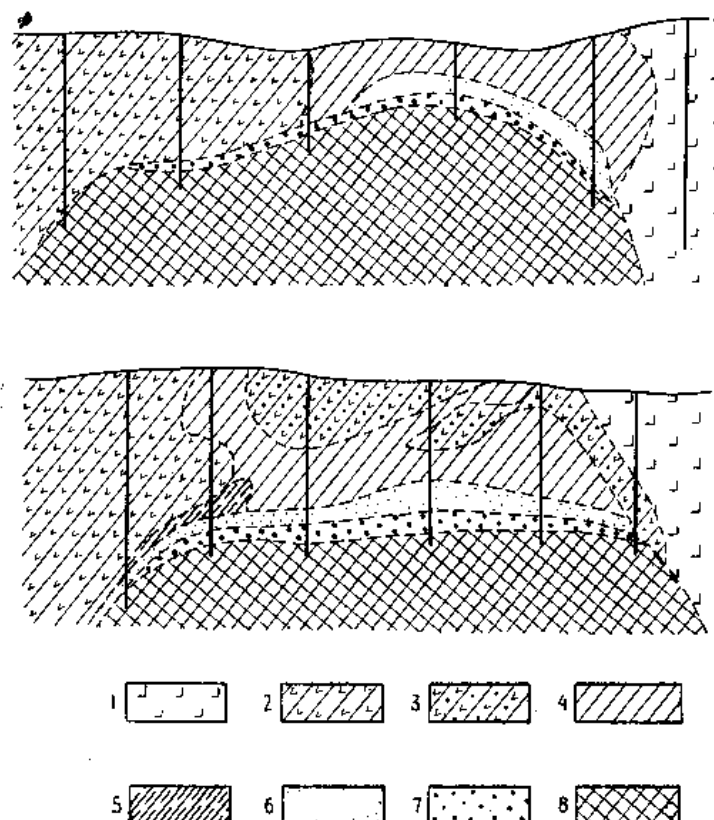


Рис. 40. Разведка железной шляпы колчеданного месторождения. Разрезы по буровым линиям

1 — каолинизированные амфиболиты; 2 — диабазы и порфириды; 3 — железные породы; 4 — бурые железняки; 5 — рыхлые баритовые руды; 6 — баритовая сыпучка; 7 — колчеданная сыпучка; 8 — первичные колчеданные руды

В процессе ударно-канатного бурения необходимо тщательно следить за составом получаемого из скважины материала и не допускать отставания геологической документации, пополняя разрезы по скважинам после каждой углубки. Достаточное количество буровых скважин должно быть заверено шурфами.

Сложное распределение промышленных концентраций золота, разнообразие состава руд, неодинаковая степень обогащения руд разного состава и часто малые размеры обогащенных участков — все это обуславливает необходимость сравнительно плотной сети выработок при разведке железных шляп, особенно в поперечных разрезах (табл. 7).

Таблица 7

**Примерные нормы плотности разведочной сети для рудных тел типа
железных шляп**

	Разведка запасов до кате- гории	Группа рудных тел		
		«б»	«в»	«г»
Расстояния между линиями (в м)	А	40—60	—	—
Расстояния между выработками на линиях (в м)		10*	—	—
Минимальное число линий в контуре данной категории		6	—	—
Минимальное число выработок на каждой линии в контуре		4	—	—
Расстояния между линиями (в м)	В	80—120	40—60	—
Расстояния между выработками на линиях (в м)		10*	10	—
Минимальное число линий в контуре данной категории при отсутствии категории А		4	4	—
Минимальное число выработок на линиях в контуре в пределах блока		4—5	4—5	—
Расстояния между линиями (в м)	С ₁	80—120	80—120	40—60
Расстояния между выработками на линиях (в м)		20*	10	10
Минимальное число линий в контуре данной категории при отсутствии категорий А и В		2	2	2
Минимальное число выработок на линиях в контуре в пределах блока		2	2	2

* При очень большой ширине рудного тела (шляпы), превышающей 100—120 м, расстояния между выработками на линиях могут быть увеличены вдвое.

В некоторых железных шляпах промышленное оруденение сосредоточено в нижней части в виде слоя небольшой мощности (1,0—2,0 м). Если при этом ширина залежи не очень велика, то разведка может вестись не вертикальными, а подземными горизонтальными выработками, ориентированными в поперечном по отношению к залежи направлении. В этом случае одна разведочная линия будет представлена шурфом и пройденной из него рассечкой (квершлагом), образующей непрерывный поперечный разрез золотоносного слоя.

В рудных телах рассматриваемого типа золото в промышленной концентрации может быть не только в верхних частях залежей. Частично окисленные руды, непосредственно залегающие под железной шляпой, также нередко содержат золото, хотя и в небольшом количестве, но оправдывающем добычу и переработку руд. Глубже расположенные неизменные первичные руды обычно имеют низкое, чаще всего непромышленное, содержание золота, но нередко содержат медь, свинец, цинк и некоторые другие металлы, комплекс которых может обусловить рентабельность разработки первичных руд. Поэтому рудное тело должно быть освещено разведочными работами не только в пределах железной шляпы, но также в переходной зоне и в зоне первичных сульфидов. Для этого

при разведке шурфами и скважинами часть выработок (по одной-две на каждой второй-третьей линии) должна быть пройдена глубже нижней границы железной шляпы на 10—15 м. Более глубокие части следует разведать глубоким колонковым бурением.

При отрицательных результатах разведки руд верхних частей первичной зоны можно ограничиться заложением глубоких скважин на двух-трех линиях. Первичное оруденение должно быть освещено ими на глубину 50—75 м (считая от нижней границы зоны окисления). При положительной характеристике первичного оруденения по содержанию комплекса металлов разведочные работы надо проводить в объеме, обеспечивающем подсчет запасов первичных руд по категориям C_1 и C_2 на глубину не менее одного-двух этажей.

На месторождениях, промышленная ценность которых сосредоточена в железных шляпах, последние расположены обычно на значительных расстояниях друг от друга. Поскольку при этом глубина залегания их невелика, то каждая железная шляпа разведывается отдельно.

В процессе разведки месторождений поиски рудных тел ведутся в соответствии со структурными особенностями рудного поля, определяющими размещение в нем первичных залежей. Однако следует иметь в виду, что в пределах данного месторождения не все первичные залежи могут иметь достаточно развитые железные шляпы, из числа же имеющихся шляп только часть, иногда очень небольшая, обладает промышленным содержанием золота. Поэтому при разработке методов и направления поисков должны учитываться не только геолого-структурные признаки, но и все особенности состава руд и вмещающих пород, а также характер процессов преобразования их в зоне окисления, которые могут служить поисковыми признаками.

При поисках существенную помощь могут оказать геофизические методы, а также металлометрическая съемка и картирование ореолов рассеяния спутников золота, наиболее тесно с ним связанных, главным образом серебра, меди, иногда цинка, бария (или барита) и других.

Залежи

Разведка залежей горизонтального и близкого к нему залегания в ее начальных стадиях обычно ведется вертикальными секущими выработками, как и разведка железных шляп. При небольшой глубине залегания применяются шурфы, дудки и скважины ударно-канатного или колонкового бурения. На большой глубине работы ведутся главным образом бурением.

Детальная разведка рудных тел неглубокого залегания может осуществляться теми же выработками.

При большей глубине, превышающей 100—150 м, часто выгоднее применять подземные горизонтальные горные выработки, совмещая детальную разведку с подготовкой рудного тела к эксплуатации. Горизонтальными горными выработками рудное тело нарезается на ленты (аналогично этажам при крутом падении), в пределах которых оконтуриваются блоки (см. рис. 41).

Если мощность рудного тела более 2—3 м и горизонтальные выработки не образуют полных его разрезов, то из них проходятся восстающие (печи) (см. рис. 42).

Горизонтальными выработками иногда целесообразно пользоваться и при небольшой глубине залежей, если их мощность не превышает 2—3 м и в проходке восстающих не возникает необходимости.

При разведке рудных тел, имеющих в плане округлые формы, выработки располагаются по квадратной или прямоугольной сети. На вытянутых узких залежах применяется линейное расположение выработок.

Примерные нормы плотности разведочной сети, необходимой при разведке горизонтальных залежей секущими выработками, приведены в табл. 8. Для линейной формы разведочной сети расстояния между выработками на линиях не даны. Их следует установить для каждого данного рудного тела в отдельности, исходя из ширины разведываемой залежи и необходимого количества выработок, указанного для той категории, до которой намечается разведать запасы залежи.

Таблица 8.

Примерные нормы плотности разведочной сети для залежей и жил горизонтального и близкого к нему залегания

	Группы рудных тел		
	«б»	«в»	«г»
Расположение выработок по сетке			
Размеры ячеек сети (в м) для запасов категории: А	50×50	—	—
В	100×100	50×50	—
С ₁	100×100	100×50	50×50
Расположение выработок линиями			
Для запасов категории А₂			
Расстояния между линиями (в м)	50	—	—
Минимальное количество линий в контуре данной категории	6	—	—
Минимальное количество выработок на линиях в пределах блока	4	—	—
Для запасов категории В			
Расстояния между линиями (в м)	100	50	—
Минимальное количество линий в контуре данной категории при отсутствии категории А ₂	4	4	—
Минимальное количество выработок на линиях в пределах блока	4	4	—
Для запасов категории С₁			
Расстояния между линиями (в м)	200	100	50
Минимальное количество линий в контуре данной категории при отсутствии категорий А и В	2	2	2
Минимальное количество выработок на линиях в пределах блока	2	2	2

При разведке залежей малой и средней мощности выработками прослеживания следует руководствоваться общими указаниями о плотности разведочной сети.

К этому же типу относятся горизонтальные и слабонаклонные жилы. На месторождениях золота они имеют весьма ограниченное распространение. На тех месторождениях, где такие жилы известны, они, как правило, сопряжены с крутопадающими жилами, часто являясь для них рудоподводящими каналами.

Указанные рудные тела, залегая на значительной глубине и часто не имея выхода на поверхность, обычно обнаруживаются при разведке

сопряженных с ними крутопадающих жил. Однако, будучи обнаружены, пологие жилы разведываются не только для определения их промышленной ценности, но и в целях выявления крутопадающих жил, причем эти цели нередко являются основными, ввиду большего промышленного значения жил крутого падения.

Предварительная разведка горизонтальных и слабонаклонных жил может проводиться скважинами колонкового бурения, задаваемыми с поверхности и из подземных горных выработок, которые проходятся в

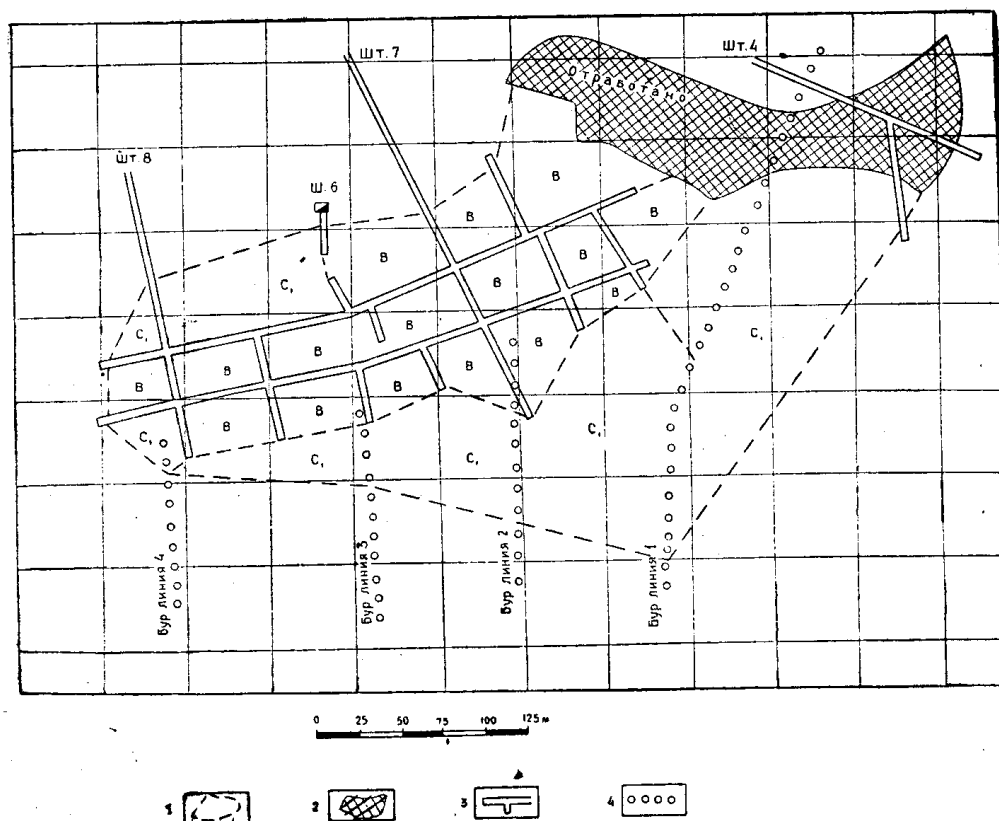


Рис. 41. Схема разведки и подсчета запасов горизонтальной залежи

1 — контур рудного тела; 2 — отработанная часть рудного тела; 3 — горизонтальные разведочные выработки; 4 — буровые скважины

целях детальной разведки и отработки других жил. Детальная разведка ведется выработками прослеживания. Плотность разведочной сети устанавливается в соответствии с общими указаниями, приведенными в предыдущем разделе о плотности разведочной сети.

В качестве примера разведки рудных тел рассматриваемого типа на рис. 42 показаны разведочные работы по горизонтальной залежи, имеющей выход на поверхность. Многочисленные рудные тела месторождения, к которому относится рассматриваемая залежь, расположены в толще доломитизированных известняков и доломитов, лежащих горизонтально или с небольшими углами падения на сравнительно ровной денудированной поверхности древних гранитов.

Рудные тела относятся к двум различным морфологическим типам и представлены горизонтальными залежами и вертикальными или круто-

падающими жилами. Жилы и залежи генетически тесно связаны между собой и часто являются сопряженными. Залежи в плане имеют вытянутые формы, удлиненные преимущественно в меридиональном или близком к меридиональному направлениях. Они залегают согласно напластованию вмещающих пород, в общем горизонтально, с местными отклонениями от горизонтального положения до $3-7^\circ$ (рис. 43). Средняя мощность залежей колеблется от 0,6—0,8 до 1,5—2 м. Границы залежей в плане, а также со стороны висячего и лежащего боков очень неровные: имеются пережимы, раздувы, западения и карманы.

Залежи, как и жилы месторождения, представлены золотосодержащими кварцево-гематитовыми или кварцево-сульфидными, в значительной степени лимонитизированными рудами, среди которых встречаются глыбы известняка, местами полностью вытесняющие руду, образуя внутри залежей как бы окна; размеры последних в плане достигают нескольких десятков квадратных метров. Содержание золота в рудах весьма неравномерное.

Сложные формы залежей, непостоянство их мощности и высокая неравномерность оруденения дают основание относить их к группе «в». Некоторые более крупные залежи с более выдержанным оруденением могут быть отнесены к группе «б».

На рис. 42 изображен выход разведываемой залежи на поверхность, обнаруженный канавами 1 и 2 в процессе поисковых работ. Разведка в предварительной стадии проводилась канавами с целью прослеживания, вскрытия и опробования выходов. Канавы размещались поперек линии выхода с интервалами 20 м. Были заложены три магистральные канавы на расстоянии 100 м друг от друга длиной по 100 м каждая. Двумя из них выше выхода разведываемой залежи был обнаружен выход второй залежи, на котором также пройден ряд канав. Выход нижней залежи прослежен на протяжении 320 м. Далее в обе стороны пройдено еще по 3—4 канавы, которыми залежь не обнаружена.

Для разведки залежи в ее подземной части были заложены три штольни длиной по 40 м, расположенные на линии выхода через 100 м одна от другой. Штольня 1 на 35 м от устья обнаружила выклинивание залежи и вышла в пустые породы; две другие штольни пройдены в руде на всем протяжении.

Для определения положения восточной границы залежи к северо-востоку от траншеи 4 пройден небольшой шурф (№ 1) с рассечками.

Опробование руды в канавах и штольнях показало содержание золота промышленной концентрации. По наблюдениям в тех же выработках средняя мощность залежи 2 м.

В верхней залежи также пройдена штольня 4 с рассечкой. Штольня, рассечки и канавы показали малую мощность верхней залежи, незначительные размеры ее в плане и непромышленное содержание золота, в связи с чем разведочные работы на этой залежи прекращены.

Дальнейшая разведка по нижней залежи выразилась в продолжении проходки штолен 2 и 3 до западной границы рудного тела. Кроме того, на 100 м севернее штольни 1 пройдены три шурфа с рассечками, расположенные по линии, ориентированной в поперечном направлении по отношению к залежи. Еще на 100 м севернее пройдена разведочная линия, состоящая из пяти скважин ударно-канатного бурения. Первоначальное расстояние между скважинами 40 м. Две скважины 4 и 7 пройдены дополнительно для уточнения контура залежи.

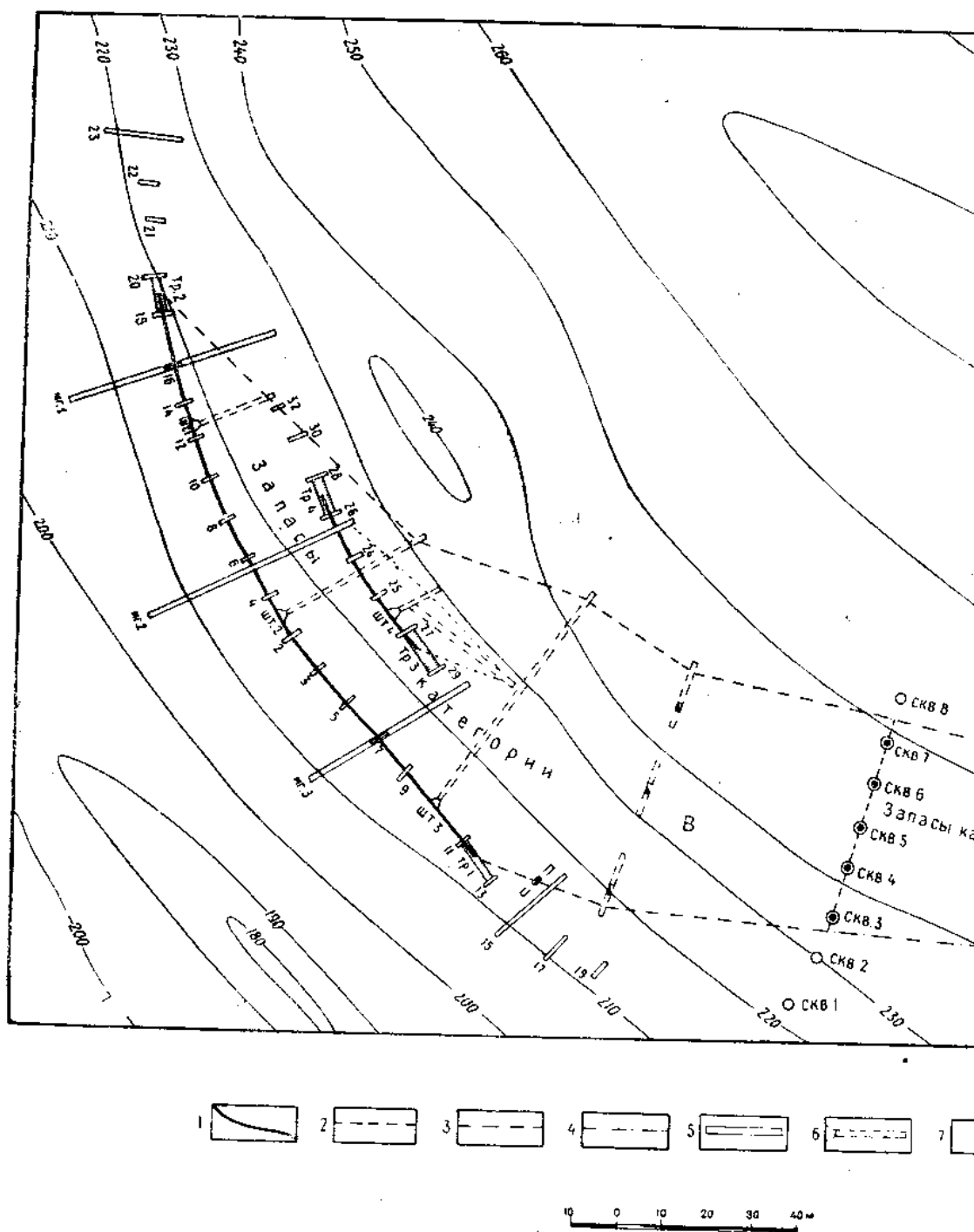


Рис. 42. План разведочных работ по рудной залежи «А»
 1 — выход рудного тела на поверхность; 2 — граница запасов категории В; 3 — граница запасов категории С₂; 4 — канавы; 5 — штольни и рассечки; 6 — буровые скважины, встретившие руду; 7 — буровые скважины, не встретившие руду

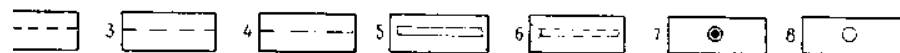
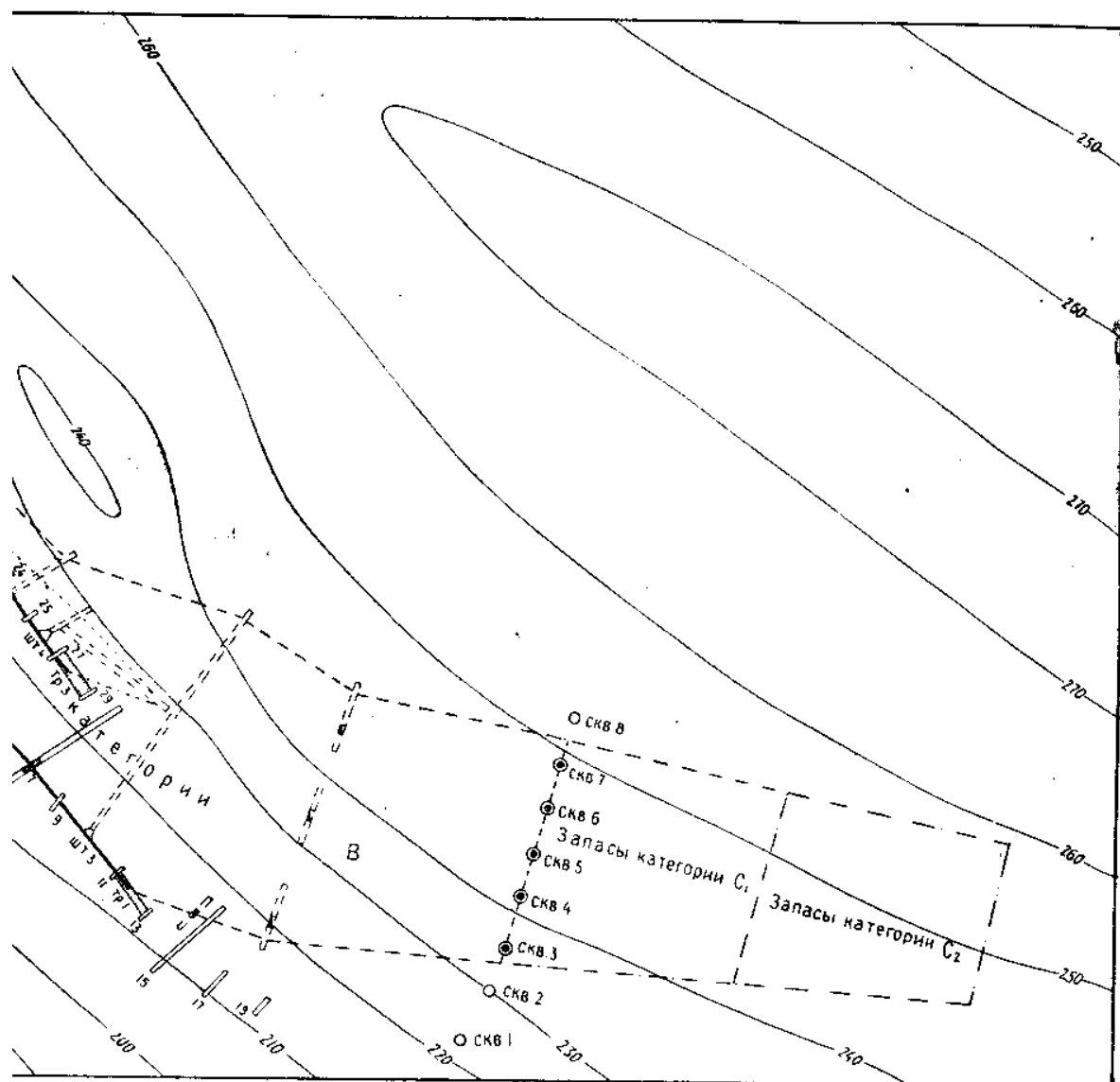


Рис. 42. План разведочных работ по рудной залежи «А»
 1 — поверхность; 2 — граница запасов категории В; 3 — граница запасов категории С₁; 4 — граница
 запасов; 5 — штольни и рассечки; 6 — буровые скважины, встретившие руду; 7 — буровые сква-
 жины, не встретившие руду; 8 — буровые сква-

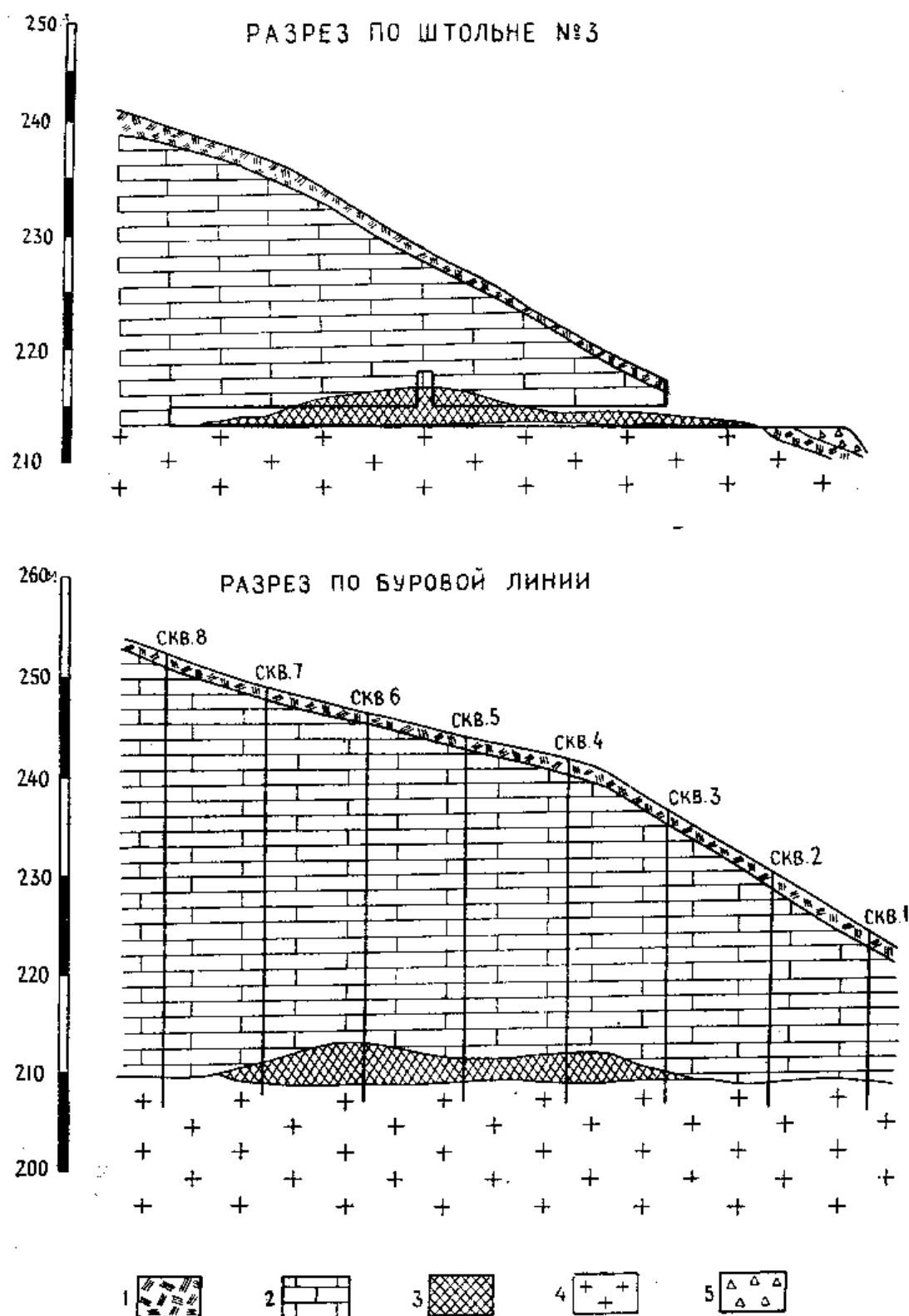


Рис. 43. Разрезы рудного тела «А» (см. рис. 42) по штольне 3 и по буровой линии
 1 — наносы; 2 — известняки и доломиты; 3 — руда; 4 — граниты; 5 — отвалы

Данные буровой линии показывают, что залежь продолжается к северу за пределы участка, охваченного разведкой. Следовательно, она еще полностью не разведана. Однако проведенные работы дали достаточные основания для положительной промышленной оценки залежи, в связи с чем на данной стадии ее разведанности были подсчитаны запасы.

В целях детализации разведки и подготовки к эксплуатации участка, расположенного севернее штольни 3, было намечено пройти новую штольню по залежи вдоль длинной ее оси, а из штольни — орты, которыми залежь будет нарезана на блоки.

Предварительная разведка на участке залежи севернее имеющейся буровой линии может вестись бурением при расстояниях между линиями 100 м и между скважинами 40 м. У контуров залежи и в местах ее сужения расстояние между скважинами следует уменьшить до 20 м, а в случае изменения направления залежи могут быть заложены промежуточные линии.

Наиболее сложной задачей разведки месторождений, представленных рудными телами рассматриваемого типа, является обнаружение новых рудных тел.

Часть рудных тел этого типа, залегая на значительной глубине, не имеет выходов на поверхность, что затрудняет выявление их. В этих условиях одновременно с разворачиванием разведки на известных рудных телах следует детально изучать месторождение. Площадь расположения ранее обнаруженных рудных тел должна быть исследована в масштабах от 1 : 500 до 1 : 2000 в зависимости от сложности строения рудного поля.

По материалам детального геологического изучения рудного поля для некоторых месторождений удается установить приуроченность рудных тел к определенным элементам структуры.

На месторождении, к которому принадлежит рудное тело, показанное на рис. 42, горизонтальные рудные залежи, как указывалось, генетически и пространственно связаны с крутопадающими жилами, которые служили для них рудоподводящими каналами. Их выход на поверхность показывает возможность нахождения сопряженных с ними горизонтальных залежей. Рудоподводящие каналы некоторых залежей выражены сомкнутыми трещинами, совершенно лишенными жильного заполнения, но сопровождающимися едва заметными следами минерализации вмещающих пород. Прослеживание таких трещин по падению при наличии продуктивного горизонта на глубине в ряде случаев приводит к обнаружению новых залежей.

Многоярусное строение месторождения, обусловленное наличием продуктивных горизонтов, позволяет рассматривать присутствие залежи на одном из этих горизонтов как основание для выявления залежей на нижележащих горизонтах. Поэтому при разведке какой-либо залежи часть выработок необходимо углублять до нижнего продуктивного горизонта.

2. СХЕМА РАЗВЕДКИ НАКЛОННЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ РУДНЫХ ТЕЛ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Жилы

Большинство жильных месторождений золота характеризуется малой, часто невыдержанной мощностью рудных тел, значительным протяжением их, вертикальным или крутым падением и высокой изменчи-

востью содержания металла в рудах. Часто им также свойственны: многочисленность жил в пределах рудного поля; иногда хорошо выраженная зональность оруденения, проявляющаяся наличием богатых столбов, чередующихся с участками более бедного оруденения; пережимы жил и тектонические нарушения.

Для разведки рудных тел жильной формы наиболее характерны последовательность развития работ от поверхности на глубину полотнами и наиболее полное комплексное разведочно-эксплуатационное использование применяемых горных выработок.

Разведка запасов жил малой и средней мощности до категорий A_2 и В ведется горными выработками, проходимыми по их простиранию, падению или восстанию. Буровые работы применяются главным образом для обоснования экстраполяции запасов категорий C_1 и C_2 на глубину и в меньшей степени — в целях систематической разведки, рассчитанной на получение запасов категории C_1 . Подсчет запасов проводится способом блоков и только в редких случаях методом вертикальных и горизонтальных разрезов.

Предварительная разведка обнаруженной жилы начинается прослеживанием по простиранию ее выхода на поверхности. При небольшой мощности наносов (до 2—3 м) проходятся траншеи или канавы. При более мощных наносах применяются мелкие шурфы с рассечками, а в случае благоприятного рельефа — короткие штольни. Расстояния между канавами или мелкими шурфами при разведке жил группы «б» не должны превышать 40 м, а жил группы «в» — 20 м. Жилы группы «г» следует вскрывать на всем протяжении траншеями или, при большой мощности наносов, подземными выработками прослеживания (продольные рассечки из шурфов).

Каждая третья-четвертая канава из числа проходимых для вскрытия разведываемой жилы должна быть продолжена в обе стороны от жилы с целью выявления ответвлений, апофиз и параллельных жил; кроме того, следует проходить ряд магистральных канав значительно большего протяжения. Магистральные канавы намечаются по данным геолого-структурного изучения месторождения таким образом, чтобы пересечь всю жильную свиту или жильный узел, к которому относится разведываемая жила.

Одновременно с работами по прослеживанию выхода в той его части, которая уже освещена канавами или мелкими шурфами, задаются более глубокие шурфы с целью прослеживания жилы по падению. Если приток воды в выработку невелик, то шурфы углубляются до 15—25 м (половина высоты этажа). При большом притоке они доводятся до той глубины, которая возможна с имеющимися водоотливными средствами, но обязательно пробиваются ниже уровня грунтовых вод хотя бы на 2—3 м. Это необходимо потому, что вблизи нижней границы зоны циркуляции грунтовых вод часто наблюдается резкое ослабление процессов вторичных изменений вещественного состава руд и вмещающих пород, иногда сопровождающееся не менее сильным снижением содержания в рудах золота.

Если угол падения разведываемой жилы более 70—75°, то шурфы следует проходить по самой жиле вертикально или наклонно, в зависимости от угла падения ее. При менее крутом залегании проходка наклонного шурфа по падению жилы становится затруднительной, в связи с чем шурфы целесообразнее закладывать вертикально во вмещающих породах. При крутом падении (60—75°) шурфы лучше проходить в лежа-

чем боку жилы и закладывать в каждом из них рассечки: одну на уровне забоя шурфа и одну-две выше (рис. 44). Если угол падения жилы не достигает 60° , но более $40-45^\circ$, то шурфы выгоднее закладывать в висячем боку и располагать их на таком расстоянии от жилы, чтобы пересекать ее стволами шурфов на половине намечаемой глубины, а на уровнях забоев делать еще по одному подсечению, проходя для этого рассечки (см. рис. 23). При еще более пологом падении шурфы располагаются в висячем боку жилы, в расчете только на одно подсечение ее каждым из них вблизи забоя (рис. 45).

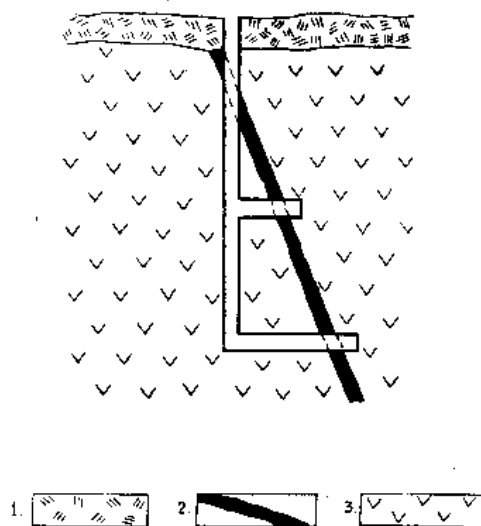


Рис. 44. Пересечение рудного тела стволом шурфа и двумя рассечками

1 — паносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие коренные породы

Расстояния между шурфами в процессе предварительной разведки жил значительного протяжения, относящихся к группе «б», не должны превышать 80—120 м, что соответствует длине двух эксплуатационных блоков. При разведке жил группы «в» интервалы между шурфами предварительной сети должны быть не более 40—50 м, не превышая длину одного блока.

Из каждого шурфа в обе стороны от ствола должны быть пройдены рассечки длиной 5—10 м по простиранию жилы.

При благоприятном рельефе местности шурфы заменяются небольшими штольнями первоначальной длиной 20—40 м по простиранию жилы. Расстояния между штольнями по вертикали должны быть порядка высоты одного этажа (30—50 м).

Наряду с предварительной разведкой жилы на поверхности для получения сведений о наличии и характере оруденения на большей глубине проходятся скважины. Последние задаются таким образом, чтобы жила была подсечена каждой из них приблизительно на том уровне, на котором впоследствии при разработке месторождения будет пройден штрек второго этажа (считая сверху). Скважины должны быть пройдены в количестве не менее трех; расстояния между ними при разведке жил группы

«б» должны быть не более 100 м, при разведке жил группы «в» — не более 50 м.

Предварительная разведка полотна, ограниченного снизу уровнем подсечения жилы скважинами, по проведению указанных работ может считаться законченной. В пределах этого полотна запасы могут быть подсчитаны по категории C_1 . Ниже на глубину, равную высоте одного этажа, могут быть экстраполированы запасы категории C_2 (рис. 46).

В процессе детализации разведки (рис. 47) сеть канав, вскрывающих жилу на поверхности, должна быть сгущена. Для этого посередине расстояний между канавами предварительной сети проходятся новые. На жилах группы «в» взамен канав секущего направления целесообразнее проходить траншеи, вскрывая ими каждую жилу на всем протяжении.

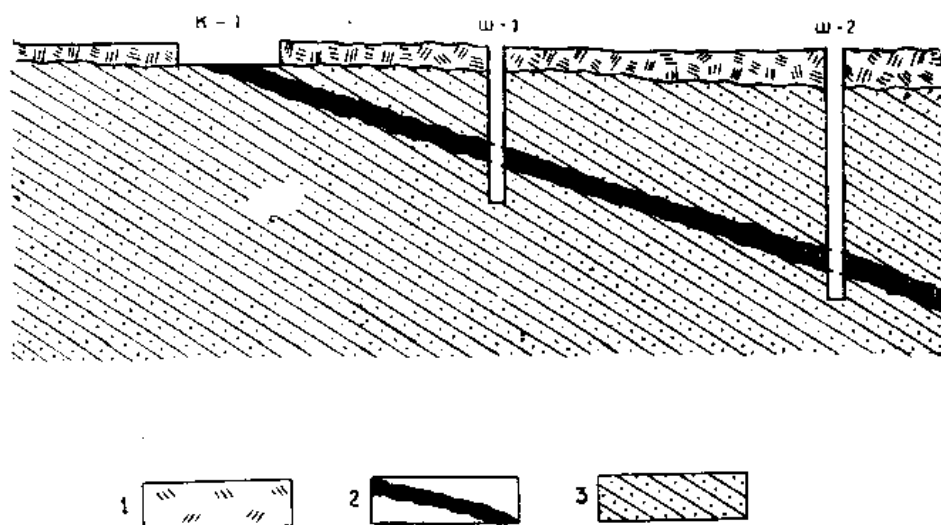


Рис. 45. Вскрытие пологопадающего рудного тела канавой и двумя шурфами в одном поперечном разрезе

1 — наносы; 2 — рудное тело; 3 — вмещающие коренные породы (сланцы и песчаники)

Шурфы, пройденные в процессе предварительной разведки, углубляются в стадию детальной разведки до 30—50 м, соответственно высоте верхнего эксплуатационного этажа, и сбиваются между собой штреками. Таким образом, верхний этаж оказывается вскрытым снизу выработками прослеживания. По выполнении этих работ запасы верхнего этажа могут быть переведены из категории C_1 в В. Если жила относится к рудным телам группы «б», то ее разведка в пределах верхнего этажа может быть детализирована до категории A_2 . Для этого посередине расстояния между ранее пройденными шурфами можно пройти дополнительные шурфы или восстающие, нарезав таким образом этаж на эксплуатационные блоки. Кроме того, выход рудного тела к поверхности нужно вскрыть траншеями на всем протяжении участка.

Наряду с детализацией разведки верхнего этажа на второй горизонт будущих эксплуатационных работ проходится шахта с квершлагом из нее в сторону жилы, или же опускается гезенк из штрека первого этажа. Из квершлага шахты или из гезенка задаются штреки по простиранию жилы. В то же время шахта углубляется до третьего горизонта. Таким

образом, начинаются последовательное развитие детальной разведки на глубину и подготовка жил к отработке.

Одновременно с детализацией разведки верхних горизонтов ведется предварительная разведка глубоких частей месторождения буровыми скважинами. Нужно иметь в виду, что бурение с поверхности в целях систематической разведки отдельных жил мощностью менее 0,7 м до категории C_1 на глубину больше 150—200 м проводить чаще всего нецелесообразно. Разведка бурением до получения запасов этой категории требует подсечения жилы скважинами на горизонтах, отстоящих один от другого на расстоянии, равном высоте одного эксплуатационного этажа (30—50 м). Горизонтальные расстояния между точками подсечения рудного тела при разведке жил группы «б» должны быть не более 100 м, а при разведке жил группы «в» 50 м. При этой плотности разведочной сети, малой мощности жил и большой глубине скважин стоимость разведки одного грамма металла оказывается весьма значительной. Учитывая невысокую достоверность получаемых запасов, систематическая разведка каждой отдельной жилы бурением с поверхности становится экономически нецелесообразной.

В целях разведки отдельных жил на значительной глубине скважины применяются чаще всего лишь в тех случаях, когда представляется возможным проходить их из подземных выработок, также расположенных на большой глубине. Бурение с поверхности часто оказывается целесообразным в связи с задачами разведки группы жил или месторождения в целом.

Систематическая буровая разведка жил в расчете на запасы категории C_1 может оказаться экономически целесообразной тогда, когда жилы месторождения группируются свитами, каждая из которых представлена несколькими параллельными жилами, удаленными друг от друга на сравнительно небольшое расстояние (рис. 48). В этом случае каждая скважина может быть рассчитана на пересечение двух-трех или всех жил свиты и, таким образом, повышается эффективность бурения по приросту запасов.

При буровой разведке, рассчитанной на получение запасов категории C_1 , верхний горизонт подсечения жилы скважинами следует располагать на уровне нижней границы запасов категории C_1 , экстраполированных по данным наиболее глубокого горизонта имеющих горных выработок, т. е. на один этаж ниже этого горизонта. Каждый из следующих разбуриваемых горизонтов располагается ниже предыдущего также на один этаж. Таким образом, каждый горизонт скважины наращивает вниз контур запасов категории C_1 на один этаж и опускает на такое же расстояние нижнюю границу экстраполяции категории C_2 , возмещая из недр убыль части запасов этой категории, переводимой в категорию C_1 .

При разведке жильных месторождений запасы категории C_2 определяются в основном путем экстраполяции данных подсчета запасов категории C_1 , которые часто сами являются экстраполированными по материалам наиболее глубоких горизонтов горных выработок. Но возможная глубина экстраполяции запасов каждой из этих категорий, за исключением немногих очень крупных жил, не превышает 50 м.

Для выяснения вопроса о глубине распространения оруденения ниже контура возможной экстраполяции запасов категории C_2 применяется глубокое бурение. Скважины глубокого бурения следует располагать в тех разрезах, где возможно подсесть не одну, а несколько жил. Точки заложения скважин в этих разрезах и углы их наклона нужно определять

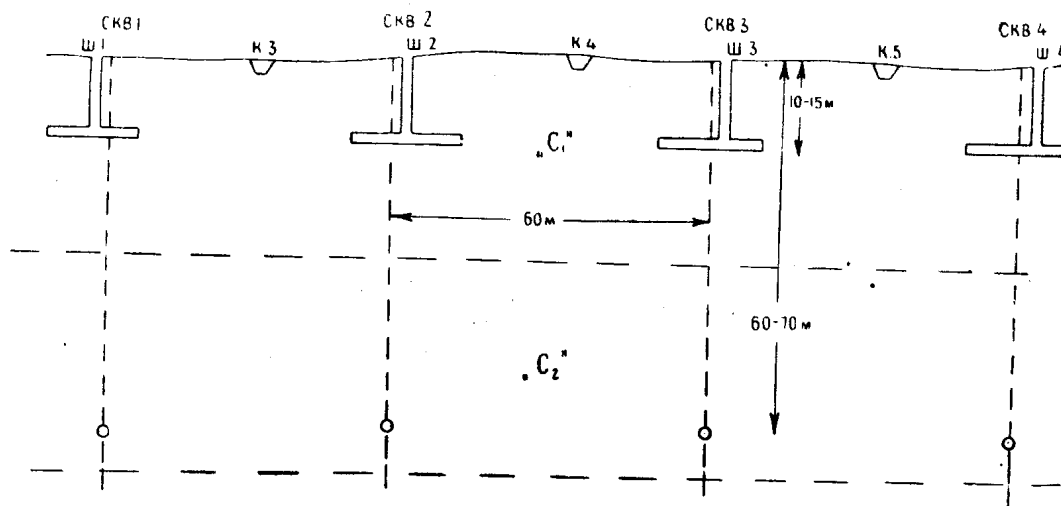


Рис. 46. Схема предварительной разведки крутопадающей жилы

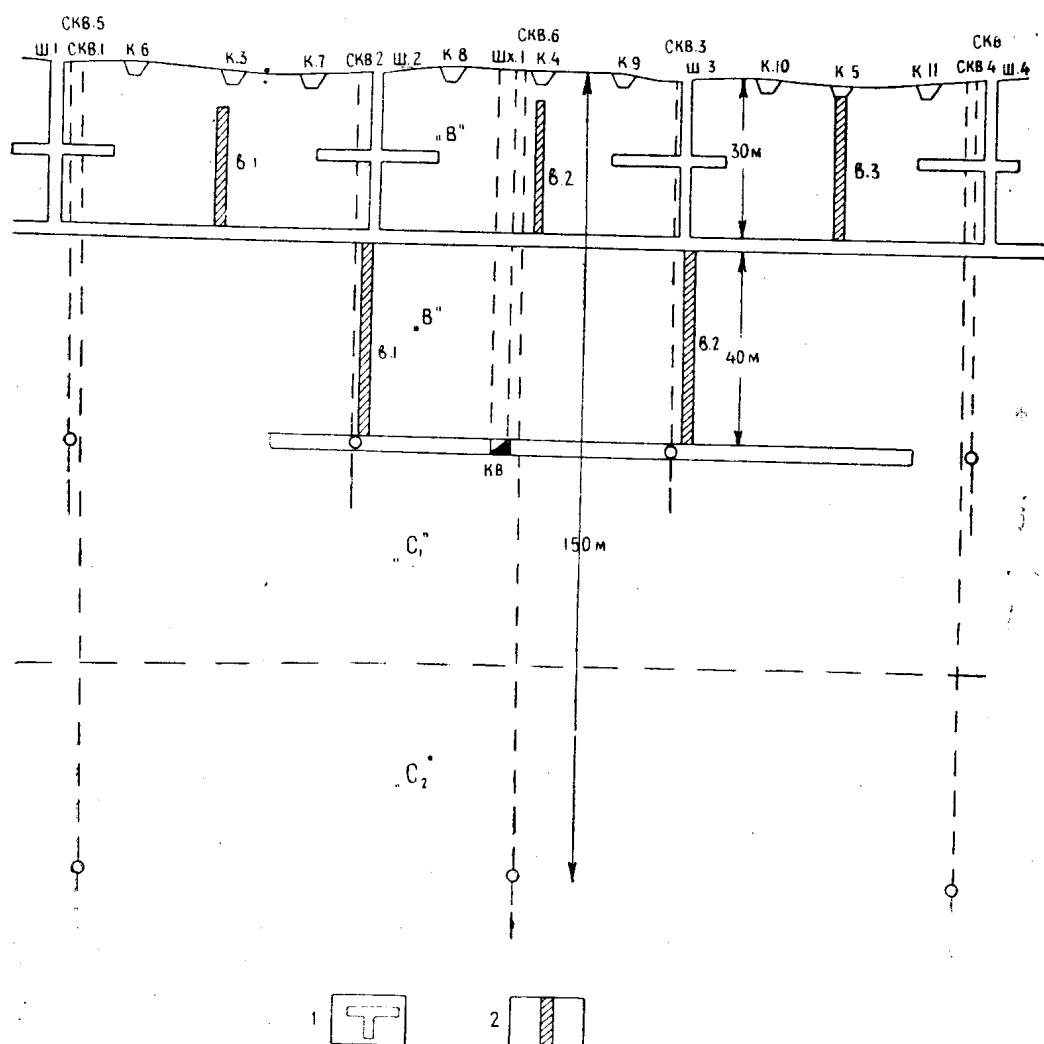


Рис. 47. Схема детальной разведки крутопадающей жилы
1 — горные разведочные и подготовительные выработки; 2 — горные выработки, проходимые при эксплуатационной разведке из горноподготовительных выработок

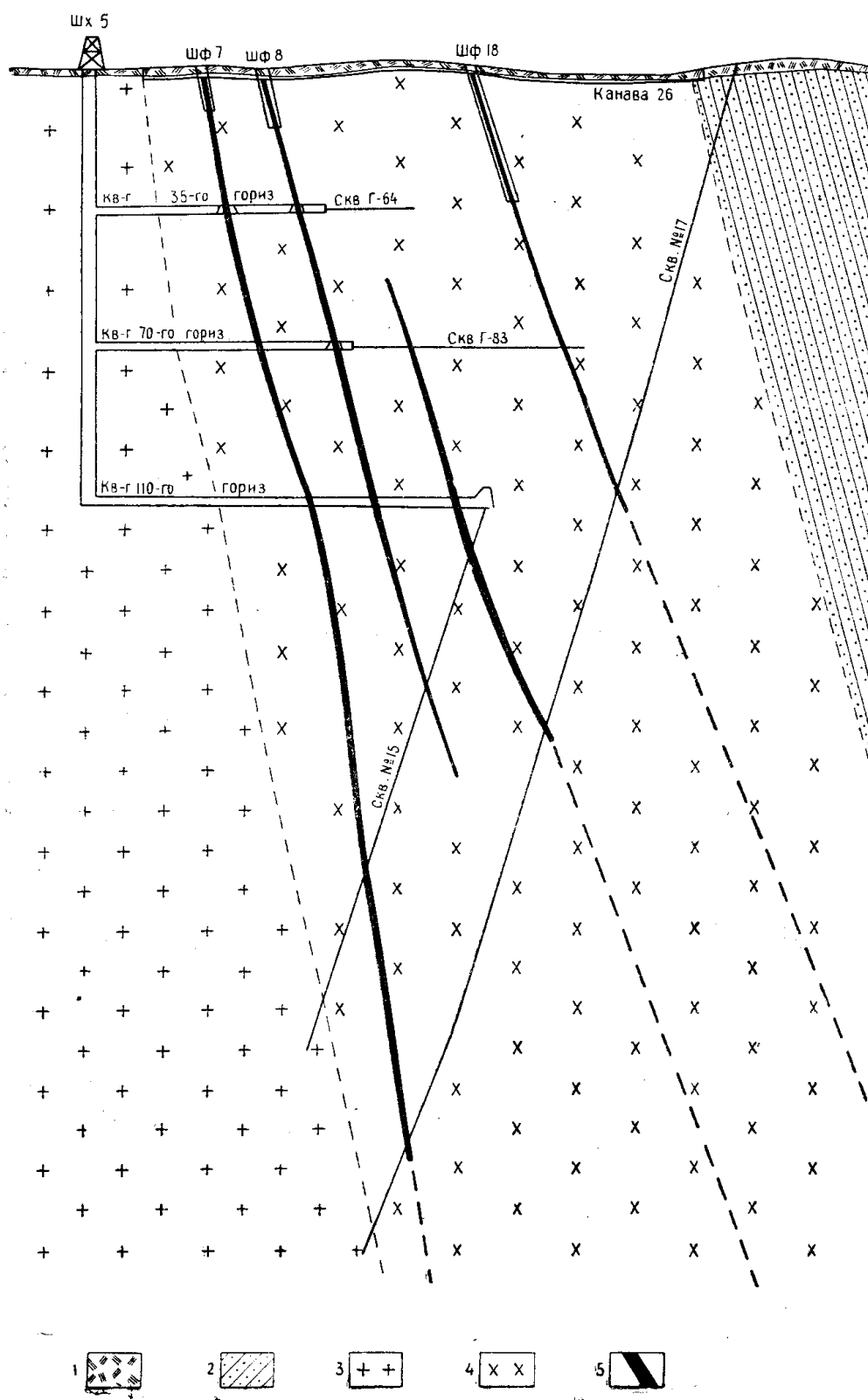


Рис. 48. Разрез через золоторудное месторождение жильного типа, разведанное горными выработками и буровыми скважинами
1 — наносы; 2 — песчаники и сланцы; 3 — граниты; 4 — диориты; 5 — жилы

таким образом, чтобы встретить на определенной глубине наиболее разведанную (ведущую) из числа намечаемых к пересечению жил.

Помимо подсечения жил, глубокое бурение должно обеспечить получение сведений о структуре рудного поля на глубине. Этот вид бурения иногда называют структурным, скважины его надо располагать в тех разрезах, где наряду с подсечением возможно большего числа жил можно получить наиболее полноценные сведения для выяснения элементов структуры, контролирующих или ограничивающих распространение оруденения.

Располагая скважины структурного бурения в разрезах, наиболее благоприятных для выяснения интересующего элемента структуры и обеспечивающих подсечение возможно большего количества жил, не следует в то же время отрывать пункты пересечения скважинами ведущей жилы на большое расстояние от нижней границы подсчета запасов этой жилы, экстраполированных на основании данных имеющихся выработок, по категории C_2 . Бурение структурных скважин следует развивать в порядке последовательного углубления полотно — так же, как развиваются детальные разведочные работы в вышележащих частях месторождения. Верхние скважины структурного бурения на месторождениях, представленных жилами группы «б», следует располагать на 100—150 м ниже имеющегося горизонта горных выработок или горизонта скважин; на месторождениях группы «в» верхние глубокие скважины не должны удаляться от имеющихся выработок более чем на 100 м.

Жильные месторождения характеризуются наибольшей по сравнению с месторождениями других типов численностью отдельных промышленных и непромышленных рудных тел, количество которых часто исчисляется сотнями, достигая иногда тысячи и более. Нередко жилы группируются в виде свит, узлов или пучков, находясь внутри них на небольших расстояниях друг от друга и обнаруживая иногда достаточно четко выраженную систему расположения, связанную с определенными элементами структуры рудного поля.

В этих условиях особенно важно вести разведку отдельных жил не изолированно друг от друга, а сочетая разведку соседних жил в единую систему работ по вскрытию всего комплекса жил данной группы. Необходимым условием такой организации работ является своевременное выявление всех или большинства крупных промышленных жил участка, что возможно лишь на основе всестороннего геологического изучения рудного поля и прилегающего района, в тесной увязке с разведкой ранее обнаруженных жил и поисками новых.

3. СХЕМА РАЗВЕДКИ НАКЛОННЫХ РУДНЫХ ТЕЛ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Месторождения, представленные рудными телами этого типа, имеют меньшее распространение по сравнению с жильными месторождениями золота. Однако они дают значительную долю общего количества добываемого металла, причем эта доля неизменно, хотя и сравнительно медленно, увеличивается. Большие запасы и значительная мощность рудных тел позволяют применять высокопроизводительные системы их разработки, что дает возможность добывать руды с невысоким содержанием золота. Ввиду этого рассматриваемые месторождения в дальнейшем будут иметь еще большее промышленное значение.

В связи с большой мощностью рудных тел рассматриваемого типа

А. Стадия поисковых работ Б. Стадия предварительной разведки В. Стадия детальной разведки

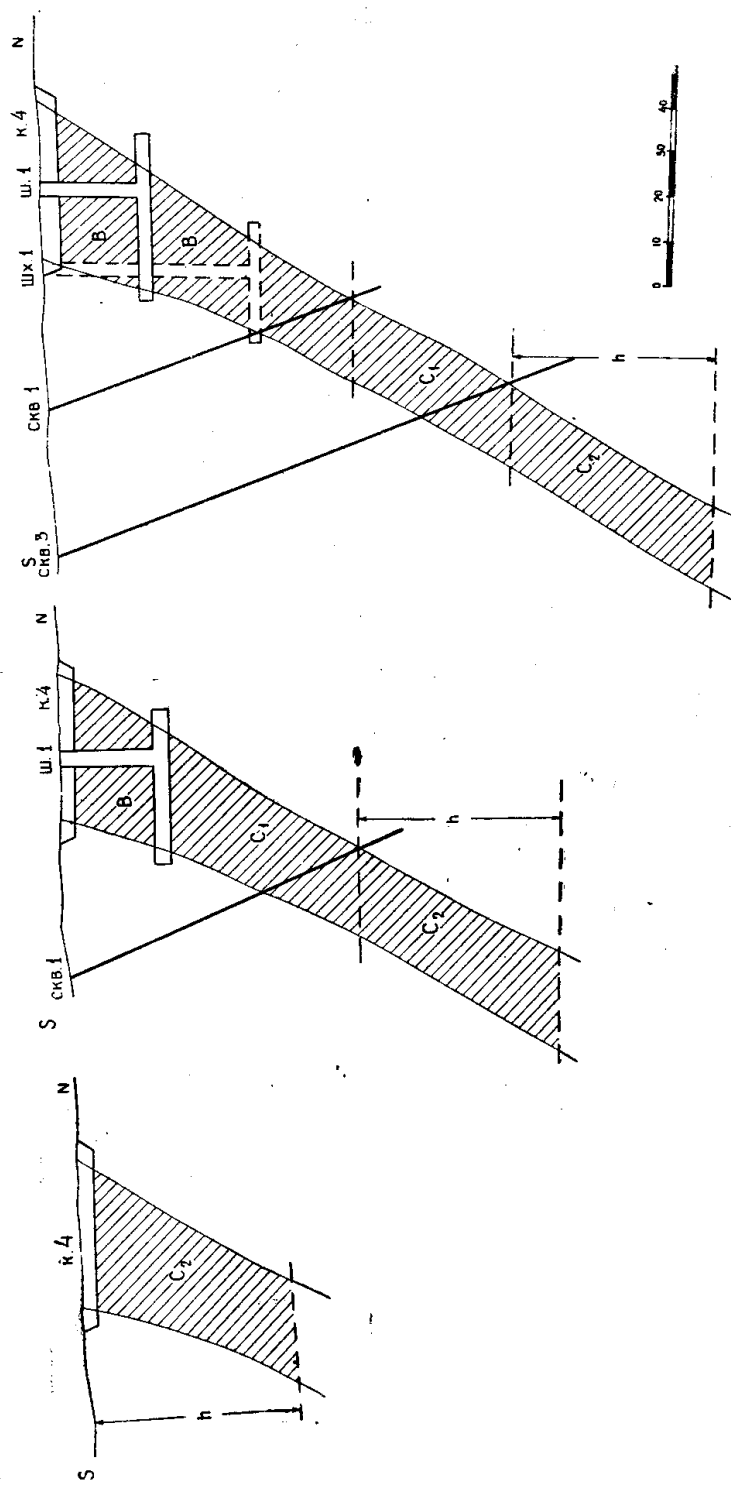


Рис. 49. Последовательность развития разведочных работ на месторождении, представленном мощным рудным телом группы «б»

при разведке их основную роль играют секущие выработки, причем при благоприятных текстурах руд (массивные руды сульфидных залежей, рассеянная минерализация зон вкрапленного оруденения) расширяется область применения буровых скважин.

Разведка мощного рудного тела на поверхности, как и разведка жил, ведется канавами (рис. 49 и 50), а в случае мощных наносов — шурфами с рассечками из них, ориентированными вкrest простирания рудного тела. При благоприятном рельефе шурфы и рассечки заменяются штольнями. Все эти выработки должны образовывать полные сечения рудного тела и продолжаться во вмещающих породах до исчезновения заметной минерализации. В двух-трех сечениях выработки должны быть продолжены во вмещающие породы на 50—100 м с каждого бока рудного тела. Это необходимо и в тех случаях, когда следы минерализации прекращаются на значительно меньшем расстоянии.

Когда рудное тело вскрыто на выходе в нескольких сечениях канавами, рассечками из шурфов или штольнями, то наряду с продолжением работ на поверхности, производящихся в целях прослеживания выхода по простиранию, следует начинать буровые работы.

Пересечения рудного тела у поверхности иногда не дают отчетливого представления не только относительно угла, но и направления его падения. Уточнение и определение угла падения являются одной из важных задач первых скважин. Поэтому их следует рассчитывать на небольшую глубину подсечения рудного тела, причем угол наклона скважин к горизонту должен быть минимальным.

При буровой разведке рудных тел мощностью не более 6—10 м следует предпочесть расположение скважин горизонтальными разведочными линиями, имея в виду преимущества подсчета запасов способом горизонтальных разрезов. Если мощность рудного тела более 6—10 м, то вследствие значительного различия между глубиной пересечения различных частей его одной и той же скважиной горизонтальные разведочные разрезы оказываются менее достоверными. В этих случаях скважины лучше располагать вертикальными разведочными линиями в расчете на построение вертикальных разрезов и подсчет запасов способом вертикальных сечений. Верхние скважины следует задавать в расчете на пересечение центральной части (осевой плоскости) рудного тела на глубине около 50 м. Ниже, при разведке рудных тел группы «б», площадь рудного тела, освещаемая одной скважиной, не должна превышать 5000—8000 м². При разведке рудных тел группы «в» на одну скважину должно приходиться не более 3000—4000 м². При указанной плотности расположения выработок запасы разведанного участка возможно подсчитывать по категории С₁.

После пересечения рудного тела первой серией скважин закладывают разведочную шахту. Из нее на глубине 30—50 м задают квершлаг, из которого проходят штрек, а из последнего — серию ортов и горизонтальных скважин, образующих полное пересечение рудного тела. В то же время продолжают буровые работы, которыми расширяются части рудного тела, разведываемые по категории С₁ (рис. 49 и 50).

Разработка верхней части мощных рудных тел чаще всего ведется либо открытым способом, либо с помощью крупных шахт большой производительности. Пройденные в разведочных целях шахты или совсем не используются, или применяются в незначительной мере, как вспомогательные. Ввиду этого при мощности рудного тела свыше 10—15 м разведочные шахты часто целесообразно закладывать в самом руд-

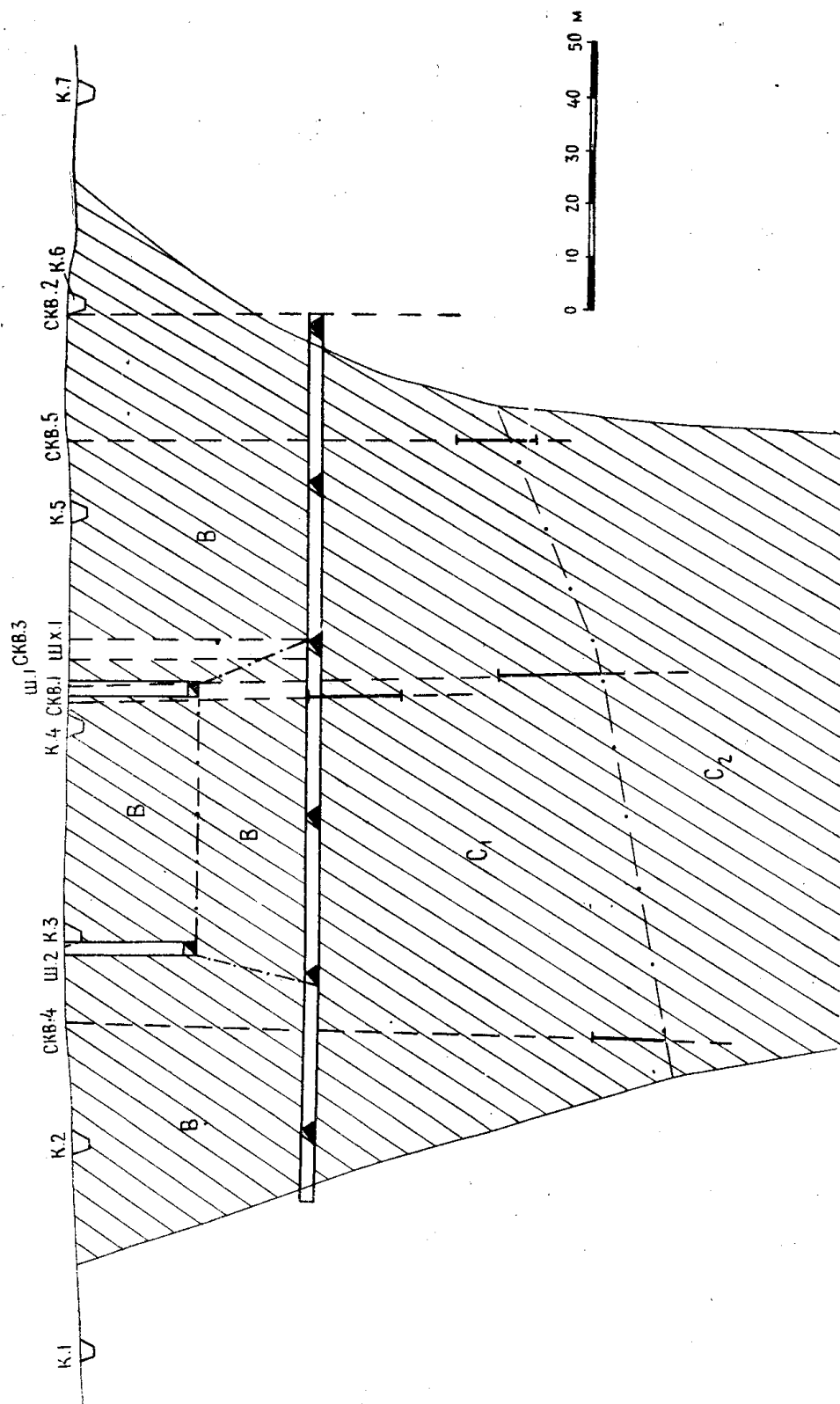


Рис. 50. Продольная проекция мощного рудного тела группы «б», разведенного горными выработками и буровыми скважинами (см. рис. 49)

ном теле или в висячем боку его, а не в лежащем боку. Расположение шахты в рудном теле предпочтительно, когда падение его близко к вертикальному, в висячем боку — при менее крутом падении.

При разведке мощных рудных тел значительного протяжения из штрека чаще всего приходится задавать восстающие и выводить их на поверхность для вентиляции как самого штрека, так и других связанных с ним выработок. В двух-трех восстающих, пройденных по данному рудному телу, приблизительно посередине расстояния между штреками и поверхностью следует закладывать орты, с помощью которых можно получить дополнительные разведочные данные, позволяющие уточнить сведения об изменениях вещественного состава руд в верхних частях месторождения, происходящих в связи с процессами окисления и вторичного сульфидного обогащения. При небольшом протяжении рудного тела можно ограничиться проходкой ортов только в одном сечении, задавая их из ствола шахты или делая предварительно небольшую высежку, направленную по простиранию рудного тела.

Если протяжение рудного тела превышает 200—250 м, то для ускорения разведки его подземными выработками на глубине 30—50 м иногда целесообразно закладывать не одну шахту со штреком, идущим на всем протяжении рудного тела, а две или три с более короткими штреками. В каждом случае вопрос о количестве разведочных шахт должен решаться с учетом крепости проходимых пород, притока воды и других условий.

Проходка серии секущих выработок из штрека при соответствующих расстояниях между ними (см. табл. 2) и при наличии указанных выше выработок на поверхности дает основание квалифицировать разведанность запасов, оконтуренных этими выработками (1-й этаж), по категории В. Отнесение запасов к категории А до проведения детальной разведки нижележащих частей данного рудного тела или других рудных тел того же месторождения на этой стадии работ обычно не является достаточно обоснованным.

После разведки подземными выработками на глубине 30—50 м и разведки запасов категории C_1 скважинами до глубины 100—150 м, при положительных результатах работ, в ряде случаев можно оформить материалы по запасам для обоснования больших капиталовложений на дальнейшие разведочные работы. Начинается разведка подземными выработками на втором горизонте, расположенном на 30—50 м ниже первого.

Для проведения из шахты подземных разведочных выработок на втором горизонте шахту следует закладывать уже с учетом использования ее при эксплуатации, отнеся устье шахты на соответствующее расстояние от рудного тела в его лежащий бок. Это необходимо потому, что разработка рудного тела открытым способом не всегда доходит до второго горизонта, а если и достигает его, то в открытом карьере производится чаще всего только отбойка, а доставка отбитой массы осуществляется через подземные выработки. При этом может быть использована и разведочная шахта, обычно в качестве вспомогательной.

Разведка подземными выработками второго горизонта в типичных случаях дает основание для начала работ по вскрытию рудного тела в целях подготовки его к разработке и дальнейшей организации добычи.

Детальная разведка нижележащих горизонтов чаще всего ведется из подготовительных выработок, часть которых одновременно является и разведочными (квершлаг, орты).

В случае разведки запасов рудных тел группы «б» по категории В обычно достаточно пройти на каждом горизонте подземных работ секущие выработки (орты или орты в сочетании со скважинами) на расстояниях, равных протяжению одного эксплуатационного блока, т. е. 40—60 м. При наличии не менее двух горизонтов, детально разведанных подземными выработками, возможно повысить степень разведанности запасов до категории А₂. При мощности рудного тела свыше 10 м для этого требуется по два дополнительных сечения в каждом блоке: по одному в штреках, ограничивающих этаж сверху и снизу.

Когда протяжение рудного тела по падению значительно меньше длины его по простиранию, а изменчивость оруденения по направлению падения сильнее, чем по простиранию, то дополнительные сечения целесообразнее делать на половине расстояния между верхним и нижним штреками, проходя рассечки или скважины из восстающих.

Если мощность рудного тела менее 10 м, то количество дополнительных сечений в пределах блока должно быть увеличено до 4—8 на каждом горизонте. В случае мощности рудного тела до 4—6 м дополнительные сечения могут быть получены при помощи шпуров при условии тщательного сбора бурового шлама.

В целях большей достоверности опробования и точности определения границ рудного тела лучше бурить шпуров без промывки с пылеуловителем, который должен обеспечить не только достаточно полный сбор буровой муки для получения правильной пробы, но может также предотвратить запыление воздуха сверх допустимой санитарной нормы.

Жильные зоны

Особенности жильных зон, выделяющие их из общего ряда крутопадающих рудных тел большой мощности, обусловлены тем, что все содержащееся в зонах золото, или подавляющая часть его, сосредоточена в жилах; вмещающие породы, входящие в состав зоны, чаще всего практически лишены золота или содержат его в незначительной концентрации. Вследствие этого содержание золота в массе рудного тела обуславливается не только величиной содержания его в жилах, но также общей мощностью жил на данном участке зоны и тем, насколько они сближены между собой, т. е. тем, какую часть занимают жилы в общем объеме пород, слагающих данный участок жильной зоны.

Зависимость величины содержания золота в массе рудного тела от каждого из упомянутых факторов определяет сложность и непостоянство контуров промышленного оруденения как в плане, так и в вертикальных поперечных разрезах. Сложное сочетание разнообразных проявлений дорудной, междорудной и послерудной тектоники, часто свойственное жильным зонам, еще более осложняет формы оруденения, в ряде случаев придавая им весьма изменчивые и крайне неопределенные очертания. В этих условиях оконтуривание составляет значительные трудности, иногда требуя более сближенного расположения выработок, чем при разведке мощных рудных тел других типов.

Разведка жильных зон в основных чертах ведется по общему типу разведки мощных рудных тел вертикального или крутого падения и осуществляется секущими выработками. Жильная зона с поверхности вскрывается канавами, рассечками из шурфов или мелкими штольнями. Предварительная разведка на глубине главным образом основывается на наклонных скважинах колонкового бурения, проходимых с поверхности или

из подземных выработок. Детальная разведка ведется ортами и короткометражными скважинами, проходимыми из штреков или штолен и образующими горизонтальные разведочные линии.

В результате разведки жильной зоны устанавливаются контур промышленной части рудного тела, ее объем и содержание золота в общей массе жил и в пустых или слабо оруденелых породах, слагающих зону в пределах установленного контура. Кроме того, определяются объем жил в зоне и содержание золота в чистых рудах, слагающих жилы. Следует также учитывать золото во вмещающих жилы породах, если содержание его существенно и оказывает заметное влияние на общий баланс металла в зоне. Для выполнения этих требований опробование жил и вмещающих их пород производится отдельно.

Многочисленное чередование в каждом данном сечении рудного тела обогащенного золотом жильного вещества и бедных или пустых пород при различной крепости этих составляющих иногда обуславливает избирательное истирание керна при бурении скважин и ограничивает их применение. Необходимость раздельного опробования жил и вмещающей их массы пород создает дополнительные трудности при разведке бурением.

Примером разведки месторождений, представленных жильными зонами, может служить один из объектов Енисейского края (рис. 51 и 52). Рудные тела его залегают в филлитах, располагаясь в виде полосы, вытянутой в северо-западном направлении, между двумя крупными зонами дробления пород, падающими на юго-запад под углами 50—60°. Расположенные между этими зонами филлиты разбиты многочисленными трещинами скалывания и интенсивно рассланцованы. Кроме того, залегание их осложнено складками волочения. Все эти проявления дорудной тектоники группируются в виде пучков или зон, которые вытянуты согласно с простиранием основных зон дробления, но падают под разными углами наклона. Вследствие этого зоны развития нарушений различного характера пересекают друг друга. Рудные тела месторождения, приуроченные к узлам пересечения этих зон, представлены скоплениями в большинстве мелких, невыдержанных по мощности кварцевых жил весьма неправильной, часто изогнутой формы. Зоны скопления этих жил, являющиеся объектами разведки и эксплуатации, имеют также неправильные сложные очертания и часто сравнительно небольшое протяжение по падению, что при их большой мощности и значительной длине придает им сигарообразную форму.

Разведка этого месторождения ведется подземными горизонтальными выработками в сочетании с горизонтальными и наклонными скважинами. Полоса филлитов между двумя зонами дробления пересекается наклонными скважинами. Затем закладывается система подземных горных выработок и скважин, располагаемых горизонтами, отстоящими друг от друга на 30—40 м по вертикали.

На каждом горизонте проходится штрек, ориентируемый в расчете на подсечение относительно крупных жильных зон, встреченных наклонными скважинами. Для пересечения обнаруженных жильных зон на полную мощность и вскрытия зон, оставшихся в стороне от штрека, задается серия квершлагов и ортов, располагаемых с интервалами 30—50 м. Из концевых забоев этих выработок или непосредственно из штреков проходятся горизонтальные скважины до пересечения ими основных зон дробления, ограничивающих продуктивную толщу филлитов.

Ввиду небольшого протяжения многих жильных зон по падению,

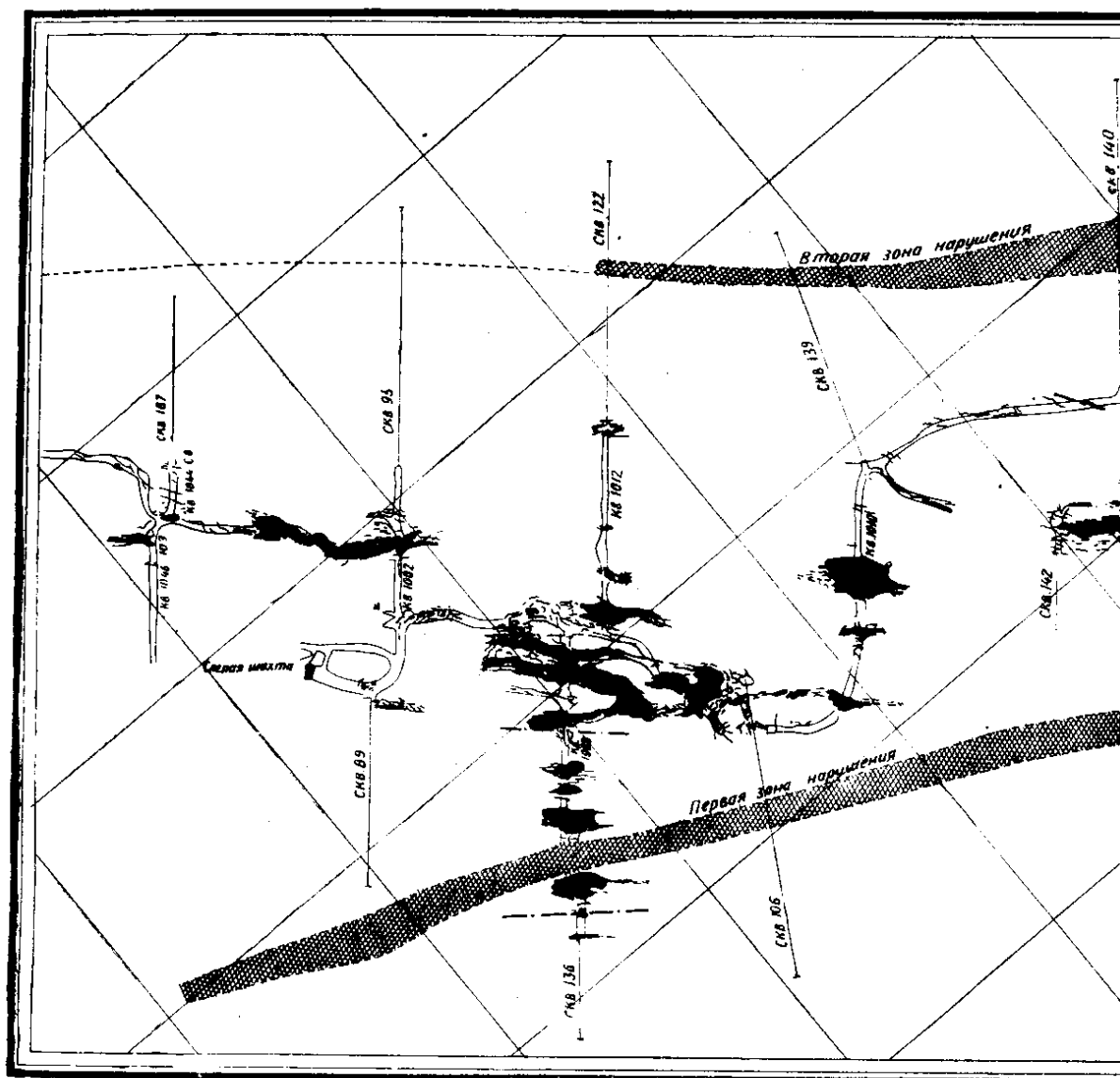
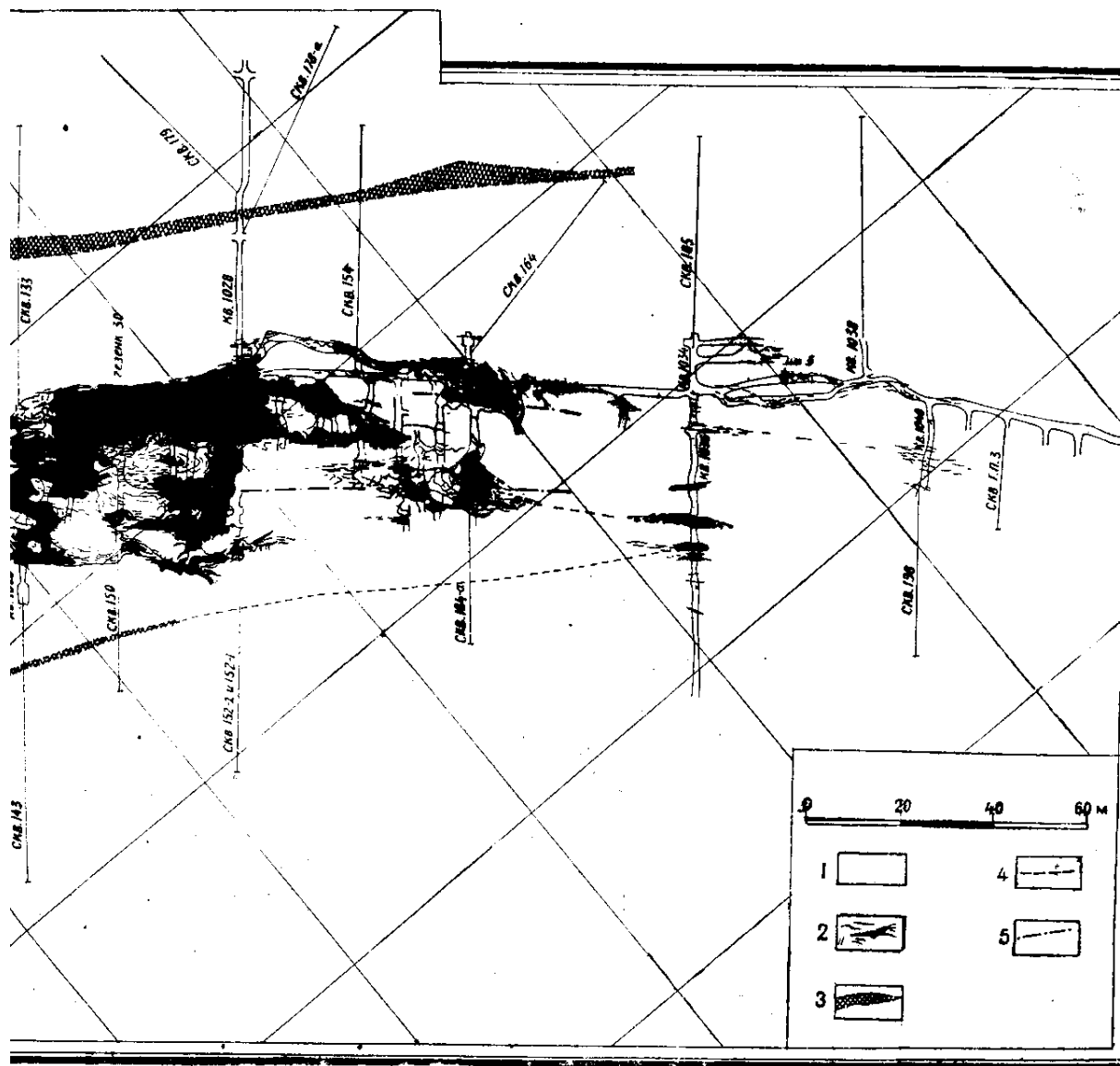


Рис. 51. Геологический план горизонта Е зол

1 — филлиты; 2 — рудное тело; 3 — зоны др интенсивного расклани



ия типа жилой зоны (по П. С. Бернштейну
ой)

зраста; 4 — след осевой плоскости зон
образных изгибов поверхностей

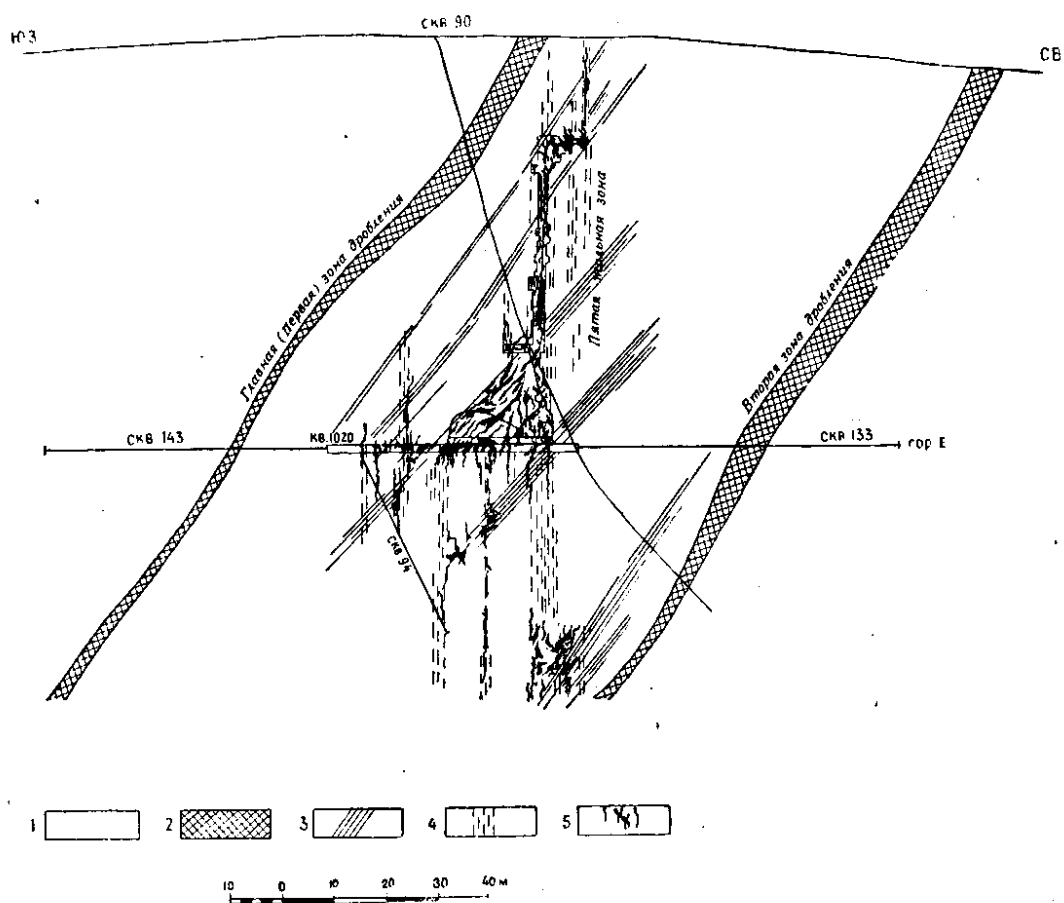


Рис. 52. Поперечный разрез золоторудного месторождения типа жильной зоны через скважины 133, 143 (см. рис. 51)

- 1 — филлиты; 2 — зоны дробления; 3 — эшелонированные трещины скалывания;
4 — зона интенсивного расщепления; 5 — рудные тела

часто не достигающего высоты одного этажа, и высокой изменчивости их в этом же направлении как по форме, так и по содержанию золота, проведение указанных выше работ не обеспечивает необходимой степени разведанности некоторых зон для подсчета запасов по категории В и организации добычи. Поэтому из горизонтальных выработок проходятся восстающие, из которых на половине высоты этажа задаются орты.

Секущие выработки (квершлагги, орты, горизонтальные скважины), закладываемые на различных горизонтах в пределах одного блока, располагаются в одних и тех же плоскостях; это дает возможность строить по ним поперечные вертикальные разрезы, необходимые для подсчета запасов способом вертикальных разрезов.

Жильные штокверки

Разведка штокверков, оруденение которых связано с системой жил и прожилков, ориентированных согласно простиранию самих рудных тел, в основных чертах сходна с разведкой жильных зон. При разведке этой разновидности штокверков, как и жильных зон, наряду с определением их общей мощности как разведываемого объекта в целом и содержания золота на массу, необходимы наблюдения, позволяющие определить количество рудного вещества, заключенного в жилах и прожилках, а также содержание в них металла. Эти наблюдения вместе с данными опытной рудоразборки должны послужить материалом для определения процента выхода рудной массы в результате рудоразборки, в зависимости от которого устанавливается производительность обогатительных цехов, а в ряде случаев и решается вопрос о целесообразности разработки месторождения.

Особое внимание должно уделяться изучению зональности месторождения в вертикальном разрезе и связанных с нею изменений содержания золота, так как иногда, при наличии промышленных концентраций его в рудах зоны окисления, руды первичной зоны оказываются непромышленными.

Разведка жильных штокверков с согласно ориентированным оруденением ведется по общему типу разведок мощных рудных тел наклонного или вертикального залегания. Разведка буровыми скважинами без участия горных выработок в большинстве случаев не обеспечивает разведанности запасов штокверка выше категории С₁.

На приводимом ниже примере разведки штокверка может быть показана последовательность развития работ для этого типа рудных тел месторождений золота.

В данном случае штокверк представляет собой сложную систему густорасположенных тонких жил и прожилков мощностью от 1 до 8 см, которые большей частью приблизительно параллельны и образуют зону повышенной трещиноватости в гранодиоритах.

Состав прожилков кварцево-турмалино-пиритовый с небольшим количеством других сульфидов — халькопирита, сфалерита и галенита, а также очень мелких зерен теллуридов золота. С последними связана большая часть золота в первичных рудах. Количество сульфидов в жилах колеблется в пределах от 15 до 40%.

Обычно прожилки имеют четкие ровные контакты и большей частью легко отделяются при дроблении от вмещающей породы.

Во вмещающих породах наблюдается слабое оруденение за счет тончайших рудных прожилков и отчасти редкой вкрапленности сульфидов.

дов. Общее гидротермальное изменение гранодиоритов в зоне штокверка незначительное. Штокверк постепенно переходит в слабо оруденелые породы при уменьшении количества жилок и далее — в пустые гранодиориты.

Насыщенность рудных жил на 1 пог. м мощности штокверка в среднем — от 1 до 5.

Падение отдельных прожилков и всей зоны штокверка вертикальное. Мощность штокверка в среднем 60 м, длина по простиранию около 500 м; на глубину штокверк прослежен до 250 м.

В верхней части штокверка развиты процессы окисления, особенно широко распространенные по тектоническим нарушениям, разбивающим рудные прожилки. Вся зона окисления имеет повышенное содержание металла по сравнению с первичными рудами на 25—40%.

Выход штокверка на поверхность приурочен к пологому склону, где развит делювиальный покров мощностью от 1 до 2,5 м.

Разведка штокверка на поверхности проводилась длинными секциями канавами с расстояниями через 60 м. Кроме того, были пройдены три канавы в перпендикулярном направлении с целью выяснения наличия других систем рудных жил.

Так как на поверхности под наносами коренные породы сильно выветрены, обохрены и разрушены, то в канавах в пределах самой оруденелой части была задана серия мелких шурфов глубиной до 5—6 м. Это позволило установить обеднение золотом самых верхних частей штокверка и повышение содержания золота с глубиной. После этого были заложены промежуточные канавы посередине между первыми. Они были пройдены только в контуре штокверка, но углублены до 3—4 м, обнаружив содержание золота промышленной концентрации по всей мощности штокверка.

На глубине разведка велась путем проходки штольневых выработок с системой ортов, задаваемых вкрест простирания рудного тела и пересекающих всю его мощность. Расстояния между ортами были приняты сначала 60 м, запасы были подсчитаны по категории В. Затем в центральной части штокверка интервалы между ортами были уменьшены до 30 м и запасы переведены в категорию А₂.

Горизонт первой штольни располагается на 25 м ниже выхода рудного тела на поверхность, последующие — через 35 м.

При разведке рудного тела тяжелыми горными выработками второго горизонта было начато бурение наклонных скважин, расположенных поперечными линиями через 120 м из расчета пересечения рудного тела на глубине 80—120 м и далее на глубине 240—300 м. Линии скважин первого интервала подсечения были сгущены до 60 м. Бурение позволило установить границу зоны окисления и вместе с данными по горным выработкам подсчитать запасы окисленных руд по категории В. Кроме того, штокверк был оконтурен по падению и подсчитаны запасы первичных руд по категории С₁.

При разведке тяжелыми горными выработками третьего горизонта (рис. 53) квершлаг из штольни задавались через 70—150 м, а в промежутке между ними проходились одна-две скважины горизонтального бурения с расстояниями между ними 50 м.

Запасы руд по штокверку подсчитывались в верхней части, разведанной тяжелыми горными выработками и горизонтальными скважинами, способом горизонтальных разрезов, а в нижней части, разбуренной наклонными скважинами, способом вертикальных разрезов.

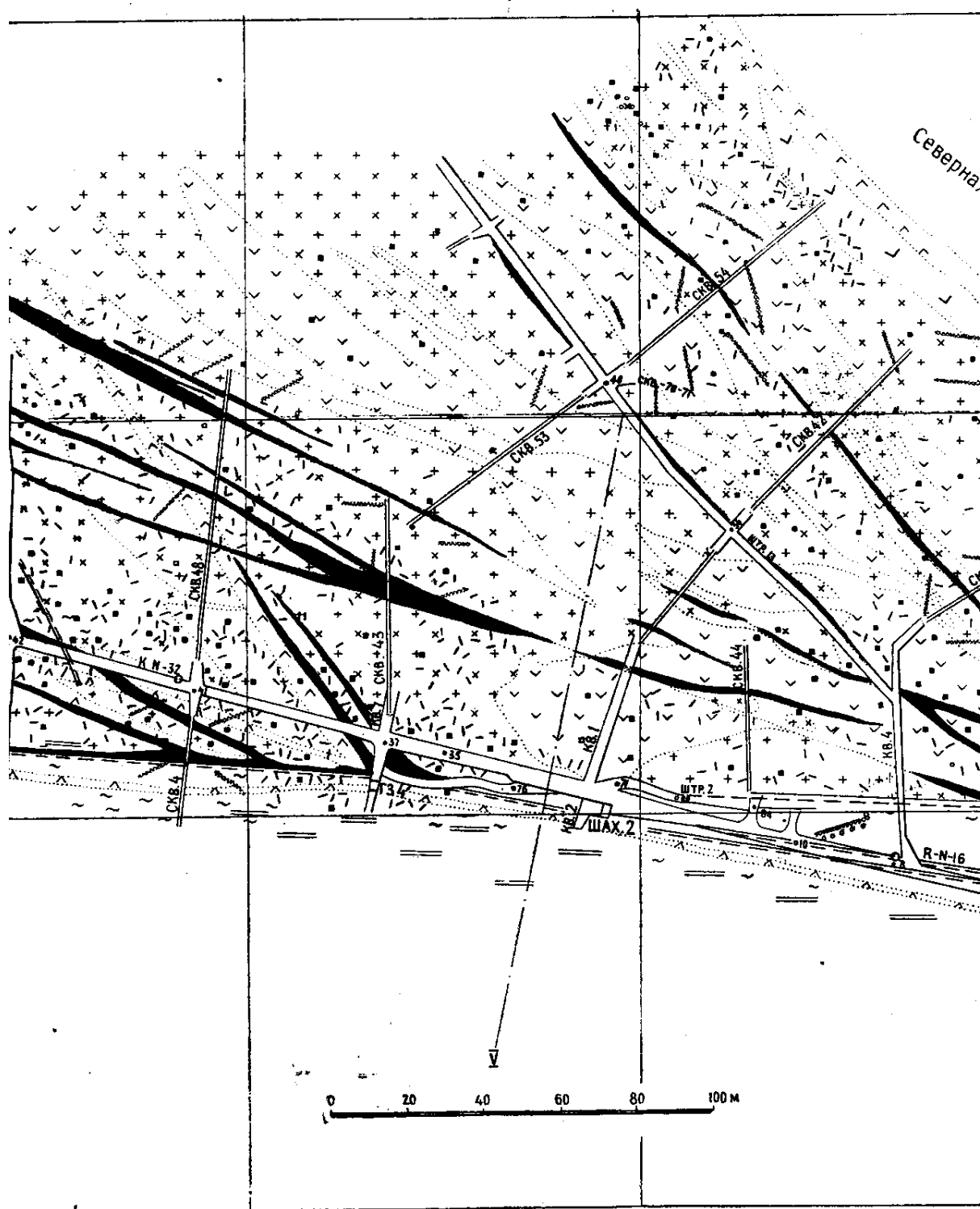
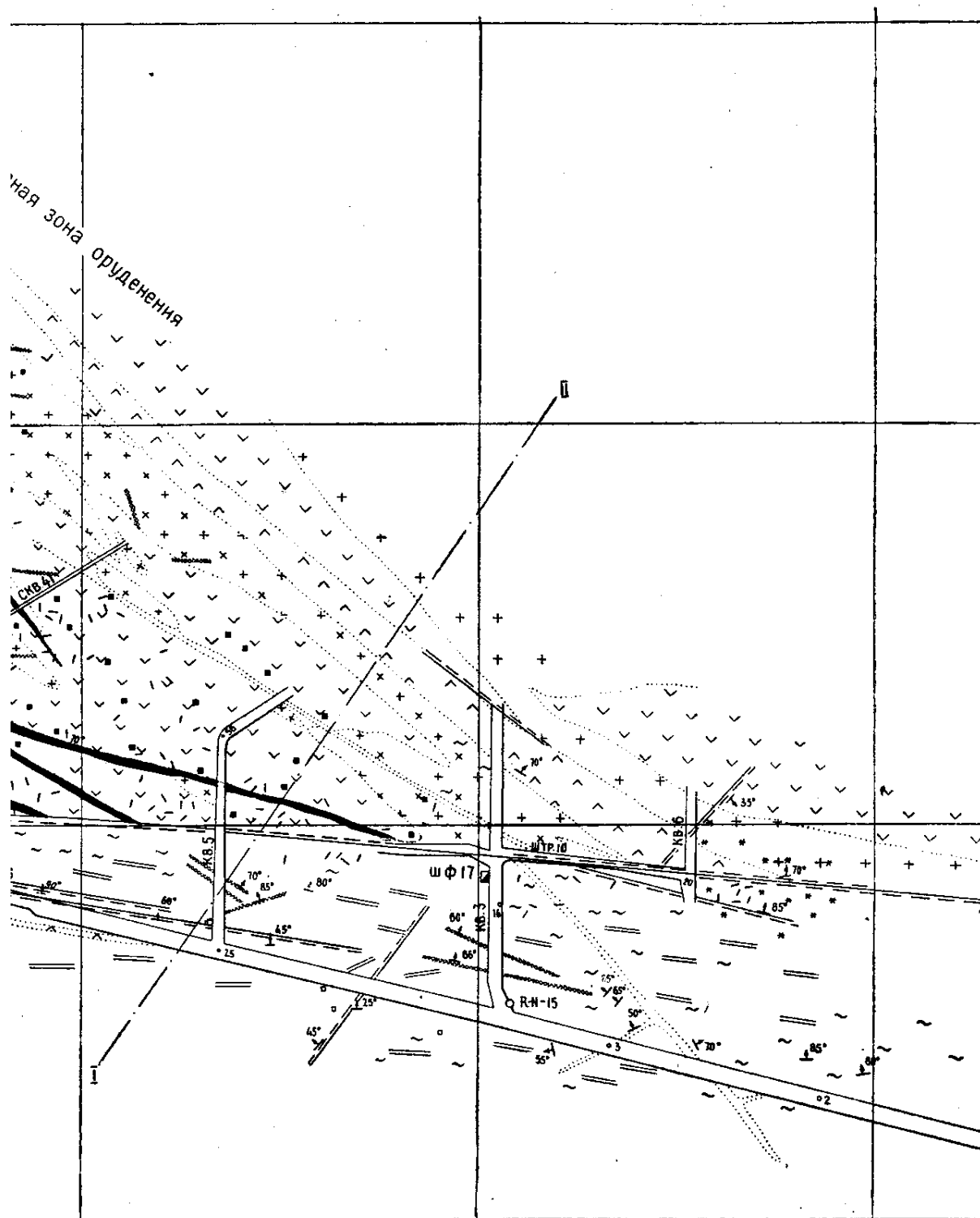
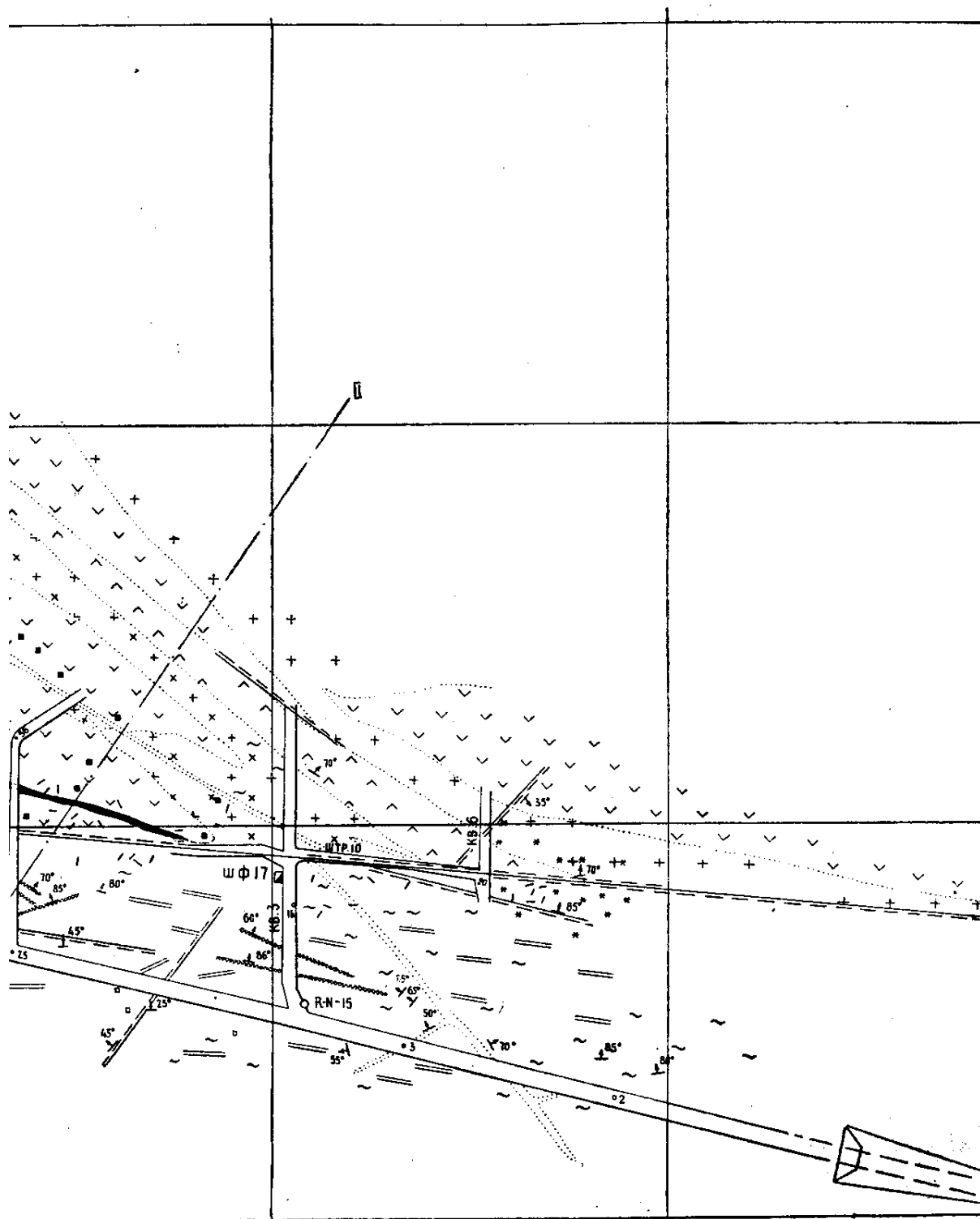


Рис. 53. Пример разведки месторождения типа штокерка горными выработками и горизонталями; 3 — гранодиорит-порфиры; 4 — диоритовый порфирит; 5 — кварцевый порфирит; 6 — кварцево-турмалинов; 9 — пиритизация; 10 — прожилки карбонатных пород; 11 — линии тектонических



льными скважинами

вые жилы и прожилки; 7 — турмалинизация; 8 — зона милонитизированных пород;
нарушений



и; 7 — турмалинизация; 8 — зона милонитизированных пород;

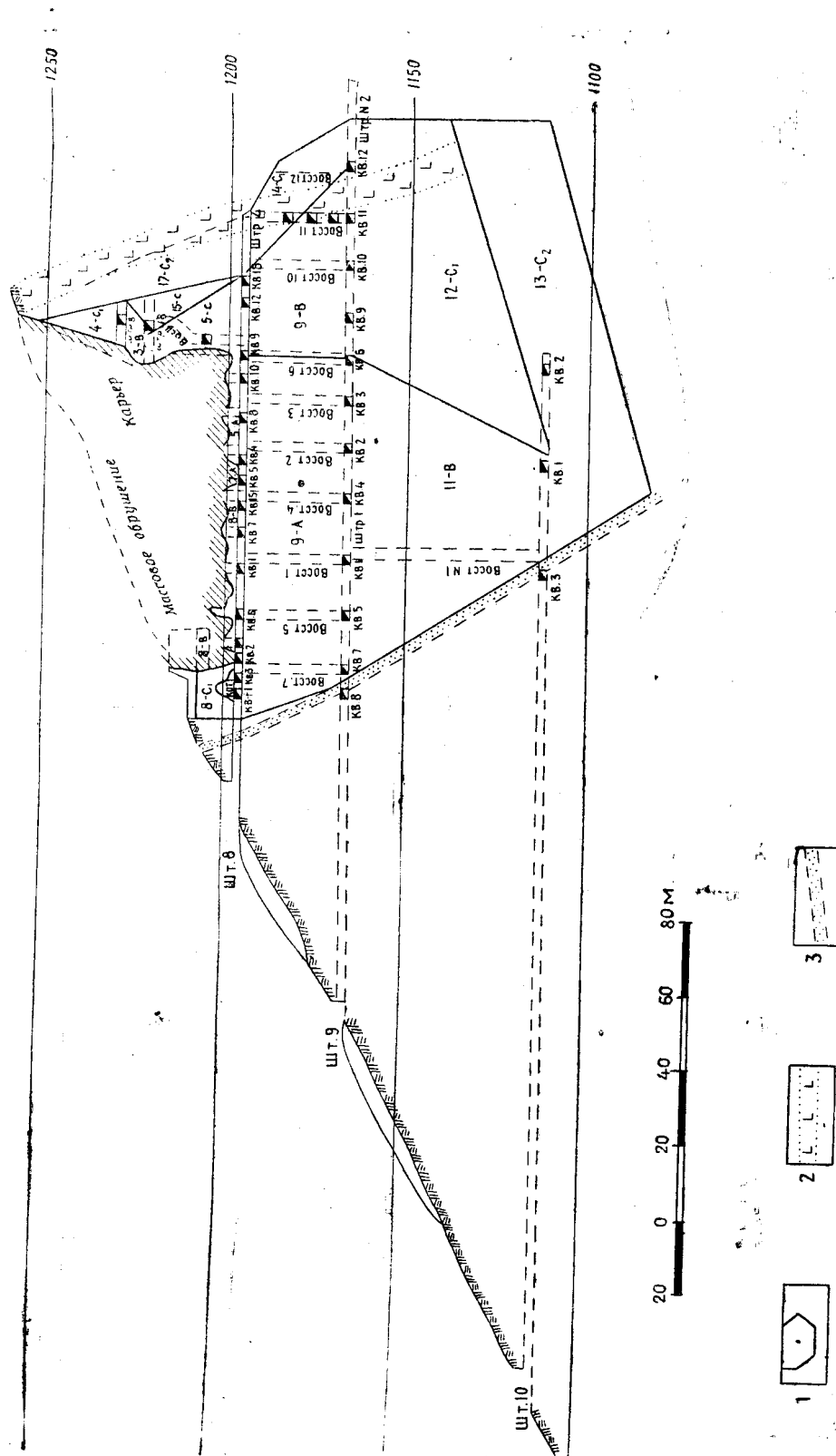


Рис. 54. Пример разведки и подсчета запасов рудного тела месторождения «П» штокверкового типа

1 — рудное тело; 2 — дайка диабазов; 3 — тектоническая зона

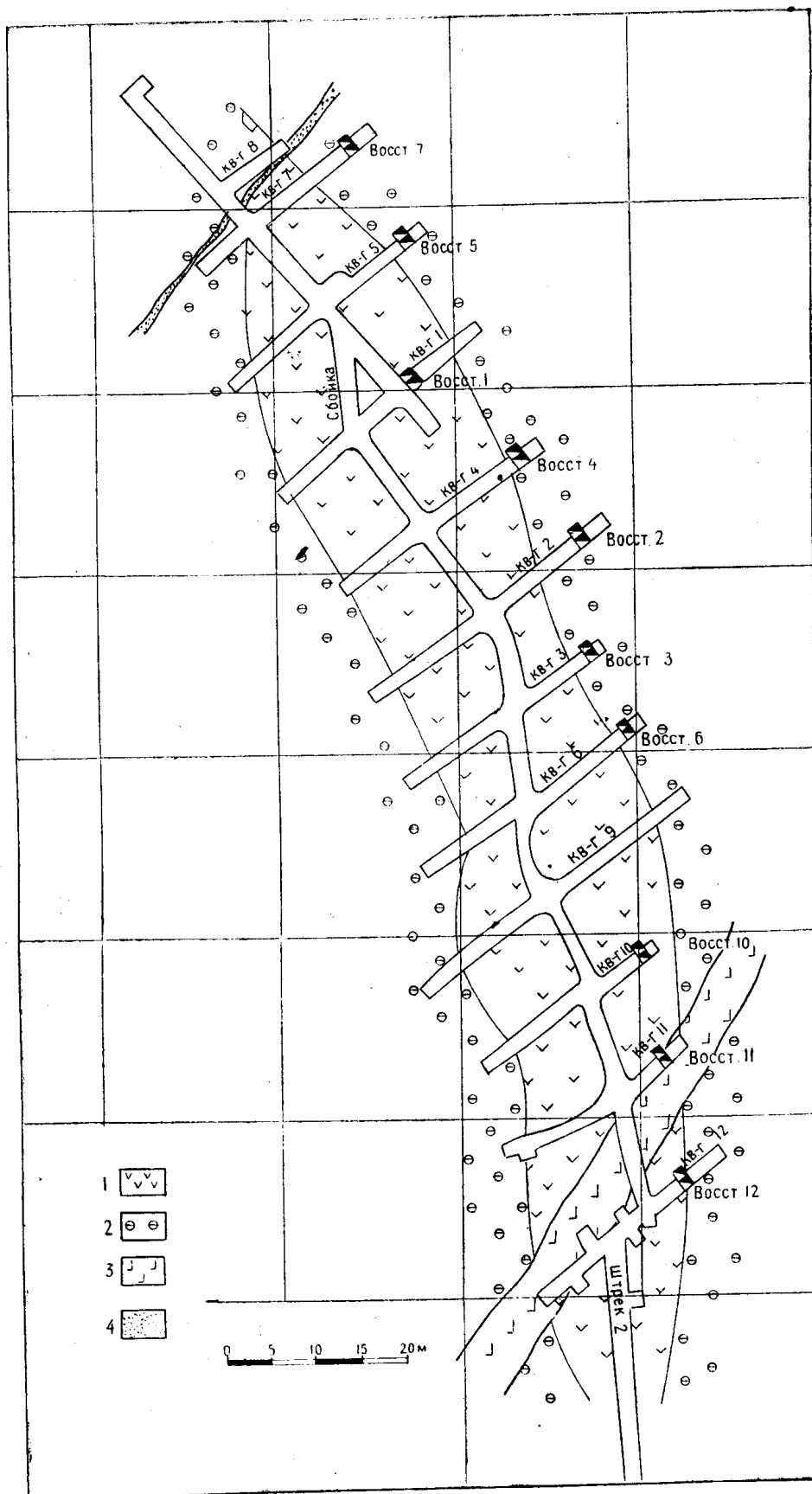


Рис. 55. План горных работ на горизонте штольни по рудному телу штотверкового типа на месторождении «П» (см. рис. 54)

1 — диориты, вмещающие оруденение; 2 — осадочно-эффузивная толща;
3 — дайка диабазов; 4 — тектоническая зона

На рис. 54 и 55 показан пример разведки и подсчета запасов жильного штокверка другого месторождения. Рудными телами на данном месторождении являются сравнительно небольшие диоритовые массивы, залегающие в осадочно-эффузивных породах. Диориты пронизаны большим количеством тонких кварцевых прожилков, несущих золотое оруденение. Сами диориты незолотоносны. Рудные тела имеют в длину 120—300 м и в ширину от 20 до 100 м. Длина их по падению составляет 120—170 м.

Рудные тела залегают на крутом склоне горы, что дало возможность разведывать их серией штолен, образующих этажи высотой от 30 до 55 м (рис. 54).

На каждом разведочном горизонте рудное тело пересекалось кварцитами, расположенными через интервалы в среднем 25 м. Кварциты проходились в направлении, перпендикулярном к простиранию большинства рудных прожилков (рис. 55).

Подсчет запасов производился способом горизонтальных разрезов.

Разведка второй разновидности штокверков, оруденение которых связано с системами секущих их тела жил и прожилков, характеризуется рядом особенностей, выделяющих ее из общей схемы разведки мощных рудных тел других типов.

Примером разведки штокверков рассматриваемого типа может служить разведка золотоносных даек одного месторождения Среднего Урала, многочисленные дайки которого, простираясь в большинстве случаев в близком к меридиональному направлению, имеют весьма значительное протяжение по простиранию и падению. Длина некоторых даек достигает 25 км. По падению многие из них прослежены буровыми скважинами до 500 м, а некоторые до 1000 м. Мощность даек от 6 до 20 м, в среднем приблизительно 8 м. Падение даек от 30 до 90°, чаще 60—80°.

Дайки пронизаны плотной сетью тонких кварцевых жил (так называемых лестничных), ориентированных вкrest их простирания (рис. 56). Протяженность жил по простиранию ограничивается контактами даек с вмещающими их породами (сланцами), составляя в среднем приблизительно 8 м. Длина жил по падению чаще всего 8—12 м. Помимо лестничных жил дайки пересекаются более редкой сетью диагональных жил, направленных под некоторым углом к их простиранию. В дайках жилы располагаются группами различной плотности. Внутри групп на 1 пог. м дайки приходится в среднем около одной жилы. Местами дайки на значительном протяжении практически лишены жил (так называемые «пустые стекла»).

Все промышленное оруденение связано с жилами кварца и их залобандами, общая мощность которых колеблется от нескольких сантиметров до 30—40 см на 1 пог. м дайки. Вне пределов жил тело дайки несет вкрапленное оруденение с весьма убогим содержанием золота.

Предварительная разведка подземных частей месторождения, рассматриваемого в качестве примера (рис. 56), начинается проходкой глубоких, так называемых структурных скважин, которыми устанавливаются наличие даек на данной глубине, а также сохранность вещественного состава жил и присутствие в них золота.

Далее задается серия диагональных скважин, ориентированных под углом около 45° к простиранию даек и под таким же углом к простиранию лестничных жил. Этими скважинами устанавливается местоположение отдельных наиболее важных в промышленном отношении даек двумя-тремя горизонтами ниже имеющихся горных выработок. Данные

диагональных скважин позволяют проследить их на этой глубине по простиранию. По материалам опробования скважин представляется возможным приблизительно наметить границы локализации промышленных участков и «пустых стекол» значительного протяжения.

На следующем этапе разведки проходится шахта (или углубляется одна из имеющихся шахт), из которой проходится квершлаг, пересекающий рудное поле и все дайки, имеющиеся в нем на уровне этого квер-

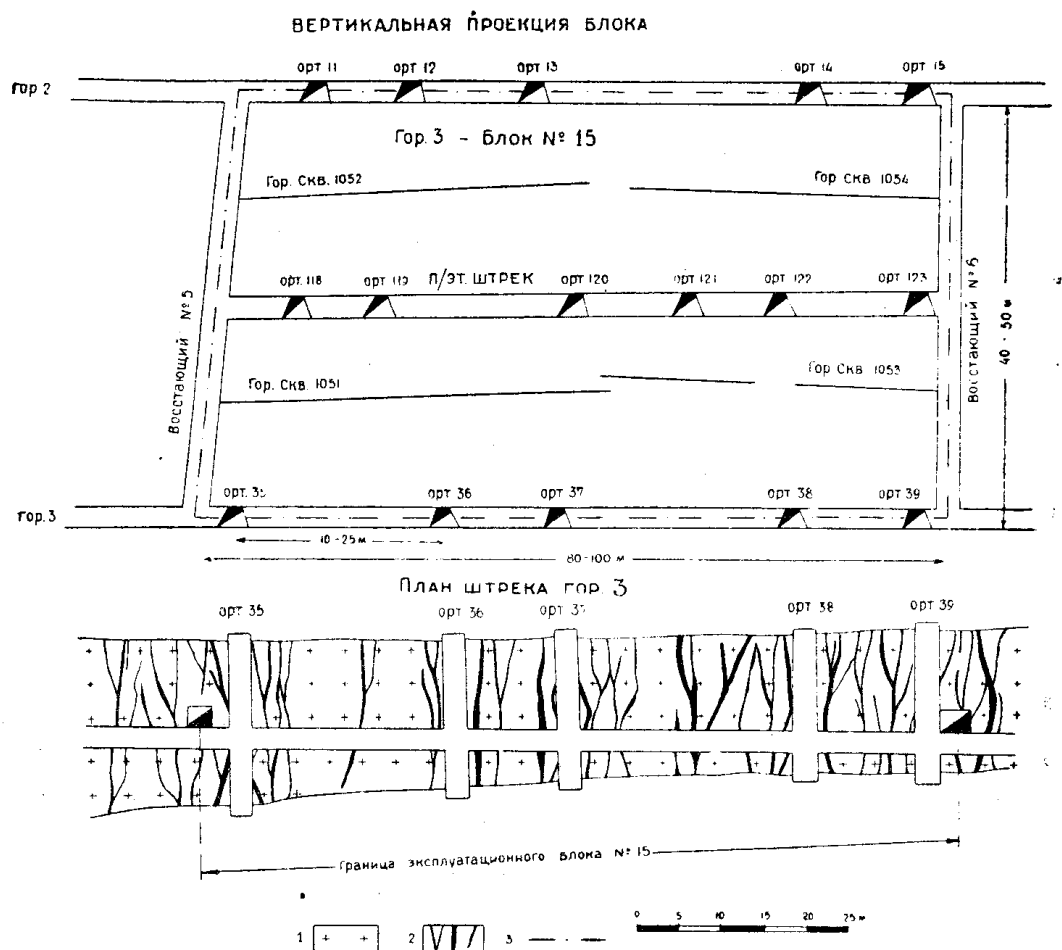


Рис. 56. Схема детальной разведки дайки месторождения «Б»
1 — дайка гранит-порфира; 2 — кварцевые жилы лестничного типа

шлага. Из квершлагов вдоль даек проходятся штреки, в которых производятся документация и раздельное опробование кварцевых жил, их зальбандов и пород, вмещающих жилы, которыми сложены тела даек (гранитоиды).

По данным документации и опробования определяются границы промышленных участков на уровне штрека и общее протяжение их, а также общая мощность кварцевых жил, зальбандов и вмещающих пород в этих границах. В местах пересечения штреками наиболее богатых участков скопления жил задаются орты, с помощью которых определяется мощность дайки и пополняются данные опробования.

Проходкой штреков и ортов детальная разведка заканчивается. По ее данным подсчитываются запасы и разведанное полотно, ограниченное сверху и снизу штреками, передается в эксплуатацию. В этой стадии разведанности запасы даются без разделения по отдельным промышленным участкам, причем границы последних намечаются только на уровне штреков, без оконтуривания в продольной проекции.

Для уточнения границ промышленных участков в подготавливаемых для отработки частях даек производятся дальнейшие разведочные работы, относимые к стадии эксплуатационной разведки. В этой стадии из штреков проходятся восстающие, располагаемые с промежутками 80—100 м. Восстающие посередине этажа соединяются подэтажными штреками (рис. 56). Так как длина преобладающей части жил не превышает 8—12 м, то большинство жил, выявленных этажными штреками, не доходит до подэтажного штрека, а большинство жил, вскрытых этим последним, не доходит до этажных штреков. В силу этого проходка подэтажного штрека еще не разрешает задачи оконтуривания промышленных участков. Для решения ее из восстающих проходятся по две горизонтальные скважины, располагаемые посередине расстояния между подэтажным и этажными штреками. Таким образом, 40—50-метровый блок рассекается тремя горизонтальными выработками (две скважины и подэтажный штрек) на 4 ленты высотой по 10—12 м каждая, что приблизительно соответствует средней длине жил по падению. Такая система эксплуатационной разведки позволяет оконтурить промышленные участки даек с требуемой достоверностью, необходимой для правильного размещения очистных выработок и определения их размеров.

Зоны вкрапленных руд

Зоны вкрапленных руд имеют различные формы, более разнообразные, чем рудные тела таких типов, как, например, жилы, железные шляпы или линзообразные залежи. Внутреннее строение оруденения также неодинаковое и может меняться в пределах одной и той же зоны.

Формы и строение зон вкрапленных руд находятся в тесной зависимости от структуры рудного поля и литологического состава слагающих его пород, их пористости, растворимости и трещиноватости. Чаше вкрапленное оруденение сосредоточивается в линейно-вытянутых зонах интенсивного расщепления и трещиноватости, развитых по мощным тектоническим нарушениям, проходящим в пределах осадочных и вулканогенных толщ или массивов изверженных пород, а также по контактам пород, различающихся между собой по составу или по физическим свойствам. Это приводит к образованию в общем линейно-вытянутых зон вкрапленных руд, часто имеющих сложную конфигурацию контактов по простиранию и падению (пальцеобразную, лапчатую или перистую) с концентрацией более интенсивного оруденения в центральной части и постепенным ослаблением его к периферии.

В связи с формой залегания пород, благоприятных для минерализации (даек, пластов известняков, линз туфов, конгломератов), вкрапленные руды могут локализоваться в виде залежей, имеющих иногда достаточно четко ограниченные контакты оруденелой породы. Развитие в более или менее однородных породах трещиноватости нескольких направлений приводит к образованию залежей, имеющих в общем изометричные формы.

В зависимости от физико-химических свойств пород (пористости,

химической активности, твердости, вязкости) и находящегося в частичной связи с ними характера трещиноватости в рудах могут преобладать рассеянные вкрапленные или же прожилковые выделения сульфидов и других минералов. Насыщенность прожилками и их размеры могут быть разными. В одних случаях развивается плотная сеть тончайших прожилков, в других образуется менее плотная сеть более крупных жилок, сопровождающихся тонкой вкрапленностью. При еще более крупных размерах жилок оруденение приближается к штокверковому, и таким образом создаются промежуточные типы рудных тел.

В связи с различными условиями рудоотложения вкрапленные руды могут образовывать самостоятельные залежи или же сопровождать рудные тела других типов. Часто вкрапленные руды сменяют «сплошные» сульфидные залежи или жилы, продолжая их по простиранию или по падению, или в обоих направлениях, а также в местах пережимов рудных тел, сложенных сплошными рудами. Иногда вкрапленные руды образуют как бы чехол, облегающий сульфидные жилы и залежи, или сопровождают их с одного бока. В ряде случаев вкрапленные руды развиваются во вмещающих породах тела штокверка или жильной зоны.

При отмеченном разнообразии форм и внутреннего строения зон вкрапленных руд достаточно постоянным признаком, свойственным почти всем зонам, образующим самостоятельные промышленные залежи, является их значительная мощность, обычно в пределах от 5 до 50 м, а нередко достигающая 100 м и более.

Другим общим свойством большинства зон вкрапленных руд является невысокое содержание золота и сравнительно равномерное его распределение. Однако, несмотря на относительную равномерность оруденения, иногда свойственная ему струйчатость при общем низком уровне содержания нередко обуславливает разобщенность контуров промышленных руд, отдельными участками располагающихся среди бедных непромышленных руд.

Разведка залежей вкрапленных руд в основном соответствует общей схеме разведки рудных тел большой мощности; ее особенностями являются:

а) Сравнительно равномерное распределение золота в зонах вкрапленного оруденения и отсутствие условий для избирательного истирания керна в большинстве случаев позволяют вести разведку до получения запасов категории В с помощью скважин как горизонтального, так и наклонного бурения.

б) Струйчатость промышленного оруденения, часто свойственная залежам вкрапленных руд, и нередко наблюдаемая сложность контуров в периферических частях рудных тел, а также небольшие различия между содержанием золота в промышленных и непромышленных рудах обуславливают отнесение рудного тела к более низкой группе (по выдержанности оруденения) в сравнении с сульфидными залежами аналогичных размеров. В соответствии с этим требуется более плотная разведочная сеть для оконтуривания рудных тел на флангах и на глубине.

в) Те же условия (пункт «б») приводят к необходимости особо тщательного секционного опробования всех секущих выработок, часть которых должна быть пройдена на значительное расстояние за пределами установленных промышленных контуров ввиду возможности обнаружения новых рудных участков.

Подсчет запасов месторождений типа зон вкрапленных руд производится способом горизонтальных и вертикальных разрезов.

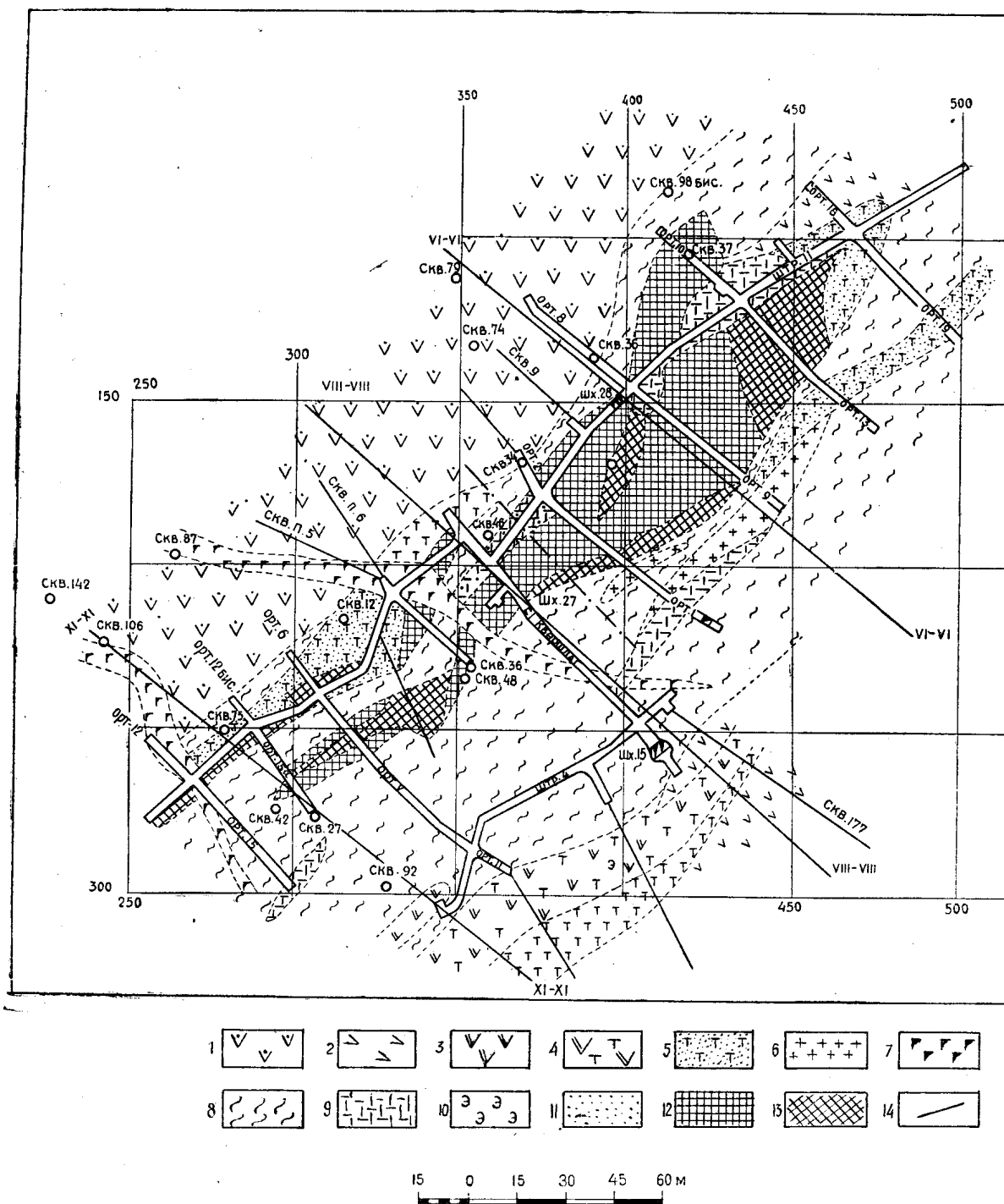


Рис. 57. Разведка колчеданных залежей и вкрапленных руд месторождения «К» на горизонте
 1 — авгит-плагиоклазовые порфириты; 2 — амфибол-плагиоклазовые порфириты; 3 — кислые плагиок-
 дацитового ряда; 4 — туфы порфиритов; 5 — туфопесчаники; 6 — дайки альбитофиров; 7 — дайки га-
 хлоритовые сланцы; 9 — метасоматические вторичные кварциты; 10 — эпидотизация; 11 — вкрапленные ру-
 руды; 13 — баритовые руды; 14 — скважины горизонтальные

Пример разведки месторождения, представленного зонами вкрапленных руд, сопровождающих линзообразные залежи, приведен на рис. 57.

Линзообразные залежи

Разведка залежей этого типа ведется по общему плану разведки мощных рудных тел. При этом, как и при разведке зон вкрапленных руд, часто с помощью бурения степень разведанности запасов можно довести до категории В.

На рис. 57 и 58 приведен пример разведки месторождения, представленного крутопадающей кварцево-барито-сульфидной залежью, сопровождающейся зонами вкрапленных руд во вмещающих породах.

Залежь приурочена к мощной зоне рассланцевания, проходящей в вулканогенно-осадочной толще, которая включает диабазы, кератофиры и их туфы, а также туфосланцы, песчаники и яшмы. В зоне рассланцевания, вблизи рудного тела, диабазы и песчаники хлоритизированы, а большинство других пород интенсивно серицитизировано. Местами возникли прослои вторичных кварцитов.

Рудное тело вытянуто в общем согласно с зоной рассланцевания. Но имеющиеся дорудные поперечные нарушения, включающие в некоторых местах дайки порфириров, являются несколько экранирующими в перпендикулярном направлении. В лежащем боку этих даек наблюдается значительное увеличение мощности рудного тела. В то же время, отдаляясь от таких даек, рудное тело постепенно уменьшается в мощности и разветвляется на две-три ветви, разделенные слабо оруденелыми рассланцованными и гидротермально-измененными породами.

Мощность рудной залежи колеблется от 10 до 50 м, длина по простиранию более 400 м; по падению она разведана на 300 м.

В верхней части рудного тела, до глубины 50 м, развита типичная железная шляпа, сложенная лимонито-ярозитовыми рудами и небольшим слоем кварцево-баритовой сыпучки. Ширина шляпы значительно больше мощности залежи в зоне первичных руд.

На поверхности месторождение было пересечено сначала тремя канавами, пройденными через 80 м, а затем в окисленной зоне разведывалось линиями глубоких шурфов с расстояниями между линиями 60 м и между шурфами по линиям 20 м.

Детальная разведка месторождения была проведена на горизонтах 50 и 80 м. На каждом горизонте проходилась основной штрек вдоль всего рудного тела и из него вкрест простирания — орты через интервалы 20—40 м, а между ними местами еще горизонтальные скважины (рис. 57).

Запасы до глубины 80 м были подсчитаны способом горизонтальных разрезов по категории В. Рудное тело предназначено к отработке карьером.

В процессе разведки железной шляпы залежь разбуривалась наклонными скважинами, сначала с расчетом подсечения рудного тела в средней части на интервале глубин 70—80 м; эти скважины обнаружили зону первичных руд. Первые скважины, расположенные по разведочным линиям через 120 м, дали запасы категории С₁.

Далее разведочные линии скважин были сгущены до 60 м, и разведка была произведена еще на двух интервалах (150—180 и 250—300 м), причем нижний горизонт был разбурен с интервалом через 120 м

и пересечен тремя скважинами. Выше второго горизонта подсечения рудного тела скважинами запасы были подсчитаны по категории В, но условно оставлены в категории С₁ до получения данных технологического опробования первичных сульфидных руд.

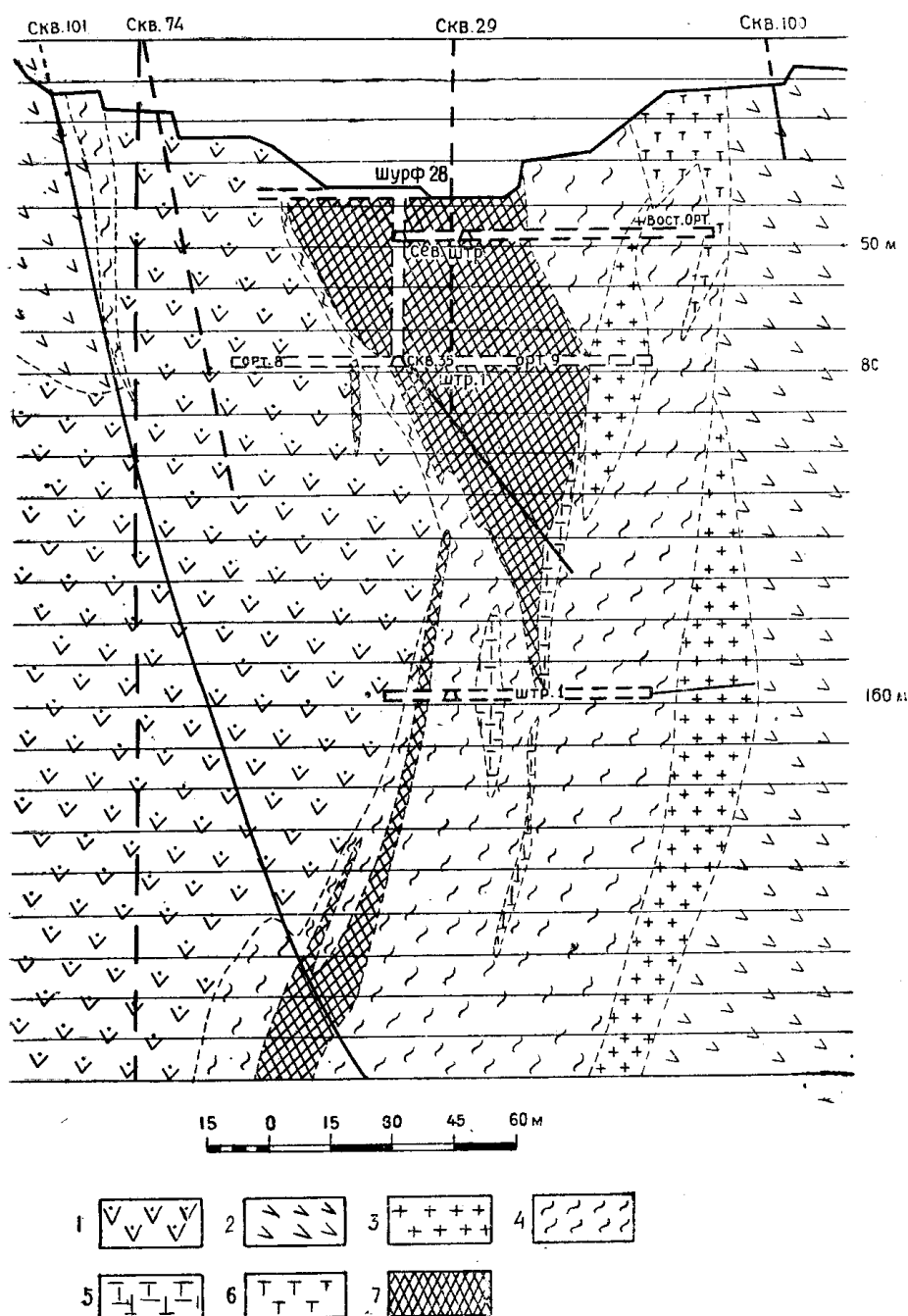


Рис. 58. Поперечный разрез месторождения «К» по линии VI—VI
1 — авгит-плагиоклазовые порфиры; 2 — амфибол-плагиоклазовые порфиры; 3 — дайки альбитофиров; 4 — кварцево-хлоритовые и серицитовые сланцы; 5 — метасоматические вторичные кварциты; 6 — туфы; 7 — пиритовые руды

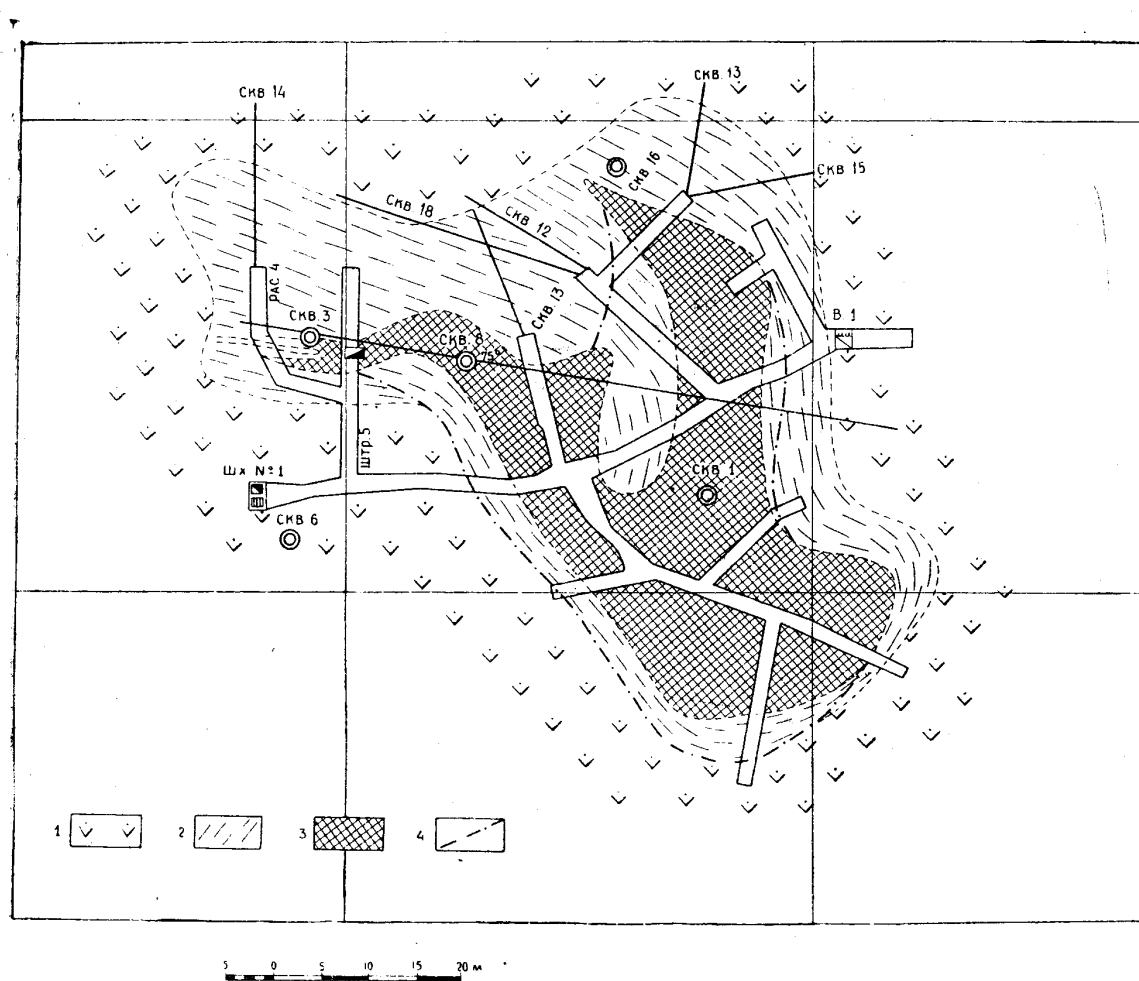


Рис. 59. Разведка трубчатого рудного тела месторождения «Т» на горизонте 60 м
 1 — порфириты; 2 — каолино-серицитовые сланцы; 3 — баритовые руды; 4 — контур золотоносных боковых пород

Между вторым и третьим горизонтами скважин запасы были подсчитаны по категории С₁. Ниже, на высоту приблизительно двух эксплуатационных этажей, были экстраполированы запасы по категории С₂.

В лежащем боку залежи была заложена шахта эксплуатационного сечения, пройденная до глубины 160 м с целью непосредственного наблюдения рудного тела в зоне первичных руд и получения материала для технологических испытаний.

4. СХЕМА РАЗВЕДКИ РУДНЫХ ТЕЛ НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ (трубчатой и гнездообразной)

На месторождениях, представленных рудными телами этого типа, поисковые работы на поверхности часто не в состоянии установить форму рудного тела. Только материалы геологического картирования могут послужить основанием для предположения о наличии трубообразной формы данного рудного тела.

В процессе предварительной разведки трубообразного тела после проходки выработок на поверхности следует сразу же закладывать глубокий шурф или небольшую шахту непосредственно в рудном теле. Шахта при эксплуатации может быть полезна только в начальной стадии, а затем должна быть оставлена, во избежание больших потерь в целиках.

Чаще наблюдается крутое или даже вертикальное падение трубообразных тел. Не глубже чем через половину этажа (15—20 м), нужно пройти по руде рассечку и дальше из центра рудного тела — другую рассечку, перпендикулярную к первой. Ниже на 15—20 м следует пройти еще две аналогичные рассечки. Таким путем получают два первых пересечения рудного тела.

Когда получены два-три сечения рудной трубы на подэтажах, положение ее в пространстве можно считать выясненным в такой степени, которая дает основание закладывать эксплуатационную шахту. Она будет находиться в стороне от рудного тела, в его лежащем боку, вне зоны обрушения. При угле падения менее 60° целесообразно проходить наклонную шахту, чтобы уменьшить длину подводящих выработок и упростить обнаружение рудного тела на нижних горизонтах.

Прослеживание трубы на нижних горизонтах должно проводиться наклонными скважинами. Для уточнения формы трубы в горизонтальных сечениях необходимо широко применять горизонтальное бурение.

Разведка отдельных мелких рудных тел трубчатой формы, а также гнездообразной, шпирообразной и других неправильных форм обычно не производится. Разведочные работы на месторождениях, представленных такими рудными телами, сводятся к их поискам. По обнаружении того или иного рудного тела сразу же начинается его выемка. Часто рудное тело, обнаруженное на одном горизонте и отработанное выше, приходится искать снова на следующем, более нижнем горизонте.

Размещение рудных тел рассматриваемого типа в пределах месторождения обычно обуславливается сильной нарушенностью участка тектоническими зонами различных направлений. Поэтому при разведке огромное значение приобретает изучение структуры рудного поля.

Пример разведки золото-баритового рудного тела трубчатой формы показан на погоризонтном плане (рис. 59) и в разрезе (рис. 60).

В связи со сложностью контуров рудных тел данного типа разведка их бурением с поверхности чаще всего не обеспечивает разведанности запасов до категории В, а запасы категории А обычно не выделяются даже и

по данным разведки горными выработками. Разведка запасов наиболее крупных рудных тел этой формы до категории В ведется или тяжелыми горизонтальными горными выработками, или теми же выработками в сочетании с горизонтальным бурением.

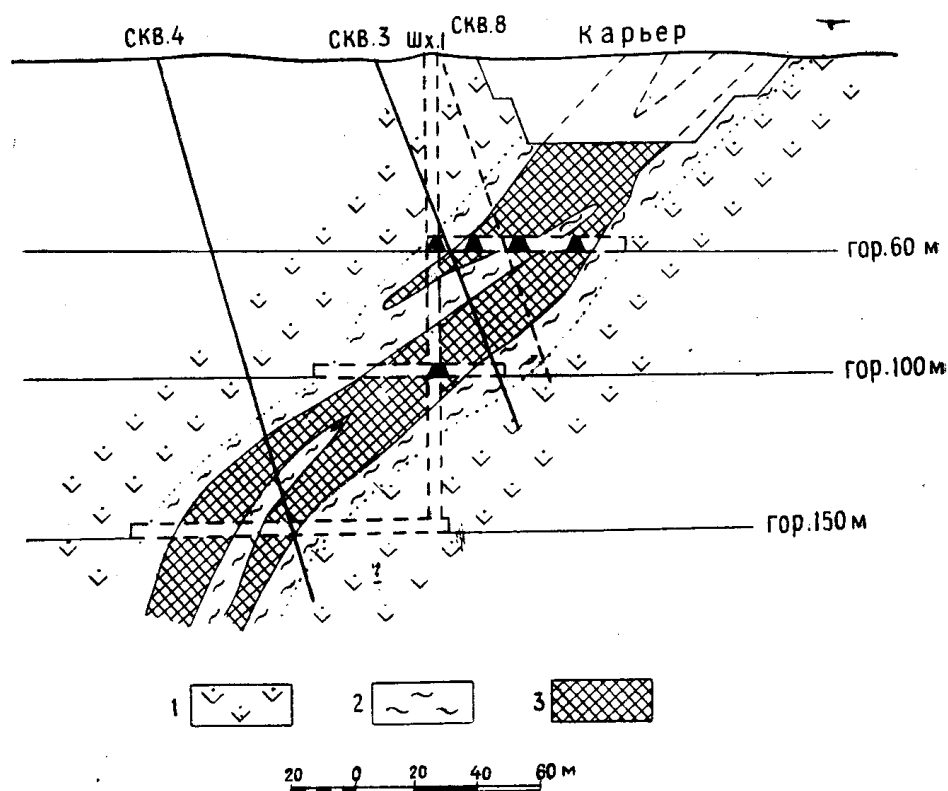


Рис. 60. Продольный разрез через трубчатое рудное тело месторождения «Т» (см. рис. 59)

1 — порфириты; 2 — каолино-серицитовые сланцы; 3 — рудное тело

Запасы категорий C_1 и C_2 нередко приходится подсчитывать с применением коэффициента рудоносности.

Подсчет запасов трубчатых рудных тел производится способом горизонтальных разрезов.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ РАЗВЕДКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

Геофизические методы разведки основаны на различии физических свойств горных пород и руд. Применение этих методов к поискам и разведке полезных ископаемых может быть прямым или косвенным. Прямое применение геофизических методов предполагает возможность использования их для обнаружения непосредственно полезного ископаемого, например при разведке железорудных месторождений, радиоактивных руд, месторождений угля, графита и др. Косвенное применение геофизических методов предполагает использование их для обнаружения рудных тел, содержащих искомое полезное ископаемое, по его парагенетическим спутникам или путем выявления элементов геологической структуры, контролирующей рудопроявление.

Золото содержится в коренных месторождениях в небольших концентрациях, и присутствие его в руде не вносит существенного изменения в физические свойства рудного тела. Поэтому золото не может являться прямым объектом для применения геофизических методов. При поисках и разведке коренных месторождений золота геофизические методы применяются для выявления рудных тел или элементов геологической структуры, с которыми связана локализация золотого оруденения.

Целевым назначением геофизических работ является уменьшение площадей разведочных работ путем оконтуривания участков, в которых наиболее вероятно нахождение золоторудных тел.

Таким образом, геофизические работы занимают место промежуточного звена между детальными поисками и разведкой, являясь одним из видов работ в стадии предварительной разведки золоторудных месторождений. Исключением могут быть работы, проводимые методом заряженного тела, и электрокароттаж скважин методом скользящих контактов. Эти виды работ относятся непосредственно к разведке, так как обязательным условием применения метода заряженного тела является наличие вскрытого, хотя бы в одной точке, рудного тела, а метод скользящих контактов предназначен для уточнения документации скважин колонкового бурения.

Наиболее рациональным использованием геофизических методов является применение их в комплексе с геологической съемкой и разведкой месторождения при самой тесной увязке этих работ, представляющих, по существу, единое целое.

Известно, что геофизическими методами нельзя найти что либо, кроме «аномалии». Для того чтобы выяснить геологическую природу ано-

малии и определить, какими же геологическими причинами она вызвана, необходима прежде всего проверка аномальных зон или точек горными выработками или буровыми скважинами.

Проверка аномалий горными работами, определение их геологической природы позволяют не только оценить перспективность отдельных участков рудного поля, но и наметить наиболее рациональные пути использования геофизических методов в конкретных геологических условиях как при решении поисково-разведочных задач, так и при геологическом картировании.

По характеру используемых физических свойств горных пород и руд среди геофизических методов разведки выделяются:

1) **Электроразведка**, основанная на различии в электрических свойствах горных пород и руд. Большая часть методов электроразведки использует искусственно созданные электрические поля, и только метод измерения естественного электрического тока изучает электрическое поле, возникающее в некоторых горных породах и рудах в результате природных физико-химических процессов.

2) **Магниторазведка** изучает изменения земного магнитного поля, обусловленные горными породами и рудами, имеющими различные магнитные свойства.

3) **Гравиразведка** изучает изменения поля силы тяжести, которые вызываются породами и рудами, обладающими различной плотностью.

4) **Сейсморазведка** изучает распространение упругих колебаний в горных породах, возбуждаемых при помощи взрывов.

При разведке коренных месторождений золота наиболее широкое применение нашли первые два вида геофизической разведки, а именно электроразведка и магниторазведка. В последние годы в комплексе с этими методами также используется металлометрическая съемка.

Гравиразведка до настоящего времени в золотой промышленности не применялась, но есть основания полагать, что внедрение данного метода расширит возможности геофизических методов при поисках и разведке некоторых типов коренных месторождений золота, особенно представленных кварцево-баритовыми, баритовыми и сульфидными телами.

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД И РУД

Поскольку геофизические методы разведки основаны на различии физических свойств пород и руд, знание этих свойств необходимо для решения вопроса о применимости разных геофизических методов при поисках и разведке коренных месторождений золота того или иного типа. Кроме того, знание физических свойств требуется для понимания геологической природы геофизических аномалий.

Горные породы обладают многими физическими свойствами, но здесь кратко рассмотрены только электрическое сопротивление и магнитные свойства горных пород и руд, поскольку при разведке золоторудных месторождений наибольшее практическое применение нашли методы электрометрии и магнитометрии.

Электрические свойства пород и руд. Удельное электрическое сопротивление горных пород и руд зависит от ряда факторов: удельного сопротивления минералов, входящих в состав породы, пористости, влажности, сопротивления воды, насыщающей породы, а также от температуры.

Сочетание этих факторов в природных условиях может быть самым различным, и поэтому электрическое сопротивление пород, даже однородных по составу, изменяется в широких пределах.

К числу хороших проводников электрического тока относятся почти все рудные минералы: пирит, пирротин, халькопирит, галенит, титаномagnetит, магнетит, борнит, ковеллин, арсенопирит и др. Исключение представляют сфалерит, реальгар и аурипигмент, обладающие высоким электросопротивлением. К числу хороших проводников относятся также графит и некоторые каменные и бурые угли. Большинство же породообразующих минералов обладает очень высоким сопротивлением.

В табл. 9 указаны значения удельного электрического сопротивления для некоторых горных пород и рудных минералов.

Таблица 9

Наименование пород или минералов	Удельное сопротивление в ом.м
Изверженные и метаморфические породы	
Базальт	20 000
Гнейс	200—34 000
Гранит	300—10 000
Диабаз	20—20 000
Диорит	50 000
Кристаллический сланец	200—20 000
Мрамор	100—100 000
Кварцево-хлоритовые и кварцево-серпичитовые сланцы	30—60 000
Порфиры и порфириты	90—40 000
Осадочные породы	
Глинистые сланцы	0,04—900
Конгломерат	25—11 500
Мергель	5—70
Песок	100—5 000
Песок, насыщенный пресной водой	10
Песчаник	30—100 000
Суглинок	10—450
Минералы	
Графит	0,03—12
Галенит	0,0026
Гематит	10 000—1 000 000
Кварц	$1,2 \cdot 10^{14}$ — $3,2 \cdot 10^{16}$
Пирит, пирротин, халькопирит	0,001—0,1
Слюда	$9 \cdot 10^{15}$ — $2 \cdot 10^{17}$
Сфалерит	$1,5 \cdot 10^8$

Следует иметь в виду, что горные породы обычно содержат влагу и электрическое сопротивление их в природных условиях значительно ниже, чем указано в приведенной таблице.

Когда проводящие минералы содержатся в горных породах в количестве, измеряемом единицами процентов, сопротивление пород может исчисляться тысячами и десятками тысяч ом-метров. Если в состав горной породы проводящие минералы входят в большом количестве, то сопротивление этой породы становится более низким — порядка десятков и сотен ом-метров.

Магнитные свойства пород и руд. Из природных соединений наиболее высокими магнитными свойствами обладает магнетит, меньшей магнитной восприимчивостью — минералы титаномагнетитовой группы, а также гематит и пирротин, которые встречаются как в магнитных, так и в немагнитных модификациях. Все остальные рудные и породообразующие минералы практически немагнитны.

Магнитные свойства горных пород главным образом зависят от количественного соотношения магнитных и немагнитных минералов в составе породы.

Данные о магнитной восприимчивости пород представлены в табл. 10, где указана распространенность в природных условиях разновидностей пород, обладающих той или иной степенью магнитности.

Таблица 10

Данные о магнитной восприимчивости пород

Породы	Практически немагнитные $\chi = 0-50 \cdot 10^{-6}$	Очень слабо магнитные $\chi = (50-100) \cdot 10^{-6}$	Слабо магнитные $\chi = (100-1000) \cdot 10^{-6}$	Магнитные $\chi = (1000-5000) \cdot 10^{-6}$	Сильно магнитные $\chi \geq 5000 \cdot 10^{-6}$
Осадочные породы					
Известняки	x	—	—	—	—
Доломиты	x	—	—	—	—
Песчаники	x	o	o	—	—
Глины	x	o	o	o	—
Гипс	x	—	—	—	—
Изверженные породы					
Граниты	x	o	o	—	—
Гранодиориты	—	—	o	o	—
Кварцевые порфиры	x	—	—	—	—
Сиениты	x	o	o	o	—
Габбро	—	o	o	x	—
Диабазы	o	o	o	x	x
Порфириты	o	—	—	x	o
Базальты	—	—	x	x	—
Перидотиты	—	—	o	x	x
Змеевики	—	—	o	x	o

x — наиболее часто встречающиеся разновидности;

o — реже встречающиеся разновидности;

— — среди исследованных образцов отсутствуют разновидности с данной степенью магнитности.

Электрические и магнитные свойства пород и руд изменяются в широких пределах и зависят не только от их вещественного состава, но и от степени выветривания пород и отдельных минералов, входящих в их состав, от степени минерализации, увлажненности и условий залегания, т. е. от всего комплекса геологических особенностей того или иного месторождения.

2. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПОЛЕВЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Наметить стандартный комплекс методов геофизических работ для всего разнообразия коренных месторождений золота не представляется возможным, так как правильное применение геофизических методов прежде всего требует учета всех геологических особенностей разведываемого рудного поля. Можно дать некоторые указания, являющиеся более или менее общими для всех типов золоторудных месторождений.

По условиям применимости геофизических методов при разведке рудных месторождений золота можно выделить такие объекты: а) сульфидные (колчеданные) залежи и кварцево-сульфидные жилы; б) кварцевые жилы; в) геологические структуры золоторудных месторождений.

В большинстве случаев геофизические работы, направленные на разведку золоторудных месторождений, сопровождаются картированием геологических структур разведываемого рудного поля с целью выделения участков, благоприятных для размещения золотого оруденения.

Приведенная в главе II («Методы разведки») таблица группировки рудных тел коренных месторождений золота по признакам, определяющим систему разведки, может быть использована геофизиком для определения степени густоты сети наблюдений и расчета оптимальных размеров электроразведочной установки метода комбинированного профилирования.

Комплекс методов, пригодных для решения разведочных задач, в каждом конкретном случае устанавливается в соответствии с геологическими и физическими условиями разведываемого золоторудного месторождения. Выбор ведущего метода и уточнение порядка работ производятся в процессе опытно-методических работ, которые ставятся на геологически изученных участках, если возможно с наличием вскрытых рудных тел. Как правило, опытно-методические работы должны составлять 10—15% от общего запроектированного объема геофизических работ на месторождении.

В процессе опытных работ испытываются все запроектированные методы. В качестве ведущего избирается метод, дающий наиболее четкие и закономерные аномалии над известными рудными телами. Другие методы, если установлена целесообразность их применения, используются для детализации или подтверждения аномалий, полученных ведущим методом.

На основании опытных работ также определяются и оптимальные размеры установок для электроразведочных методов.

Размеры питающей установки электропрофилирования по схеме АА'МNB'B должны превышать глубину залегания рудного тела в 5—10 раз при наносах средней электропроводности. Если рудные тела перекрыты хорошо проводящими наносами, то размеры установок необходимо увеличить. Пределы увеличения зависят от конкретных геологических и физических условий, которые выявляются в процессе опытно-методических работ.

Особенно большое значение имеет выбор оптимальных размеров электроразведочной установки для метода комбинированного электропрофилирования, так как величина и четкость аномалии зависят не только от глубины залегания рудного тела, его горизонтальных и вертикальных размеров, но также от величины разносов питающих электродов АВ. Если расстояние между электродами принято недостаточным, то аномальный эффект будет уменьшаться.

На основании лабораторных исследований и опыта практических

работ в золотой промышленности установлена следующая зависимость величины разносов АВ от размеров искомого тела: если размеры тела на глубину равны половине его длины по простиранию, то величину разноса АВ ($\frac{AB}{2}$) рекомендуется принимать примерно 0,75 длины

рудного тела. В то же время $\frac{AB}{2}$ не должны быть меньше глубины залегания рудного тела под наносами; при меньших размерах разносов даже значительные рудные тела не обнаруживаются.

Геофизические работы требуют топографической подготовки участков, которая заключается в разбивке геометрической сети наблюдений. Профили геофизической съемки обязательно располагаются вкрест простирания рудных тел или картируемых геологических структур. Длина профилей определяется размерами разведываемой площади, а расстояния между профилями устанавливаются такими, чтобы пересечь предполагаемые рудные тела не менее чем двумя-тремя профилями. Расстояния между пунктами наблюдений выбираются в зависимости от ширины или мощности искоемых объектов, так чтобы влияние рудного тела было зафиксировано на профиле не менее чем двумя-тремя точками.

При постановке электроразведочных работ, выборе участков и размещении профилей необходимо учитывать характер рыхлого покрова. Наличие свалов и осыпей горных пород или мощного мохового покрова часто не позволяет установить надежный контакт при заземлении электродов питающей и приемной цепей, что усложняет процесс наблюдений и снижает точность измерений. Затруднения вызывают также участки с резко расчлененным рельефом, так как искажения измеряемых величин ρ_k , вызванные влиянием рельефа, могут быть более значительными, чем аномальный эффект, обусловленный искомым рудным телом.

Сложная геоэлектрическая характеристика золоторудных месторождений и различия в физических проявлениях, вызываемых рудными телами, обязывают проводить работы комплексом геофизических методов, что повышает достоверность геологического объяснения выявленных аномалий и сокращает возможность пропуска рудных тел.

Аномальные зоны, зафиксированные при основной съемке ведущим геофизическим методом, должны быть детализированы или другими геофизическими методами, или путем сгущения пунктов наблюдений и изменения размеров электроразведочных установок.

Необходимыми и обязательными работами геофизической партии являются наблюдения по изучению физических свойств (электрических и магнитных) горных пород и руд, развитых в пределах изучаемого рудного поля. Эти наблюдения проводятся на естественных обнажениях и в горных выработках.

По окончании геофизических работ должна быть произведена привязка профилей к триангуляционным пунктам и выставлены реперы (столбы), фиксирующие положение планшета и аномальные участки, подлежащие проверке разведочными выработками.

3. РАЗВЕДКА КВАРЦЕВО-СУЛЬФИДНЫХ ЖИЛ И СУЛЬФИДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Кварцево-сульфидные жилы, в которых содержание сульфидов составляет более 10—15%, сульфидные залежи и зоны вкрапленных руд обычно обладают хорошей электрической проводимостью и часто явля-

ются источниками естественного электрического тока. К такого типа объектам относятся жилы месторождения Дарасун, залежи месторождения Майкаин, сульфидные линзы месторождений Башкирии, рудные залежи и жилы месторождений Центрального Алдана и ряд других.

При разведке месторождений сульфидных и кварцево-сульфидных залежей и жил применяются следующие геофизические методы:

- 1) исследования естественного электрического поля;
- 2) электрического профилирования с двойной питающей цепью (схема AA'MNB'B);
- 3) комбинированного электрического профилирования;
- 4) кароттаж по методу скользящих контактов (МСК);
- 5) метод заряженного тела.

Первые три метода применяются с целью обнаружения новых рудных тел или зон оруденения в пределах разведываемой площади. Метод заряженного тела и кароттаж по методу скользящих контактов предусматривают наличие вскрытых рудных тел.

Метод естественного электрического поля применяется при выявлении рудных тел, создающих в результате физико-химических процессов естественную электродвижущую силу.

Свойством развивать естественную электродвижущую силу обладают рудные тела, в составе которых преобладают халькопирит, пирит и пирротин. Сфалерит и галенит в этом отношении являются исключением, и поэтому рудные тела, содержащие в преобладающем количестве данные сульфиды, естественного электрического поля, как правило, не создают. Сфалерит обладает также и высоким удельным сопротивлением; присутствие его в рудном теле, как правило, понижает его проводимость.

Условия для возникновения естественной электродвижущей силы будут неблагоприятными, если рудные тела окислены на большую глубину, а также если они располагаются выше уровня грунтовых вод. Кроме того, эффект проявления естественного электрического поля на поверхности обычно значительно снижается при наличии мощных рыхлых отложений, обладающих высокой электропроводностью.

Методы симметричного электрического профилирования и комбинированного электропрофилирования применяются в основном при обнаружении крутопадающих и вертикальных рудных жил и залежей.

Метод комбинированного профилирования по отношению к обычному профилированию обладает большей разрешающей способностью, особенно при разведке рудных тел, имеющих большую протяженность и преимущественно линейную форму. За последнее время данному методу отдается все большее предпочтение по сравнению с другими модификациями электрического профилирования. При достаточной дифференциации по электрическим свойствам рудных тел и вмещающих пород электрическое профилирование может быть использовано также при выявлении и прослеживании пологих залежей.

Метод заряженного тела применяется для оконтуривания уже вскрытых разведкой или эксплуатацией залежей, обнаружения слепых рудных тел в поле заряда и установления связи между отдельными рудными телами.

Кароттаж по методу скользящих контактов (МСК) рекомендуется применять с целью дополнения геологической докумен-

тации скважин для выявления жил и прожилков, пропущенных при документации. Необходимым условием применения метода скользящих контактов является наличие достаточной разницы в электрической проводимости руд и вмещающих пород.

Месторождения рассматриваемой группы весьма разнообразны как по форме рудных тел, так и по условиям залегания, характеру вмещающих пород, степени окисления и т. п. Вследствие этого сульфидные залежи и кварцево-сульфидные жилы даже одного и того же месторождения могут обладать способностью создавать различные по характеру физические явления. Это обязывает проводить разведку их с применением комплекса геофизических методов, что позволяет повысить эффективность геофизической разведки.

Дополнительные данные по оценке возможностей выявления рудного тела на установленной электроразведочной аномалии дает метод металлометрической съемки путем выявления ореолов рассеяния элементов — спутников золота: свинца, цинка, меди, серебра, бария и др.

На основании обобщения данных, полученных в результате применения нескольких геофизических методов, обычно на геологической основе составляется сводная карта аномалий.

Очевидно, что участки совпадения аномалий, установленных всеми или несколькими методами, будут наиболее перспективными с точки зрения присутствия рудных жил. Однако при размещении разведочных работ следует проверять и те участки, где зафиксированы аномалии только двумя или даже одним методом, так как бывают случаи, когда рудное тело не фиксируется большинством применяемых методов, а отмечается только каким-нибудь одним из них.

На рис. 61, А, Б, В и Г приведены графики ρ_k и потенциала естественного поля, полученные в пределах одного разведываемого участка. Канавными работами здесь были вскрыты рудные жилы. Канавка I задана в точке, где отмечены узкая локальная аномалия естественного электрического поля и «рудное» перекрестие графиков ρ_k комбинированного профилирования на фоне высоких значений кажущегося сопротивления (рис. 61, А).

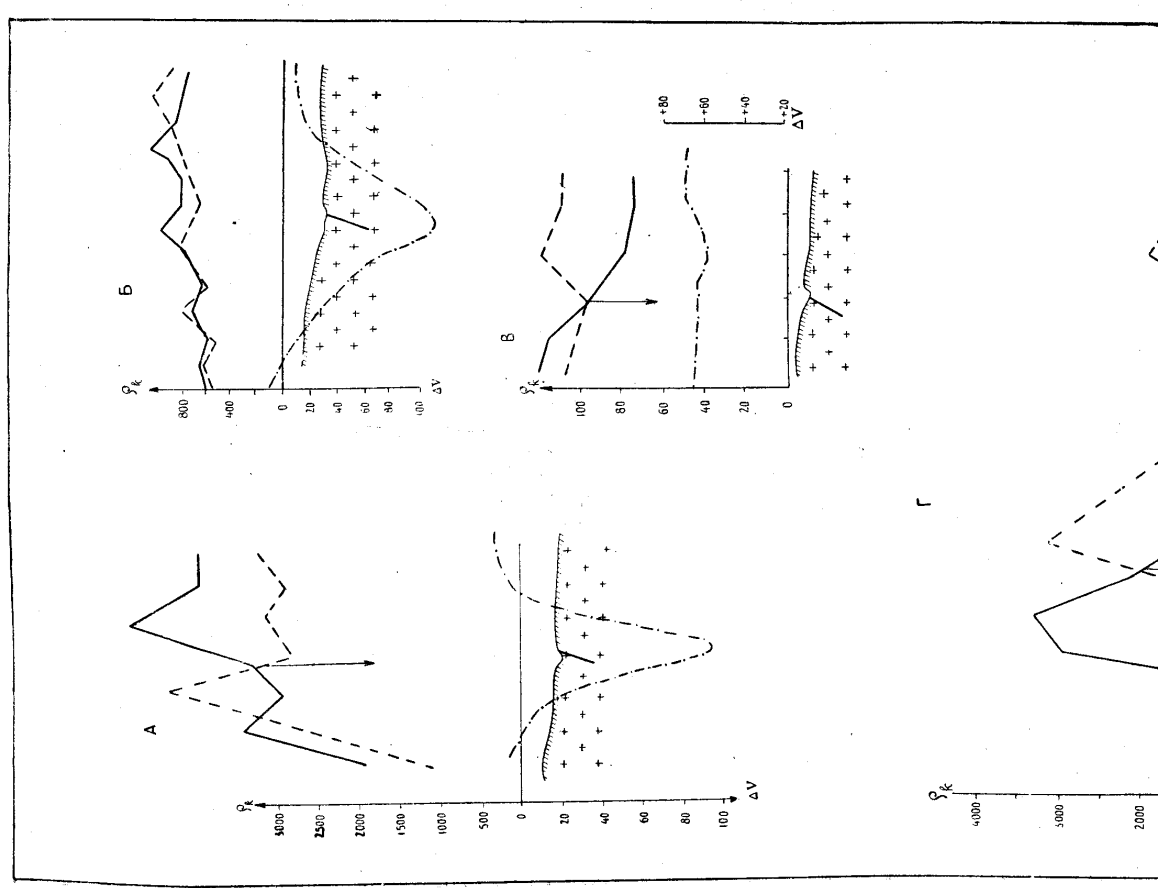
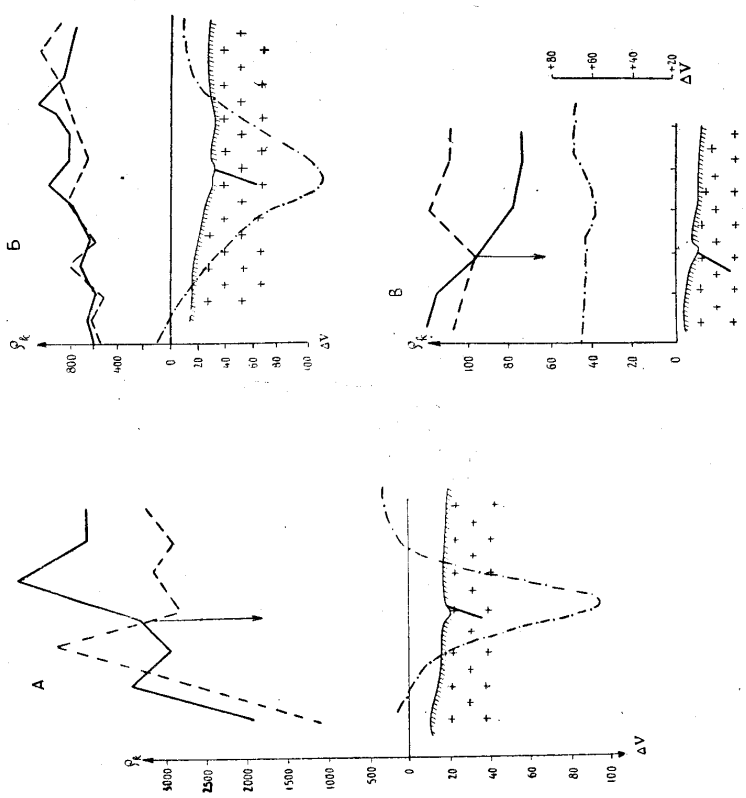
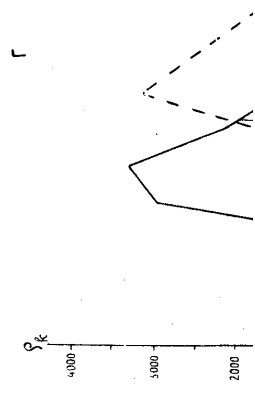
Канавка II задана в центре широкой аномальной зоны естественного электрического поля, где кривые ρ_k комбинированного профилирования не дали характерного перекрестия (рис. 61, Б).

Канавка III задана в точке, где отмечено четкое перекрестие графика ρ_k , но аномалии естественного электрического поля не зафиксировано (рис. 61, В).

Канавка IV задана в эпицентре небольшой по площади аномалии естественного поля. Графики ρ_k дают отчетливое перекрестие, но на фоне низких значений кажущегося электрического сопротивления (рис. 61, Г). В 150 м от первого перекрестия зафиксировано второе перекрестие кривых ρ_k , обусловленное зоной трещиноватости. В области этого перекрестия аномалии естественного поля не отмечаются.

Сопоставление и анализ результатов геофизических работ, полученных несколькими методами, и геологических данных позволяют определить наиболее рациональное расположение разведочных выработок.

Если рудное тело уже вскрыто разведкой и перед геофизическими работами стоит задача определить его контуры или решить вопрос о связи рудных тел, расположенных на некотором расстоянии друг от друга, то в этом случае применяют метод заряженного тела. Для этого один из питающих электродов измерительной установки помещают в рудное поле,



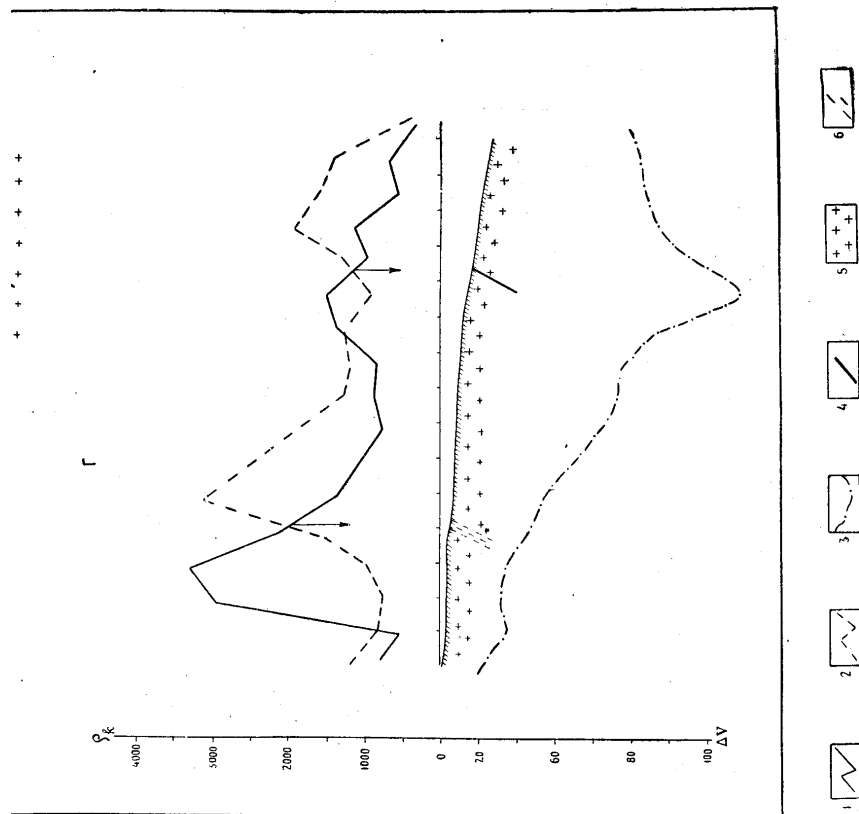


Рис. 61. Типы аномалий комбинированного электропрофилирования и естественного поля над кварцево-сульфидными жилами (по И. А. Кудрявцевой)

А — узкая локальная аномалия естественного электрического поля и «рудное» перекрестие графиков ρ_k комбинированного профилирования на фоне высоких значений ρ_k ;

Б — широкая аномальная зона естественного электрического поля без характерного перекрестия над жилой графиков ρ_k ;

В — перекрестие графиков ρ_k над жилой, при отсутствии аномалий естественного электрического поля;

Г — графики ρ_k дают два перекрестия. Правое перекрестие на фоне низких значений ρ_k совпадает с аномалией естественного поля. Левое перекрестие обусловлено зоной трещиноватости, аномалии естественного электрического поля нет

- 1 — график $\Delta MNC \rightarrow \infty$ 4 — кварцевая жила
- 2 — график $BNMC \rightarrow \infty$ 5 — гранодиориты
- 3 — кривая потенциала 6 — зона трещиноватости

а другой устанавливают на поверхности на значительном удалении от рудного тела, но в направлении его предполагаемого простирания. По заранее разбитым профилям, заданным также вкрест простирания рудного тела, производят измерения разности потенциала между электродами приемной цепи. По этим данным строят линии равных потенциалов, конфигурация которых как бы повторяет контур рудного тела. Если вблизи рудного тела в поле заряда располагается второй проводник, например новое рудное тело, то равнопотенциальные линии деформируются в направлении этого проводника.

На рис. 62 приведен план равнопотенциальных линий над рудным телом, вскрытым шурфом 34, где был помещен один из питающих электродов (место заряда). По геофизическим данным, эпицентр рудного тела смещен на юго-запад от шурфа 34 и рудное тело имеет простирание, близкое к меридиональному. Ось рудного тела совпадает с нулевыми значениями градиента потенциала и проходит западнее шурфа 34. Деформация линий в восточной части профиля 0 вызвана влиянием проводника, расположенного за пределами планшета съемки. Геофизические данные были подтверждены разведочными и эксплуатационными работами.

Методом заряженного тела можно также определить и длину рудного тела. Для этого вдоль оси рудной зоны (по нулевым значениям градиента потенциала) следует задать продольный профиль и снять кривую градиента потенциала. На концах проводника будет наблюдаться резкий максимум градиента. Для решения вопроса о связи рудных тел, расположенных в пределах разведываемой площади, сначала производят измерения при заряде в одном рудном теле, затем при заряде во втором рудном теле и при заряде в обоих телах одновременно. Наблюдения ведут по профилю, пересекающему оба рудные тела.

На рис. 63 приведены графики градиента потенциала двух рудных тел, не имеющих электрической связи. Если бы рудные тела имели электрическую связь, то графики градиента потенциала при заряде в том и другом рудных телах были бы идентичны и характеризовались низкими значениями градиента на участке между рудными телами и высокими вне их пределов.

Необходимыми условиями, определяющими применимость метода заряженного тела, являются высокая электрическая проводимость рудного тела по отношению к вмещающим породам и относительно простые его формы.

При разведке коренных месторождений золота, представленных сульфидными и кварцево-сульфидными залежами и жилами, целесообразно применять кароттаж буровых скважин методом скользящих контактов. Необходимым условием применения этого метода является хорошая проводимость рудных тел по отношению к вмещающим породам.

Метод скользящих контактов с помощью одноэлектродной установки состоит в измерении величины силы тока вдоль ствола скважин. В результате измерений получают диаграмму МСК, отображающую электропроводность пород, пересеченных скважиной. При соприкосновении электрода с проводником сила тока резко возрастает, и это используется для выявления рудных тел.

На рис. 64 приводятся две кароттажные диаграммы скважин месторождения Майкаин. На диаграммах МСК порфириды и окварцованные порфириды отмечаются участками кривых с малым значением силы тока. Хлорито-серицитовые сланцы с вкрапленностью пирита выделяются участками несколько повышенных значений силы тока. Плотные сульфидные

руды отмечаются резким повышением силы тока и гребенчатым характером кривой. Сопоставляя диаграммы МСК с буровыми колонками, в не-

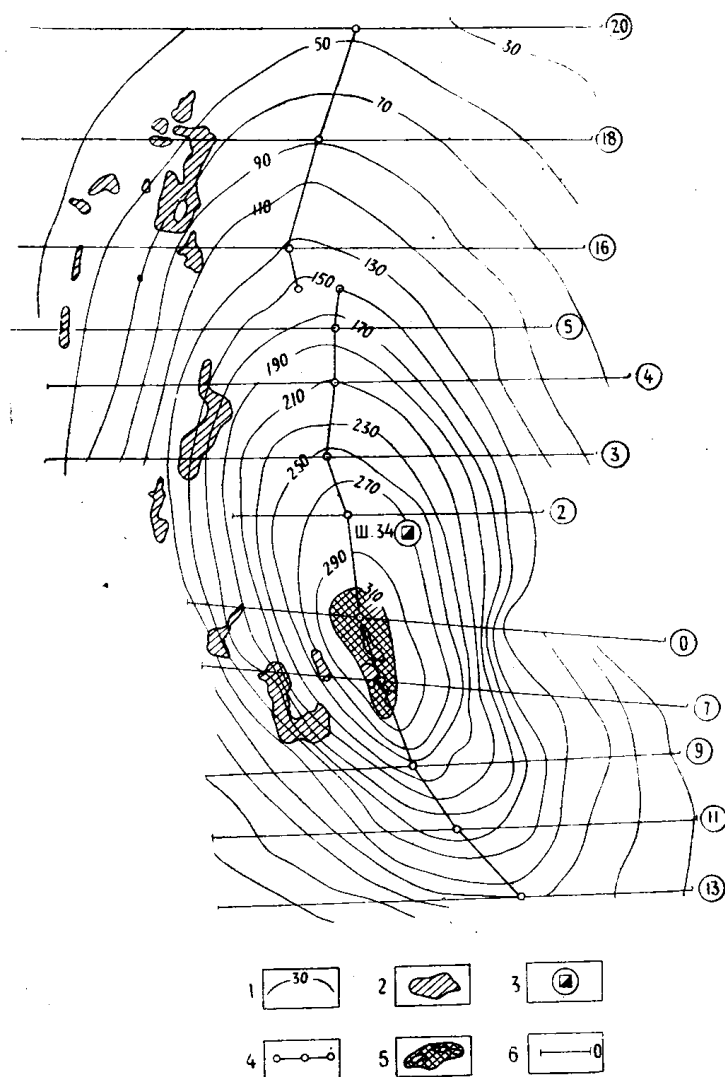


Рис. 62. Карта равнопотенциальных линий по методу заряженного тела (по К. И. Петрову)

1 — линии равных потенциалов; 2 — отработанные мелко-залегающие рудные тела; 3 — место заземления электрода А в рудном теле, вскрытом шурфом 34 на глубине 43 м; 4 — ось рудной зоны (по геофизическим данным); 5 — эпицентр зоны залежи «Высокая»; 6 — линии геофизических профилей

которых участках хлорито-серицитовых сланцев наблюдается резкое повышение значений силы тока, что указывает на увеличение вкрапленности сульфидов.

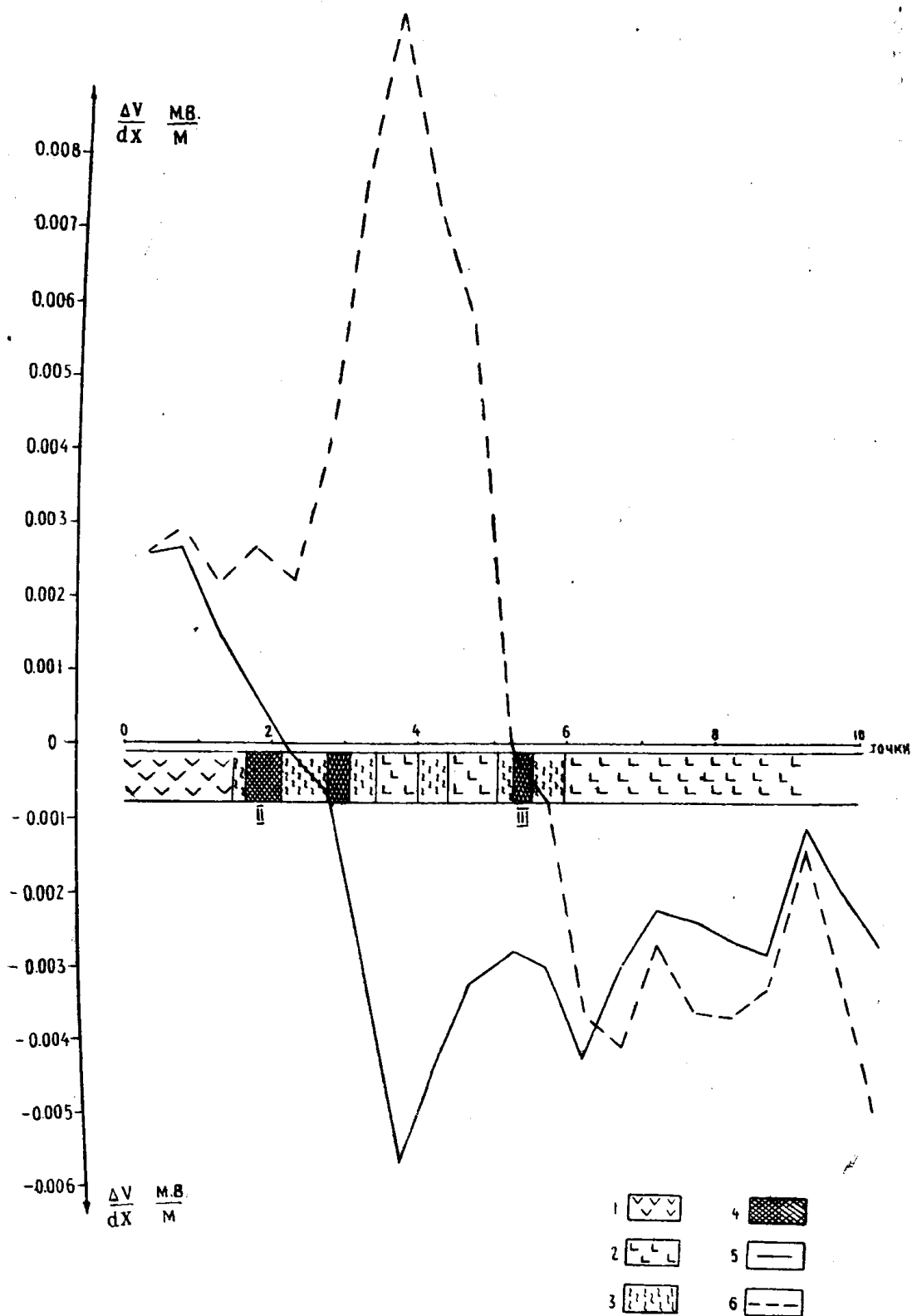


Рис. 63. Графики градиента потенциала над месторождением «В» (по П. В. Ларину)
 1 — авгит-плагиоклазовые порфириды; 2 — альбитофиры; 3 — кварцево-серицитовые сланцы; 4 — рудное тело; 5 — кривая градиента при заряде в рудном теле «II»; 6 — кривая градиента при заряде в рудном теле «III»

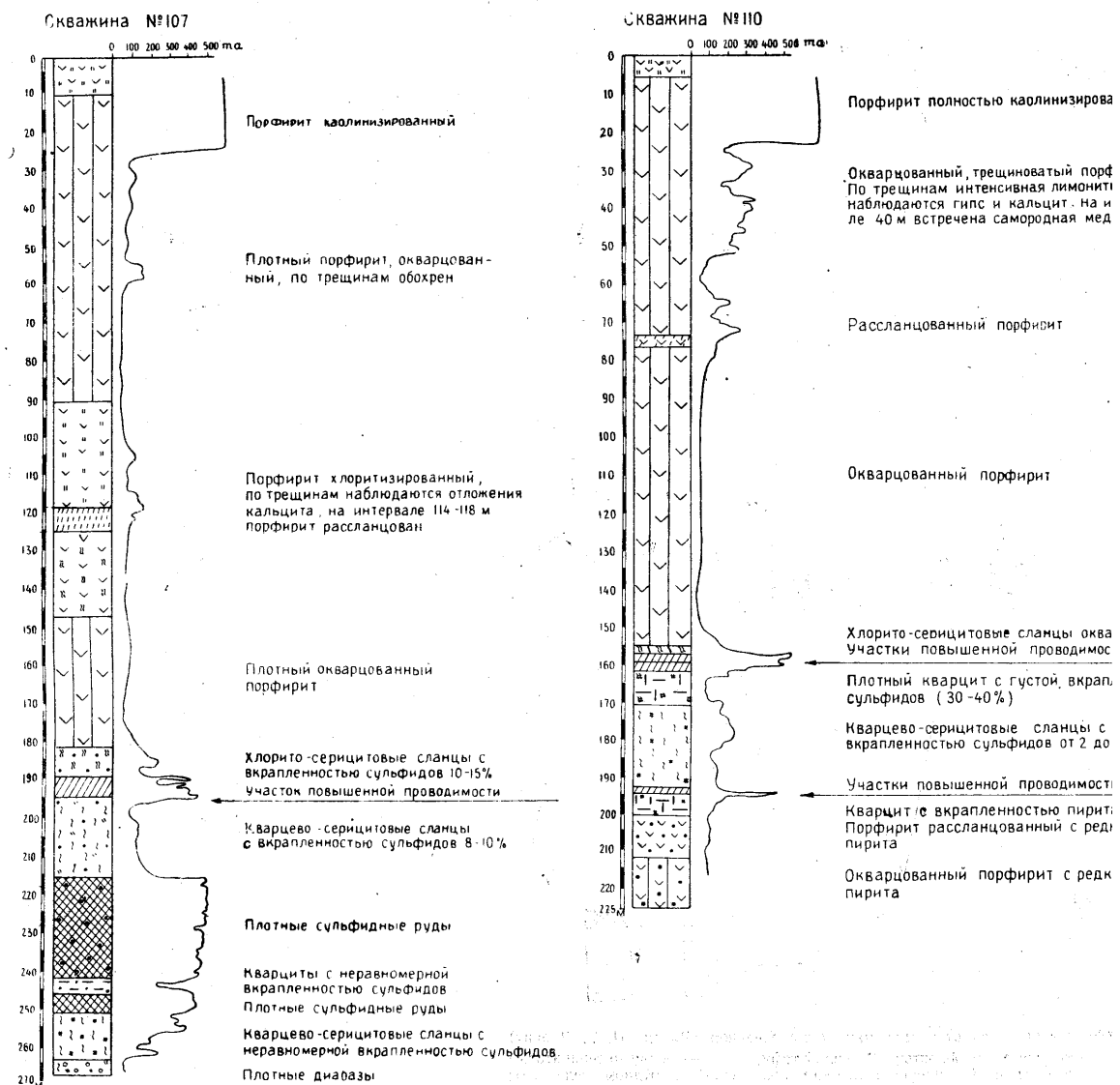
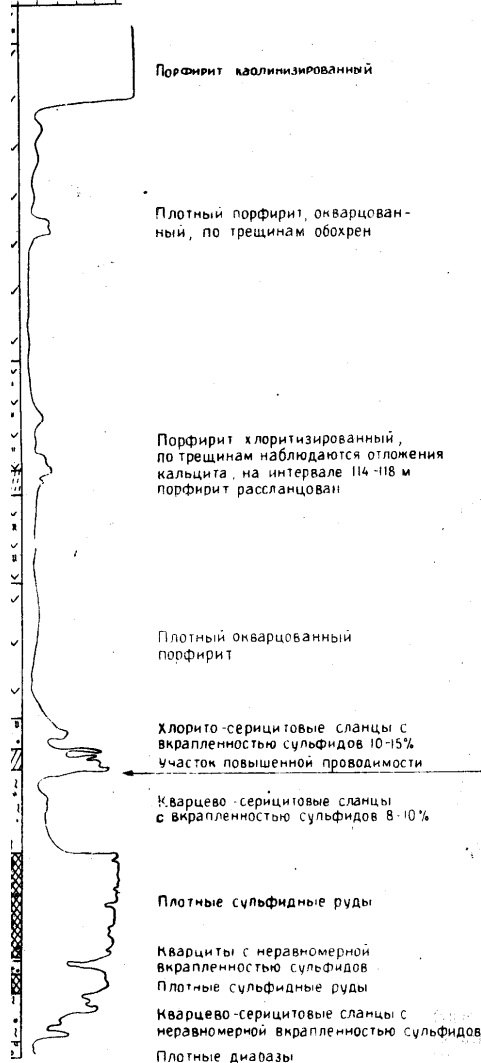


Рис 64. Каротажные диаграммы МСК (по П. В. Ларину)

на №107

0 100 200 300 400 500 м.



Скважина №110

0 100 200 300 400 500 м.

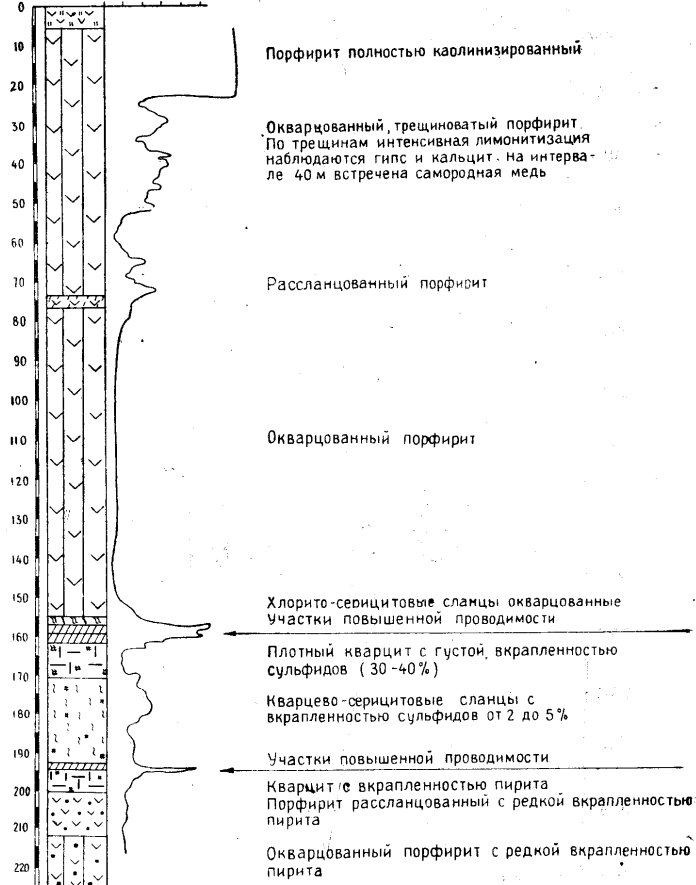


Рис 64. Кароттажные диаграммы МСК (по П. В. Ларину)

4. РАЗВЕДКА КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ

Кварцевые жилы представляют преобладающее большинство золоторудных месторождений. Вместе с тем они являются одним из трудных и сложных объектов для применения геофизических методов разведки.

Трудности геофизической разведки кварцевых жил объясняются тем, что физические свойства кварцевых жил непостоянны и резко меняются в зависимости от условий их залегания и характера минерализации как самих жил, так и боковых пород. Кроме того, большинство кварцевых жил имеют малую мощность и поэтому обнаружение их, особенно при мощности наносов от 5 м и более, становится практически невозможным.

Опыт геофизических работ показывает, что по характеру электрических свойств кварцевые жилы можно разделить на три группы.

Первая группа обладает повышенной электрической проводимостью по отношению к вмещающим породам и создает аномалии в виде четкого минимума кажущегося электрического сопротивления. Это характерно для жил, сопровождающихся влажными глинистыми зальбандами или хорошо проявленными околожилными изменениями вмещающих пород.

В таких случаях электроразведкой фиксируется положение не собственно жилы, а ее зальбандов. К данной группе жил можно отнести некоторые жилы месторождений Степняк, Знаменитенского, Крутихи на Урале и т. д. (рис. 65).

Вторая группа имеет повышенное сопротивление по отношению к вмещающим породам и дает аномалии, которые характеризуются четким максимумом кажущегося сопротивления на фоне пониженных значений ρ_k , соответствующих вмещающим породам. Это типично для жил, имеющих так называемые «сухие» зальбанды, или когда образование жилы сопровождается прокварцеванием боковых пород. К данной группе относятся большая часть жил рудника Знаменитенского, Маминское месторождение (Средний Урал), Джангиз-Карагай (Южный Урал) и др. (рис. 66).

Опыт геофизических работ показывает, что в пределах одного и того же месторождения могут встретиться жилы обеих групп; такое положение еще больше затрудняет их разведку геофизическими методами.

Третья группа включает жилы, не выделяющиеся методом сопротивления среди вмещающих их пород. К данной группе принадлежит большинство кварцевых золотосодержащих жил, которые обычно представлены маломощными телами, имеющих слабо измененные боковые породы. К ним относятся, например, большинство жил месторождения Бестюбе, Балахчино и многие другие.

Метод электроразведки на постоянном токе оказывается недостаточно чувствительным для обнаружения подобных жил. При выявлении таких жил более чувствительным оказывается метод отношения условных градиентов на переменном токе (рис. 67).

При поисках и прослеживании кварцевых жил наиболее широкое применение получили и могут получить в дальнейшем следующие геофизические методы:

1) метод сопротивлений в следующих модификациях: а) симметричное электрическое профилирование по схеме AA'MNB'B; б) метод комбинированного профилирования; в) метод средней трети (электропрофиль MN при неподвижном AB);

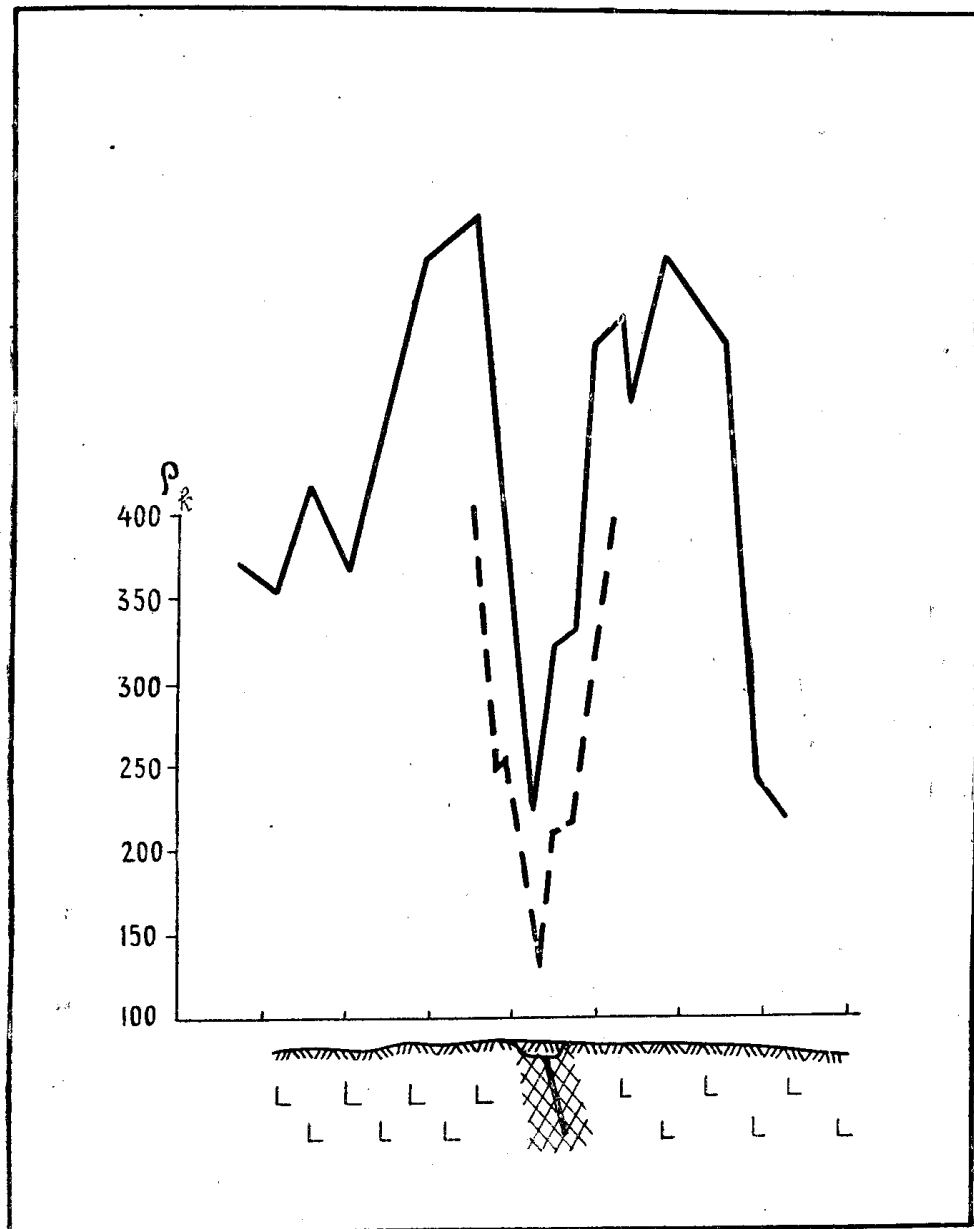


Рис. 65. Графики ρ_k электропрофилирования и метода средней трети над проводящей кварцевой жилой

1 — график ρ_k электропрофилирования; 2 — график ρ_k метода средней трети; 3 — кварцевая жила и околожилные измененные породы; 4 — вмещающие породы

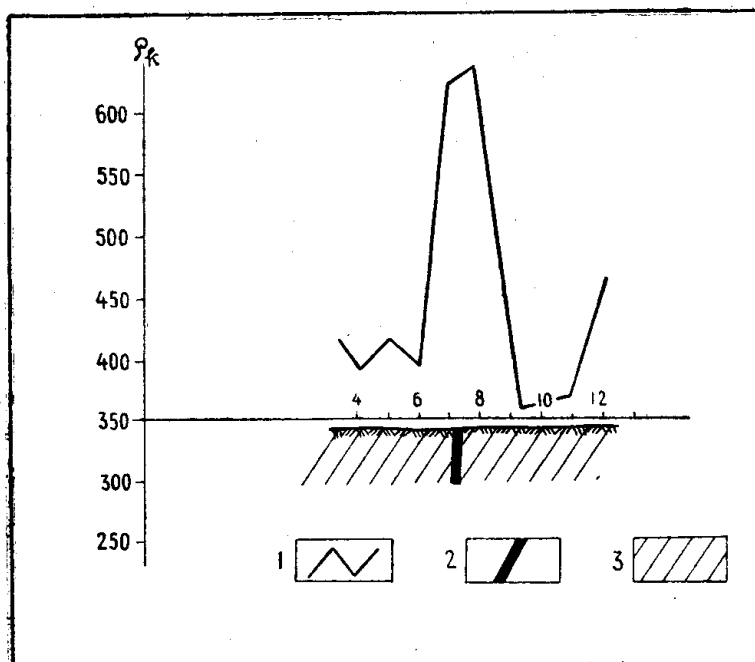


Рис. 66. Графики ρ_k над непроводящей кварцевой жилой
1 — график ρ_k ; 2 — кварцевая жила; 3 — вмещающие породы

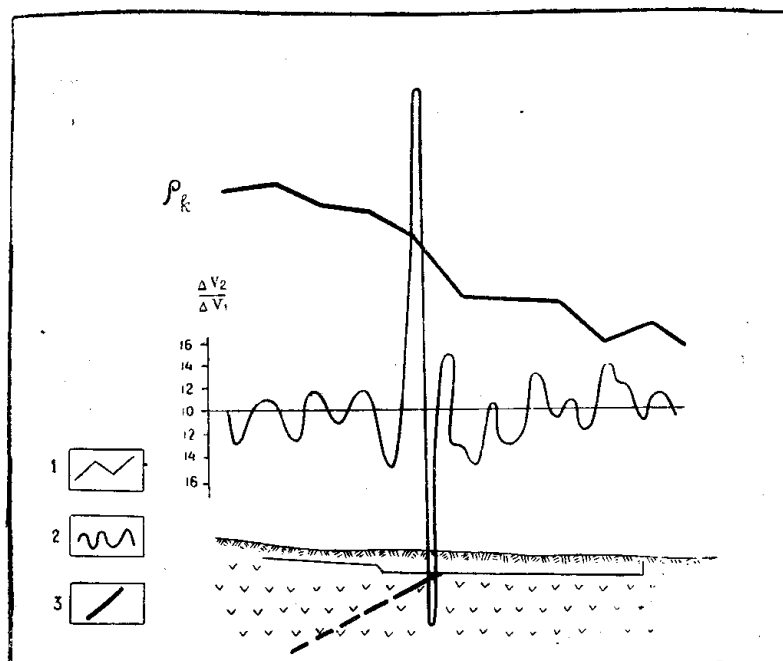


Рис. 67. Графики отношения потенциала $\frac{\Delta V_2}{\Delta V_1}$ и ρ_k над кварцевой жилой (по А. А. Солодову)
1 — график ρ_k электропрофилирования АМNB; 2 — график отношения потенциала $\frac{\Delta V_2}{\Delta V_1}$; 3 — кварцевая жила

2) метод отношения потенциалов на переменном токе с различными модификациями питающих установок.

При поисках и разведке кварцевых жил, являющихся проводниками электрического тока по отношению к вмещающим породам, применяют: электрическое профилирование по схеме AA'MNB'B, метод средней трети, комбинированное электропрофилирование.

При поисках и прослеживании жил, обладающим повышенным электрическим сопротивлением по отношению к вмещающим породам, также применяют электрическое профилирование по схеме AA'MNB'B и метод средней трети. Кроме того, в последнее время все более широкое применение приобретает метод отношения потенциалов на переменном токе электропоисковым комплектом «ИЖ» конструкции Дальстроя.

Метод «ИЖ» в основном применяется для поисков и прослеживания объектов, имеющих линейные формы, когда размеры тела на глубину и по простиранию значительно превышают мощность. Наиболее четкие аномалии получаются над объектами, представляющими собой непроводники электрического тока относительно вмещающих пород, но в некоторых случаях не исключена возможность выявления также проводящих жил и зон. Данный метод не исключает трудности, которые ограничивают применение электроразведки на постоянном токе (мощные наносы, расчлененный рельеф, малая мощность рудных жил), но они в меньшей степени влияют на результаты измерений, проведенных с комплектом «ИЖ» при использовании переменного тока низкой частоты. Большими преимуществами метода «ИЖ» являются его высокая производительность (в 2—3 раза больше, чем метода сопротивлений), простота техники производства наблюдений и их обработки, а также относительно небольшой вес аппаратуры и оборудования. Последнее позволяет использовать его при поисковых работах в труднодоступных районах. Простота производства самых наблюдений этим комплектом позволяет быстро освоить работу сотрудникам полевых партий, не имеющим специальной геофизической подготовки.

Следует отметить, что перечисленными методами, применяемыми при поисках кварцевых жил, фиксируются не только аномалии, обусловленные золотосодержащими кварцевыми жилами, но и аномалии, вызванные факторами, не имеющими связи с оруденением, как-то: ослабленными обводненными зонами во вмещающих породах, дайками и пластами плотных пород, зонами ороговикования и т. п. Аномалии, вызванные этими факторами, могут быть аналогичны по характеру и интенсивности аномалиям, обусловленным кварцевыми жилами. В связи с этим для большей однозначности геологического объяснения аномалий (если к этому есть предпосылки) целесообразно применять металлометрическую съемку для выявления ореолов рассеяния элементов — спутников золота.

Совпадение участков повышенной концентрации элементов — спутников золота с геофизическими аномалиями позволяет более определенно судить о рудной природе этих аномалий.

При разведке кварцевых жил, залегающих среди изверженных пород основного состава (габбро, дисриты, гранодиориты, диабазы и т. п.), которые имеют повышенные магнитные свойства, целесообразно использовать магнитометрию. Кварцевые жилы практически немагнитны; магнитные же свойства вмещающих пород вблизи жилы обычно ослабевают за счет околожилных изменений. В таком случае кварцевые жилы в

совокупности с измененными боковыми породами будут вызывать пониженные значения вертикальной составляющей магнитного поля.

5. КАРТИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЗОЛОТО-РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Когда распределение рудных тел особенно четко контролируется элементами геологической структуры, геофизические методы разведки целесообразно применять при детальном картировании этих элементов. В результате геофизических работ выделяются площади, наиболее перспективные с точки зрения рудоносности, что позволяет рациональнее определять размещение разведочных выработок.

Объектами, к которым применяются геофизические методы при геологическом картировании, являются: различные тектонические нарушения, зоны минерализации, дайки изверженных пород, пластовые интрузии, контакты изверженных пород с осадочными, углисто-графитистые сланцы и т. п. Необходимым условием возможности применения геофизических методов являются достаточные различия физических свойств искомых объектов и вмещающих пород.

В частности, тектонические нарушения (зоны разломов, зоны дробления) обычно характеризуются пониженными электрическими сопротивлениями по сравнению с ненарушенными породами, и при картировании их применяются методы электроразведки — симметричное и комбинированное электропрофилирование.

Зоны минерализации являются более сложными объектами для применения геофизических методов, так как состав слагающих их пород, а соответственно и их физические свойства, зависят от характера процессов минерализации.

Зоны минерализации отличаются пониженным электрическим сопротивлением, если процесс минерализации сопровождается выщелачиванием, разрыхлением и окислением пород, в результате чего происходит образование глинистых продуктов и повышается влагоемкость пород. Зоны минерализации могут иметь также повышенное электрическое сопротивление, когда процессы минерализации сопровождаются окварцеванием пород. Иногда они дают положительные магнитные аномалии, если минерализация выражается в привносе железа и выделении магнетита.

Задача картирования даек, штоков и пластовых интрузий основного и ультраосновного состава решается при помощи магнитометрии, поскольку данные породы обладают сравнительно высокими магнитными свойствами. Картирование углисто-графитистых сланцев производится с помощью метода естественного электрического поля, в связи с тем что они являются источником естественной электродвижущей силы.

В общем при детальном геологическом картировании золоторудных месторождений могут быть использованы следующие методы:

1) электрическое профилирование с установкой AA'MNB'B; 2) комбинированное электрическое профилирование; 3) метод естественного электрического поля; 4) метод отношения потенциалов (метод «ИЖ»); 5) магнитометрия.

Элементы геологической структуры обычно имеют большую протяженность, чем рудные тела, поэтому картирование их производится с меньшей детальностью, чем поиски непосредственно рудных тел. Геофизические работы с целью геологического картирования могут проводиться либо попутно с выявлением и прослеживанием рудных тел, либо специально для решения тех или иных геологических вопросов.

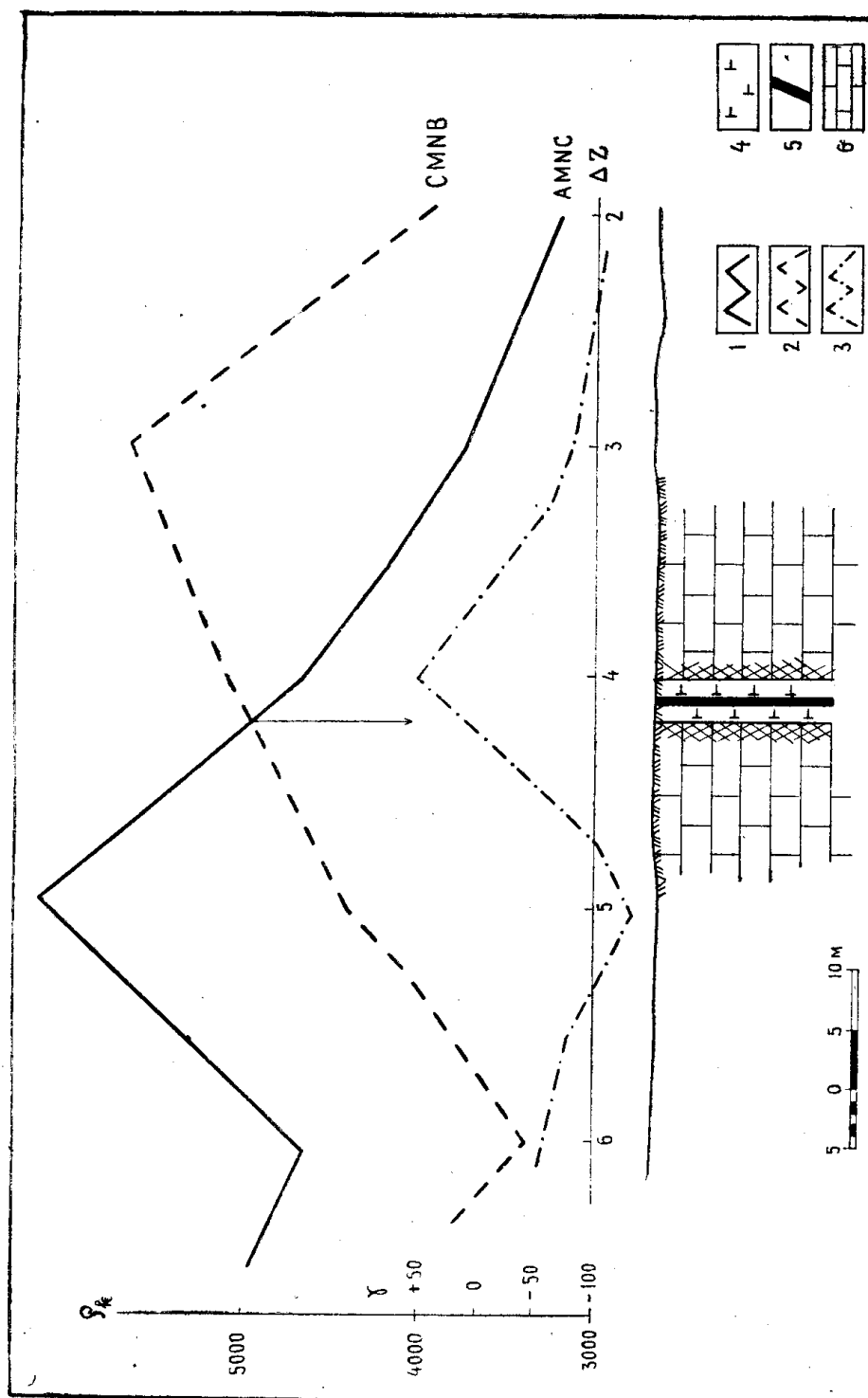


Рис. 68. Графики ΔZ комбинированного профилирования и магнитного поля ΔZ над дайкой керсантитов и рудной жилкой (по К. И. Петрову)
 1 — график ΔZ при установке $AMNC$; 2 — график ΔZ при установке $CMNB$; 3 — график ΔZ ; 4 — дайка керсантитов; 5 — кварцево-сульфидная жила; 6 — известняки

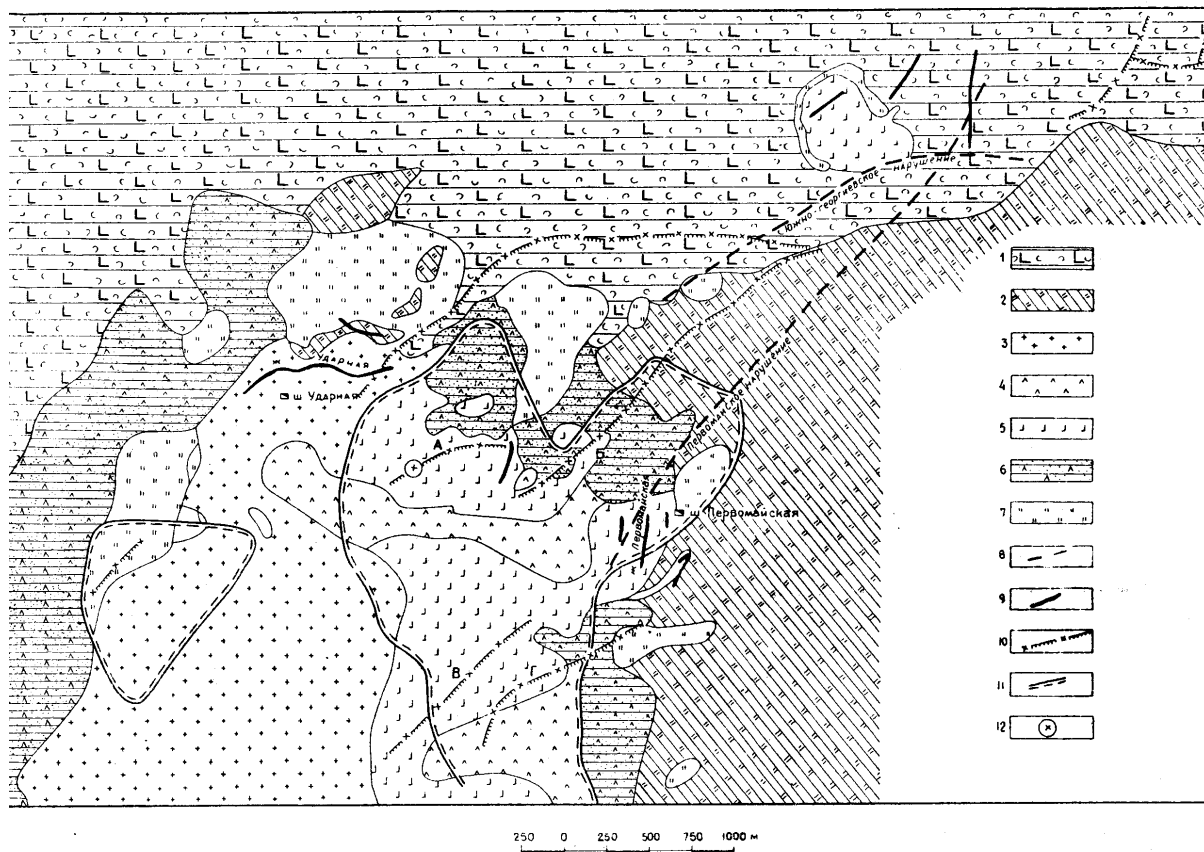


Рис. 69. Сводная карта геофизических аномалий на схематической геологической основе (по Ф. Т. Суркову)
 1 — туфогенные песчаники; 2 — кремнисто-серицитовые сланцы; 3 — граниты и гранодиориты; 4 — диориты; 5 — габбро; 6 — порфириды; 7 — рогови;
 8 — тектонические разломы; 9 — кварцевые жилы; 10 — оси аномалий комбинированного электропрофилирования; 11 — область аномальных значений магнитного поля; 12 — жилы, вскрытая по данным электропрофилирования

Примером геофизических работ, выявляющих элементы геологической структуры попутно с основной задачей поисков рудных жил, являются работы, проведенные на территории Центрального Алдана. Рудные тела здесь залегают среди известняков, но часть из них сопровождается дайками изверженных пород или приурочена к контакту пластовых интрузий с известняками.

Рудные тела и дайки отмечаются одинаковыми по характеру электрическими аномалиями. В тех случаях, когда дайки представлены породами с повышенными магнитными свойствами, дополнительные данные по определению природы аномалий дает магнитометрия (рис. 68). Однако многозначность интерпретаций электроразведочных данных не снижает их практической ценности, так как картирование даек и пластовых интрузий является неотъемлемой частью разведочных работ. При проверке геофизических аномалий было вскрыто несколько даек, некоторые из них оказались рудоносными.

Специальные геофизические работы с целью уточнения положения некоторых элементов геологической структуры были поставлены, например, на одном из золоторудных месторождений Казахстана. Золото-содержащие кварцевые жилы этого месторождения характеризуются непостоянными элементами залегания. Однако они приурочены к тектоническим разломам, секущим интрузивные тела габбро-диоритового и гранодиоритового состава. В процессе геофизических работ для оконтуривания интрузивных тел был использован метод магнитометрии, а для прослеживания тектонических разломов — метод комбинированного электропрофилирования. На рис. 69 приведена сводная карта геофизических аномалий на схематической геологической основе.

Из всех отмеченных аномалий особый интерес для разведки представляют аномальные оси А, Б, В и Г, расположенные в контуре магнитной аномалии. Они вызваны проводящими тектоническими разломами, а область положительной магнитной аномалии соответствует участку, сложенному габбро-диоритами.

6. ПРОВЕРКА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

Получение практических результатов геофизических исследований невозможно без проверки разведочными выработками аномалий, зафиксированных на основании проведенных геофизических работ.

Проверка геофизических аномалий разведочными выработками должна проводиться своевременно по мере накопления геофизических данных, так как в зависимости от результатов проверки может быть выявлена необходимость изменения направления геофизических работ и внесены уточнения в их методы. Необходимость своевременной проверки аномалий определяется и тем, что сложные геологические и физические условия золоторудных месторождений часто приводят к многозначности интерпретации аномалий.

При определении вида выработок и направления проверочных работ необходимо учитывать характер аномалий, ориентировочную глубину данных геофизической разведки и геологические факторы, из которых важнейшими в этом случае являются: мощность наносов, мощность зоны окисления, морфология рудных тел, предполагаемые элементы залегания и возможность встречи «слепых» рудных тел.

Известно, что геофизическими методами фиксируются не только местные аномалии, вызванные одним рудным телом, но и аномальные зоны, обусловленные несколькими близко расположенными маломощными телами или участками измененных боковых пород. Поэтому часто проверку той или иной аномалии нельзя ограничивать одной выработкой, а следует задавать линию выработок, начиная от центральной части аномальной зоны к ее флангам.

При определении места заложения выработок обязательно следует учитывать возможное направление и угол падения искомого объекта, потому что аномалии могут быть смещены в сторону падения рудных тел.

В условиях небольшой мощности наносов проверка геофизических аномалий может быть произведена канавами. При проверке широких аномальных зон, когда трудно определить местоположение рудного тела, проходят канавы значительной длины в зависимости от ширины аномальной зоны. Для установления выхода окисленного рудного тела в ряде случаев по забою канавы целесообразно произвести отбор проб для спектрального анализа. Повышенные концентрации элементов — спутников золота будут соответствовать вероятному выходу рудного тела.

Однако канавы не всегда позволяют установить причину, вызвавшую аномалию. В таких случаях необходима проходка шурфов или буровых скважин, поскольку рудное тело может быть «слепым» и залегать на значительной глубине.

Так, например, при проверке некоторых аномалий комбинированного профилирования на золоторудном месторождении Центрального Алдана канавами были вскрыты известняки. Только последующей проходкой глубоких выработок были обнаружены «слепые» рудные тела на глубине 25—30 м, вызвавшие наличие электрической аномалии.

При условии большой мощности наносов и глубокой зоны окисления проверка аномалий должна проводиться обязательно путем проходки дудок, шурфов или скважин. В результате проходки этих выработок должны быть вскрыты первичные руды, являющиеся причиной аномалии.

Проверка геофизических аномалий должна выполняться при непосредственном участии как геологов, так и геофизиков.

Только при комплексной оценке геофизических и геологических данных проверочные выработки дадут полноценные результаты и геофизические методы разведки окажут существенную помощь при выявлении рудных тел.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ РАЗВЕДКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Знание гидрогеологических условий месторождения, степени его обводненности и величины ожидаемых водопритоков при его разработке является одним из серьезных вопросов разведки и подсчета запасов. Иногда ценные руды не могут быть полностью отработаны только из-за неблагоприятных гидрогеологических условий их залегания.

В связи с этим необходимо проводить тщательные гидрогеологические наблюдения при отработке месторождения и выделять запасы, находящиеся в различных гидрогеологических условиях. Обычно выделяют участки месторождений, где запасы залегают выше уровня грунтовых вод и отработка которых не представляет затруднений. Ниже уровня грунтовых вод выделяют участки с незначительными притоками воды, участки с водопритоком, требующим организации мощного водоотлива, участки возможного понижения уровня грунтовых вод путем искусственного осушения и т. п. Запасы руды выделенных участков в ряде случаев подсчитываются отдельно и служат обоснованием технико-экономических расчетов при решении вопроса о целесообразности проведения тех или иных гидротехнических мероприятий. Выделение и оконтуривание участков, находящихся в различных гидрогеологических условиях, производится на специальных планах или картах гидроизогипс.

При изучении новых месторождений необходимо охарактеризовать также источники питьевой и технической воды.

К моменту окончания разведки месторождения материалы по изучению гидрогеологических условий его отработки должны быть получены в таком объеме, который является достаточным для составления технического проекта вскрытия месторождения или отдельного участка, в том числе и проекта мероприятий по борьбе с подземными водами, процессами оползнеобразования и др.

В отчетах о результатах геолого-разведочных работ в разделе «Гидрогеологическая характеристика участка месторождения» должны быть приведены с возможной полнотой следующие данные: описание водоносных горизонтов и их литологического состава; статические и пьезометрические уровни; гидростатические напоры вод; коэффициенты фильтрации; площади возможной инфильтрации поверхностных вод; взаимосвязь вод различных горизонтов кровли, почвы и рудного тела; состав и качество подземных вод; определение величины возможного притока воды в момент вскрытия месторождения и величины возможного притока при эксплуатации после осушения вековых запасов вод, если таковые имеются; сведения по водоотливу действующих шахт и карьеров.

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Подземные воды золоторудных месторождений приурочены преимущественно к трещиноватым коренным породам, реже к закарстованным участкам, а также к мощным четвертичным отложениям. Значительным распространением пользуются подмерзлотные воды.

Степень и характер трещиноватости, а также и заполнение трещин продуктами выветривания разнообразны и изменчивы, поэтому водоносность и водообильность коренных пород весьма разнообразна. Наибольшая трещиноватость и закарстованность приурочена к верхней зоне коренных пород; в связи с этим наибольшее распространение подземные воды имеют также в верхней зоне. На больших глубинах вмещателями воды обычно являются только крупные тектонические трещины. Поскольку наибольшая водообильность приурочена к зонам тектонических нарушений, изучение этих зон при гидрогеологических исследованиях площади рудного поля имеет первостепенное значение.

Подземные воды рудных месторождений в верхней зоне обычно безнапорны и представляют собой первый от поверхности водоносный горизонт. Подземная вода более глубоких трещин обладает значительным напором. Буровые скважины, встретившие глубокую трещину с напорной водой, часто дают большое количество воды.

Питание подземных вод рудных месторождений происходит в основном за счет атмосферных осадков и частично благодаря конденсации водяных паров воздуха и поступлению глубинных вод.

Вследствие этого водообильность рудных месторождений находится в прямой зависимости от количества выпадающих атмосферных осадков. Наибольшая водообильность наблюдается в районах с большим количеством атмосферных осадков, наименьшая — в степных и засушливых районах. Весной и в паводки количество подземной воды увеличивается, а зимой уменьшается. Наблюдаются случаи питания водоносного горизонта за счет речных вод и, наоборот, дренирования речными долинами водоносного горизонта.

Температура глубинных вод всегда положительная, иногда очень высокая, достигающая до 90° и выше.

Химический состав подземных вод рудных месторождений обусловлен источниками питания, литологическим и минералогическим составом водовмещающих пород и руд. Подземные воды рудных месторождений, залегающие неглубоко от поверхности, в большинстве случаев являются слабо минерализованными и соответствуют нормам требований, предъявляемых к воде для хозяйственно-питьевых нужд.

Подземные воды сульфидных месторождений иногда содержат в недопустимых для хозяйственно-питьевых вод количествах мышьяк, медь, свинец, сероводород. Поэтому при использовании этих вод для хозяйственно-питьевых нужд необходимо исследовать их на содержание указанных минералов.

Шахтные воды действующих рудников обычно бывают загрязнены различными нечистотами и по санитарно-гигиеническим условиям не могут быть использованы для питьевых нужд без надлежащей санитарно-химической обработки.

В районах распространения вечной мерзлоты, где известно значительное количество золоторудных месторождений, подземные воды относятся в большинстве случаев к типу подмерзлотных, трещинных и пла-

стовых вод. Они преимущественно приурочены к трещиноватым коренным породам и иногда к мощным четвертичным отложениям, обычно залегаая непосредственно под мерзлотным слоем ниже уровня гидрографической сети, но в ряде случаев могут быть и выше уровня речной сети.

Область питания подмерзлотных вод не совпадает с областью их распространения. Они питаются в основном за счет просачивания поверхностных и атмосферных вод по тектоническим трещинам и через «окна» талых пород. Частично питание подземных вод происходит за счет оттаивания некоторых участков мерзлотных пород и конденсации водяных паров.

В большинстве случаев подмерзлотные воды — напорные; напор обусловлен давлением опускающейся нижней границы вечной мерзлоты и высоким расположением области питания по отношению к площади распространения вод. Подмерзлотные воды большей частью бывают пресные и реже минерализованные. Температура подмерзлотных пресных вод низкая положительная и в большинстве случаев колеблется в пределах от 1 до 6°.

Внешними признаками подземных подмерзлотных вод могут служить: выход мощных постоянно действующих источников, образование действующих в течение всей зимы наледей, возникновение талых участков; обычно все они связаны с тектоническими нарушениями.

2. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СТАДИЮ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Гидрогеологические наблюдения являются составной частью геологосъемочных работ и производятся систематически геологом или гидрогеологом одновременно с составлением геологической карты в стадию предварительной разведки. Эти наблюдения имеют целью получить общее представление о гидрогеологических условиях месторождения.

Исследование гидрогеологических условий месторождения начинается с изучения фондовых и опубликованных по этому вопросу материалов; особое внимание должно быть уделено сбору фактических данных об источниках, буровых скважинах на воду и о шахтных водах.

В процессе детальной геологической съемки производится обследование на воду рек, ручьев, озер, заболоченных участков, источников, колодцев, буровых скважин и шахт. Все эти водные источники описываются и наносятся в условных знаках на геологическую карту.

При исследовании источников (родников) собираются следующие сведения: описание места выхода источника, с указанием абсолютной или относительной отметки выхода источника, тип источника (восходящий или нисходящий), характеристика водоносного, а также подстилающего и покрывающего слоев, дебит и температура воды источника, качество воды, режим источника (изменение дебита и качества воды во времени) по опросным сведениям и по отдельным разовым замерам; перемерзает или не перемерзает источник; как оборудован источник и для каких целей используется.

При обследовании колодцев необходимо получить следующие сведения: местоположение колодца с указанием абсолютной или относительной отметки, высота колодца над ближайшим водоемом, глубина колодца до воды и до дна, геолого-литологический разрез колодца, приток воды в колодец при определенном уровне воды, качество и температура воды,

промерзаемость колодца и тип каптажа, для каких нужд используется вода из колодца.

При обследовании буровых скважин на воду требуются следующие сведения: местоположение скважины, с указанием абсолютной или относительной отметки устья, геолого-литологический разрез, скважины со схемой оборудования скважины, глубина залегания пьезометрического или статического уровня скважины, дебит скважины и величина понижения уровня воды при этом дебите, качество и температура воды, режим скважины и для каких целей она используется.

При обследовании шурфов и шахт необходимы следующие сведения: местоположение шурфа (шахты), с указанием абсолютной или относительной отметки устья, геолого-литологический разрез, общий и погоризонтный приток воды в выработки по месяцам или временам года, качество и температура воды.

На основании данных, полученных в результате обследования гидрогеологических пунктов в процессе предварительной разведки, составляется общая гидрогеологическая характеристика месторождения.

3. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ДЕТАЛЬНОЙ РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Гидрогеологические наблюдения при детальной разведке месторождения имеют целью выяснить глубину залегания и мощность водоносных горизонтов и водопоглощающих горизонтов, литологический состав водоносных пород, водообильность водоносного горизонта, температуру и качество воды, взаимную связь водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водами.

Глубина залегания и мощность водоносных горизонтов определяются при помощи буровых скважин и шурфов в процессе геолого-разведочных работ.

Кровля водоносного горизонта определяется по появлению в скважинах и шурфах воды. Наблюдения за уровнем воды производятся систематически в течение всего срока проходки шурфа или скважины. При наблюдении за уровнем воды необходимо отмечать появление воды и ее установившийся уровень. Последний в разведочных выработках замеряется в начале каждой смены; особенно важно замерять его после длительных перерывов (выходные дни, простои, аварии и т. п.). Уровень воды замеряется хлопущкой или отвесом. Результаты замеров уровня воды записываются в соответствующую графу бурового журнала за каждую смену. Подошва водоносного горизонта определяется по вскрытию кровли нижележащей неводоносной (например, суглинистой, монолитной скальной или мерзлой) породы. Мощность водоносного горизонта определяется расстоянием от кровли до подошвы водоносного горизонта.

При проходке разведочных скважин необходимо отмечать степень трещиноватости, процент выхода керна, количество поглощаемой воды и мерзлотность пород. Указанные сведения записываются в буровой журнал в графу описания пород.

Изучение температуры подземных вод имеет важное значение при их использовании в качестве источника водоснабжения и при выявлении степени участия поверхностных вод в питании подземных вод. При использовании подземных вод в качестве источника водоснабжения дан-

ные о температуре воды необходимы для теплотехнических расчетов при проектировании водопроводов, особенно в условиях многолетней мерзлоты, а также при водоснабжении электростанций.

В разведочных скважинах и шурфах температура воды измеряется ежедневно, одновременно с замерами уровней в процессе бурения и шурфовки. Температура воды измеряется родниковым термометром или обыкновенным воздушным термометром, ртутная головка которого обернута ватой или марлей для того, чтобы «заленивить» термометр. Результаты замеров воды записываются в соответствующие графы бурового или шурфовочного журнала.

Для определения качества воды с каждого вновь вскрытого водоносного горизонта после осветления воды отбирается проба воды на химический анализ.

Водообильность водоносного горизонта устанавливается величиной коэффициента фильтрации водоносной породы и притоком воды в горные выработки. Коэффициент фильтрации и приток воды в горные выработки определяются опытными откачками.

Опытные откачки производятся из скважин или шурфов, причем не из всех разведочных выработок, а из наиболее водообильных и характерных для всего водоносного горизонта. Скважины, из которых производятся опытные откачки, должны иметь диаметр 100—150 мм; в неустойчивых породах скважины должны быть закреплены перфорированными обсадными трубами на всю толщу водоносного пласта. Площадь перфорации трубы должна составить не менее 15—20% общей поверхности трубы.

Опытная откачка воды из разведочных выработок производится при двух понижениях уровня воды в них. Продолжительность откачки при каждом понижении после стабилизации динамического уровня и притока воды составляет 1—1,5 суток. Откачка должна быть непрерывной. Допускаются перерывы по техническим причинам длительностью не более 10% от общей продолжительности откачки. Откачки следует начинать с максимальных понижений уровня воды для быстроты откачки скважины, осветления воды и образования естественного фильтра.

Пробы воды на химический анализ, а при исследовании питьевых вод — и на бактериологический анализ отбираются в начале (после осветления воды) и в конце откачки.

Результаты наблюдений за уровнем воды и дебитом при опытных откачках записываются в журнал опытной откачки.

Более подробные данные о проведении опытных откачек и других гидрогеологических наблюдений на месторождениях изложены у Г. Н. Каменского и др. (1953).

В зависимости от глубины залегания подземных вод, дебита разведочных выработок и технических возможностей опытные откачки могут быть произведены ручными, штангово-поршневыми, центробежными или воздушными насосами (эрлифты).

По данным опытных откачек производятся вычисления коэффициента фильтрации, дебита, удельного дебита, а также устанавливается зависимость притока воды в горные выработки от понижения уровня воды.

Величина коэффициента фильтрации пород вычисляется по уравнениям:

для ненапорных вод:

$$K = \frac{q}{6,28 H \sqrt{rs}};$$

для напорных вод:

$$K = \frac{q}{6,28 m \sqrt{rs}}.$$

Дебит скважин в трещиноватых породах определяется по уравнениям:

для ненапорных вод:

$$q = 6,28 KH \sqrt{sr};$$

для напорных вод:

$$q = 6,28 Km \sqrt{sr}.$$

Зависимость притока воды от понижения определяется для напорных и ненапорных вод по уравнению

$$\frac{q_2}{q_1} = \sqrt{\frac{S_2}{S_1}}.$$

В формулах приняты следующие обозначения: K — коэффициент фильтрации в м/сек; q — дебит скважин в м/сек; H — активная мощность водоносного ненапорного пласта в м; S — величина понижения в м; r — радиус скважины в м; m — активная мощность напорного водоносного пласта в м; q_1 — дебит при понижении S_1 ; q_2 — дебит при понижении S_2 .

Водообильность водоносного горизонта характеризуется также удельным дебитом горных выработок, т. е. притоком воды в литрах в секунду на 1 м понижения уровня воды.

Режимные наблюдения должны проводиться непрерывно на протяжении длительного (не менее одного года) периода. Для этих наблюдений надо выбирать пункты, которые дали бы возможность изучить режим водоносного горизонта в целом, или режим источника, или режим шахтных вод. Пунктами режимных наблюдений могут быть: источники, колодцы, скважины, шурфы и шахты.

При изучении режима подземных вод замеры уровней, температуры воды и дебита источников производятся один раз в неделю. Отбор проб воды на химический анализ выполняется по временам года: зимой, весной, летом, осенью и в период паводков.

Результаты режимных наблюдений должны быть своевременно (во время наблюдений) графически и математически обработаны. Материалы необработанные и не проверенные во время наблюдений теряют иногда всю свою ценность. Результаты режимных наблюдений изображаются в виде таблиц и графиков. На графики режимных наблюдений за изменением подземных вод наносятся данные об осадках и температуре воздуха.

4. ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Отбор проб воды для анализов. Необходимо стремиться к тому, чтобы отобранная проба воды соответствовала общей массе воды и чтобы были устранены элементы случайности пробоотбора (загрязненность поверхностного слоя воды, взмученность воды и т. п.).

При отборе проб воды из колодцев, буровых скважин или из других застойных источников необходимо сначала произвести откачку для удаления застоявшейся воды с таким расчетом, чтобы она заменилась свежей водой раза два-три.

Пробы воды для химического анализа отбираются в объеме 1—2 л.

Пробы воды отбираются в чистые полулитровые, литровые или двухлитровые бутылки. Перед наполнением они не менее трех раз ополаскиваются исследуемой водой. Бутылки с пробой воды крепко закрываются корковой или резиновой пробкой, предварительно прокипяченной в воде. При дальних пересылках или долгом хранении пробки заливаются сургучом, парафином или замазываются менделеевской замазкой.

Под пробкой в бутылках необходимо оставлять немного воздуха, чтобы при нагревании пробы вода не выдавила пробку. На каждой бутылке с пробой воды должна быть наклеена или привязана к горлышку этикетка, в которой указываются: номер пробы, место взятия пробы, температура воды в отбираемом источнике, запах, дата отбора проб воды и фамилия бравшего воду. Номера проб воды следует указывать наверху пробки чернилами или карандашом, так как при пересылках наклеенные этикетки иногда стираются и пробы могут оказаться без адреса.

Пробы воды для бактериологического анализа отбираются в количестве 0,5 л в стерильную посуду со стерилизованной пробкой. Вода должна быть доставлена в бактериологическую лабораторию в холодном виде (желательно на льду) не позднее 5—6 часов с момента отбора пробы. В случае невозможности доставить пробы воды в указанные сроки необходимо вызывать представителей бактериологической лаборатории для отбора проб и производства анализа воды на месте.

Для определения газового состава воды проба набирается в опрокинутую бутылку емкостью 1 л. По наполнении газа до $\frac{3}{4}$ объема бутылки последняя плотно закрывается пробкой под водой в опрокинутом положении, горлышко бутылки погружается в предварительно расплавленный сургуч или парафин. Бутылку с газовой водой в опрокинутом положении доставляется в лабораторию.

Консервация проб воды. В связи с большой неустойчивостью некоторых составных частей воды пробы ее после отбора необходимо немедленно отправлять в лабораторию для исследования. При невозможности быстрого исследования воды неустойчивые элементы необходимо стабилизировать (консервировать). К неустойчивым элементам относятся: агрессивная углекислота, закисное железо, сероводород, аммиак, азотистая кислота и кислород.

Для стабилизации агрессивной углекислоты в чистую бутылку емкостью 0,5 л необходимо всыпать 2 г мелко истертого и хорошо промытого мрамора (CaCO_3), налить доверху исследуемой воды и плотно закрыть корковой или резиновой пробкой, залить сургучом, парафином или замазать менделеевской замазкой. Между пробкой и уровнем воды в бутылке должен оставаться только небольшой пузырек воздуха.

Для стабилизации закисного железа в бутылку емкостью 0,5—1,0 л следует прибавить 5 мл концентрированной (1:1) серной кислоты (H_2SO_4), затем наполнить бутылку водой и плотно закрыть.

Для стабилизации окисляемости и аммиака в бутылку емкостью 0,5 л необходимо прибавить 1 мл 25% серной кислоты (H_2SO_4).

Для стабилизации азотной, азотистой кислоты и хлора проба воды в объеме 0,5 л консервируется прибавлением 1 мл хлороформа.

На этикетках консервированных проб воды надо обязательно отмечать, чем консервирована вода.

Одновременно с консервированными пробами воды в лабораторию доставляются для анализа и пробы натуральной воды.

Схема анализа воды. Качество воды устанавливается на основе химических и бактериологических ее анализов. Химические и бактериологические анализы воды могут быть общего типа и специального назначения.

Химический анализ общего типа должен включать в себя следующие данные:

- 1) наименование источника;
- 2) место и точка отбора пробы воды;
- 3) дата отбора пробы воды;
- 4) дата производства анализа воды;
- 5) адрес лаборатории, выполнявшей анализ;
- 6) температура воды;
- 7) запах и привкус при температуре 20°;
- 8) прозрачность воды (по прифту Спеллена № 1);
- 9) цвет воды (в градусах платиново-кобальтовой шкалы);
- 10) муть, осадок (с указанием их природы);
- 11) количество взвешенных веществ (определяется при прозрачности менее 10 см), мг/л;
- 12) активная реакция (рН);
- 13) щелочность воды в мл нормальной кислоты;
- 14) жесткость: общая, карбонатная;
- 15) кальций Ca^{++} , мг/л;
- 16) магний Mg^{++} , мг/л;
- 17) калий + натрий $\text{K}^+ + \text{Na}^+$ (по разности);
- 18) железо общее $\text{Fe}^{++} + \text{Fe}^{+++}$, мг/л;
- 19) железо закисное Fe^{++} (определяется при общем количестве, превышающем 2 мг/л);
- 20) сульфаты SO_4 , мг/л;
- 21) хлориды Cl , мг/л;
- 22) гидрокарбонаты HCO_3 , мг/л;
- 23) углекислота свободная CO_2 ;
- 24) углекислота агрессивная CO_2 ;
- 25) аммиак NH_4 , мг/л;
- 26) сероводород H_2S , мг/л;
- 27) окисляемость в пересчете на кислород;
- 28) нитриты NO_2 , мг/л;
- 29) нитраты NO_3 , мг/л;
- 30) карбонаты CO_3 ;
- 31) сухой остаток при выпаривании, мг/л;
- 32) сухой остаток при прокаливании, мг/л.

Санитарно-химический анализ хозяйственно-питьевой воды должен включать в себя следующие определения:

- сухой остаток, мг/л;
- жесткость в градусах;
- аммиак NH_4 , мг/л;
- окисляемость в пересчете на кислород;
- сероводород H_2S , мг/л;
- азотная кислота NO_3 , мг/л;
- азотистая кислота NO_2 , мг/л;
- хлор Cl , мг/л;
- магний Mg , мг/л.

Примечание. Мышьяк, свинец, фтор, медь, цинк и марганец определяются в хозяйственно-питьевой воде только в том случае, если водоносные породы содержат указанные элементы.

Кроме химического анализа, хозяйственно-питьевая вода обязательно подвергается бактериологическому анализу, включающему в себя следующие определения:

число колоний бактерий в одном кубическом сантиметре воды;
коли-индекс — число кипячных палочек в одном литре воды.

Коли-индекс часто представляется в виде коли-титра, т. е. количества воды в кубических сантиметрах, в котором обнаружено присутствие одной кишечной палочки.

При исследовании рудничных вод с поисковой целью и для выявления закономерностей оруденения месторождения производятся специальные анализы с определением в них тяжелых металлов или редких элементов в соответствии с характером оруденения.

При исследовании рудничных вод с лечебной точки зрения (минеральные воды) производятся специальные анализы с установлением, кроме обычных химических элементов, находящихся в воде, также и встречающихся в рудничных водах редких элементов и газов, которые хотя и присутствуют в небольших количествах, но имеют лечебное действие (например, сероводород, уголекислота, иод, бром, радиоактивные элементы и т. п.). При изучении минеральных вод особое значение имеют температура и газовый состав воды.

Различные формы выражения результатов анализа воды. Химические анализы воды могут быть выражены в ионной, окисловой и эквивалентной форме. Для получения сравнительных данных все анализы воды должны быть выражены в единой форме. Наиболее распространенной формой выражения анализа является ионная, так как в ней обычно выражены последние нормы качества воды.

Ионная форма выражения анализа есть перечень элементов, заключающихся в воде, с указанием их веса в миллиграммах на литр. Окисловая форма выражения анализа представляет собой анализ, анионы которого представлены в виде ангидридов (SO_4 , N_2O_5 , N_2O_3 , HCO_3 и т. д.), а катионы — в виде безводных окислов (CaO , MgO , NaO , K_2O и т. д.) в миллиграммах на литр. Эквивалентная форма выражения анализа представляет собой ионную форму, разделенную на атомный вес иона и умноженную на валентность иона.

Эквивалентную форму часто выражают не в абсолютных величинах, а в процентах к общему химическому составу воды, принятому за 100%.

Классификация вод. Все природные воды обычно делятся по преобладающему аниону, выраженному в миллиграмм-эквивалентной форме, на три больших класса: гидрокарбонатных (и карбонатных) вод ($\text{HCO}_3' + \text{CO}_3''$), сульфатных вод (SO_4'') и класс хлоридных вод (Cl'). Каждый класс подразделяется по преобладающему катиону на три группы: Ca^{++} , Mg^{++} и ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$). Каждая группа в свою очередь подразделяется на четыре типа вод, определяемых соотношениями между ионами: 1) $\text{HCO}_3' > \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$; 2) $\text{HCO}_3' < \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} < \text{HCO}_3' + \text{SO}_4''$; 3) $\text{HCO}_3' + \text{SO}_4'' < \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$; 4) $\text{HCO}_3' = 0$.

Воды по этой классификации в зависимости от преобладания того или другого иона называются сульфатно-натриевыми первого типа или гидрокарбонатно-кальциевыми второго типа и т. п.

По бактериологическому составу воды классифицируются в зависимости от содержания: а) числа колоний бактерий и б) коли-титра.

а) По числу колоний воды классифицируются на:

чрезвычайно чистую, содержащую в 1 см³ от 0 до 10 колоний бактерий,
 весьма чистую, содержащую от 10 до 100,
 чистую, содержащую от 100 до 1000,
 посредственные, содержащие от 1000 до 10 000,
 нечистую, содержащую от 10 000 до 100 000,
 весьма нечистую, содержащую более 100 000.

б) По коли-титру воды классифицируются следующим образом:

безупречно здоровая, содержащая 1 кишечную палочку в 500—700 см ³ воды	
здоровая	» 1 » » 350—500 »
подозрительная	» 1 » » 200—350 »
сомнительная	» 1 » » 100—200 »
нездоровая	» 1 » » 50—100 »
совершенно непригодная	» 1 » » 25—50 »

Жесткость воды обуславливается в основном солями кальция, магния, алюминия и железа. Жесткость воды может быть вычислена по результатам химического анализа воды, выраженного в ионной, окисловой и миллиграмм-эквивалентной формах.

Величина жесткости при ионной форме выражения анализа воды вычисляется по формуле:

$$H^{\circ} = \frac{Ca^{++}}{7,14} + \frac{Mg^{++}}{4,28},$$

где: H[°] — общая жесткость воды в немецких градусах; Ca⁺⁺ — содержание в воде кальция в мг/л; Mg⁺⁺ — содержание в воде магния в мг/л; 7,14 — коэффициент пересчета кальция на градусы жесткости; 4,28 — коэффициент пересчета магния на градусы жесткости.

Величина общей жесткости при окисловой форме выражения анализа воды вычисляется по формуле

$$H^{\circ} = 0,1 CaO + 0,14 MgO,$$

где: H[°] — общая жесткость воды в немецких градусах; CaO — содержание в воде окиси кальция в мг/л; MgO — содержание в воде окиси магния в мг/л; 0,1 — коэффициент пересчета окиси кальция на градусы жесткости; 0,14 — коэффициент пересчета окиси магния на градусы жесткости.

Величина общей жесткости воды при эквивалентной форме выражения анализа воды может быть вычислена путем умножения миллиграмм-эквивалентов кальция и магния на 2,8 с последующим суммированием полученных цифр.

По величине жесткости воды классифицируются следующим образом:

очень мягкая	жесткость	0—4°
мягкая	»	4—8°
умеренно жесткие	»	8—18°
жесткие	»	18—30°
очень жесткие	»	свыше 30°

В зависимости от величины концентрации водородных ионов (рН) воды классифицируются следующим образом (табл. 11).

Классификация воды по величине рН

Показатель реакции	Кислая		Нейтральная	Щелочная	
	Кислая	Слабо кислая		Слабо щелочная	Щелочная
рН	1—2—3	4—5—6	7	8—9—10	11—12—13—14

5. ОЦЕНКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ

Химический состав воды имеет большое практическое значение при выборе источников водоснабжения, определении связи между отдельными горизонтами и установлении связи подземных вод с поверхностными водами, для оценки минеральных вод и при изучении режима подземных вод. Химический состав подземных вод может также служить и поисковым признаком оруденения.

При оценке результатов физико-химических исследований вод аналитические данные надо рассматривать в связи с гидрогеологическими условиями месторождения.

Особенно важно учитывать качество, и в том числе химический состав, воды, предназначенной для питья, а также для технических целей. Ниже приводятся основные нормы качества для питьевой и технической воды.

Нормы качества питьевой воды. Согласно ГОСТ 2874—45 питьевая вода должна отвечать следующим нормам: запах и привкус при температуре 20° не более 2 баллов; общее число бактерий при посеве 1 мл неразбавленной воды, определяемое числом колоний после 24-часового выращивания при 37°, — не более 100; количество кишечных палочек в 1 л воды, определяемое числом колоний на среде Эндо с применением концентрации бактерий на мембранных фильтрах, не более 3; содержание свинца не более 0,1 мг/л; мышьяка — не более 0,05 мг/л; фтора — не более 1,0 мг/л; меди — не более 3 мг/л; цинка — не более 15 мг/л; фенолсодержащих веществ — не более 0,001 мг/л. Кроме того, вода не должна содержать других ядовитых веществ (ртути, шестивалентного хрома, бария и др.).

По ГОСТ 2761—44 источник может быть использован для хозяйственно-питьевого водоснабжения, если качество воды в нем удовлетворяет следующим требованиям: сухой остаток в воде не должен превышать 40°; при большой жесткости вода должна быть подвергнута умягчению; количество кишечных палочек в 1 л в среднем не должно превышать 1000 для источников, намечаемых к использованию только с хлорированием воды, и 10 000 — для источников, намечаемых к использованию с полной очисткой и с хлорированием.

Требования, предъявляемые к качеству воды, применяемой в технике, весьма разнообразны и сводятся в основном к следующим условиям: содержащиеся в воде примеси не должны препятствовать или вредить намечаемому ее производственному использованию; вода не должна вызывать коррозии котлов, труб, аппаратуры, механизмов, с которыми соприкасает-

ся; не должна содержать избытка взвешенных веществ, могущих забивать трубки охлаждающей системы, по которой она циркулирует, засорять и истирать presses, насосы, трубы, портить продукцию.

Температура подземных вод имеет большое значение при изучении их генезиса и режима. Высокие температуры указывают на глубинное происхождение подземных вод. Подземные воды, имеющие более или менее постоянную температуру в течение года, в основном питаются за счет глубоких вод, на которые атмосферные осадки не оказывают влияния. Колебание температуры указывает на то, что подземные воды находятся под постоянным влиянием атмосферных и поверхностных вод.

Вкус и запах могут быть естественным и искусственным качеством воды. Естественный запах и вкус воды в большинстве случаев обусловлены наличием газов (сероводорода, свободной углекислоты) и минеральным составом воды. Искусственный запах и вкус обуславливаются также состоянием горных выработок, по которым проходит вода. Искусственный запах и вкус легко могут быть устранены изменением условий накопления и движения подземных вод.

Желто-бурая и бурая окраска воды, наблюдающаяся в застойных подземных водах, обусловлена присутствием в воде гидрата окиси железа. Воды болотного происхождения во многих случаях имеют зеленовато-бурый или желтовато-бурый цвет, обусловленный гуминовыми веществами.

Прозрачность воды может служить косвенным мерилем содержания в ней взвешенных веществ — мути. Образующаяся за счет мелких глинистых частиц муть очень часто и при долгом стоянии не осаждается; хотя она безвредна для человеческого организма, но неприятна для употребления. Муть, образующаяся за счет сточных и поверхностных вод, указывает на загрязнение рудничных вод и проникновение поверхностных вод в горные выработки.

Аммиак в воде может быть минерального и органического происхождения. Аммиак минерального происхождения очень часто встречается и в незагрязненных водах. В болотистых, торфяных местностях и в участках с отложением бурого угля вода часто содержит значительное количество аммиака. В рудничных водах аммиак минерального происхождения может возникнуть при разложении пирита в присутствии азотной кислоты, с образованием сероводорода и углекислого железа. Органический аммиак является продуктом неполного распада белков или представляет форму накопления органического азота как результат биологических процессов, протекающих в веществе. Присутствие в воде органического аммиака указывает на ее загрязнение органическими веществами.

Наличие азотистой кислоты в воде в присутствии аммиака указывает на близкую связь воды с источниками загрязнения и служит основанием считать воду подозрительной в санитарном отношении. Однако иногда совершенно незагрязненные воды содержат следы азотистой кислоты, которые могут происходить за счет восстановительных процессов. Постоянное присутствие азотистой кислоты в больших количествах указывает на более или менее значительный, но начальный процесс минерализации беспрерывно поступающих в воду органических веществ. При присутствии свежего подтока органических веществ азотистая кислота быстро переходит в азотную кислоту.

Азотная кислота в подземной воде может быть минерального и органического происхождения. Малые количества азотной кислоты в воде мо-

гут образоваться за счет атмосферного азота. Минеральная азотная кислота образуется за счет азотсодержащих минералов.

Органическая азотная кислота является конечным продуктом окислительного процесса органических веществ. Если в воде содержится азотная кислота при отсутствии азотистой кислоты и аммиака, то это указывает на выщелачивание азотсодержащих минералов в рудном поле или в прилегающем к нему участке.

Если наличие азотной кислоты сопровождается высокой окисляемостью и значительной концентрацией хлора, сульфатов, азотистой кислоты, а также большим количеством бактерий, то это указывает на загрязнение воды человеческими и животными отбросами.

Хлор в воде может быть минерального и органического происхождения. Если хлор присутствует в воде без других показателей загрязнения (аммиак, азотистая и азотная кислоты, высокая окисляемость), то это указывает на минеральное его происхождение. Хлор минерального происхождения в количествах, не портящих вкус воды, в санитарном отношении безвреден. Если вместе с большим содержанием хлора в воде присутствуют в значительном количестве азотистая кислота, аммиак и наблюдается повышенная окисляемость, то это указывает на органическое происхождение хлора и загрязнение воды человеческими и животными отбросами.

Серная кислота образуется в подземной воде за счет растворения гипса, сернокислого магния, сернокислого натрия и других пород. Значительное количество серной кислоты образуется в рудничных водах за счет окисления сульфидов (пирит, арсенопирит и др.). Серная кислота может также образоваться и при разложении органических веществ. Подземные воды, содержащие большое количество серной кислоты, разъедающе действуют на рудничное оборудование, бетон, обувь и одежду.

Сероводород в рудничной воде может быть органического и минерального происхождения. Сероводород минерального происхождения образуется за счет растворения в воде сульфидов, находящихся в зоне окисления, и сероводородных газов, поступающих из недр земли. Сероводород органического происхождения образуется при разложении белковых веществ, содержащих серу, и всегда сопровождается другими показателями загрязнения.

Железо образуется в воде за счет пород, содержащих соединения железа. Железо обычно присутствует в воде в виде закисного железа. В присутствии кислорода закисное железо легко переходит в коллоидальную окись железа Fe_2O_3 , с выпадением в осадок бурых хлопьев нерастворимого гидрата окиси железа $Fe(OH)_3$. Подземные воды, содержащие железо в количестве свыше 3—5 мг/л, относятся к типу минеральных (лечебных) вод. Железистые воды являются хорошей средой для развития железобактерий, которые при благоприятных условиях быстро разрастаются и суживают, а иногда и закупоривают весь просвет водопроводных труб. При содержании железа больше 0,2 мг/л рекомендуется, при наличии значительной водопроводной сети, устраивать установки для удаления железа.

Алюминий образуется за счет выветривания пород, содержащих алюминий. В коре выветривания он легко выделяется в осадок в виде коллоидального раствора. В подземных водах алюминий, как и железо, содержится в небольшом количестве и поэтому часто определяется вместе с железом в виде так называемой суммы полуторных окислов (R_2O_3).

Магний широко распространен в подземных водах, образуется в воде за счет разложения и выщелачивания магниевых солей горных пород. Магнием особо богаты доломиты и серпентиниты. Соли магния обуславливают жесткость воды. Одному немецкому градусу жесткости соответствует 4,28 мг/л иона магния (Mg^{++}) или 7,19 мг/л окиси магния (MgO).

Кальций, так же как и магний, широко распространен в подземных водах, он образуется за счет выветривания и растворения изверженных и осадочных пород. Соли кальция обуславливают жесткость воды. Одному немецкому градусу жесткости соответствует 7,14 мг/л иона кальция (Ca^{++}) или 10 мг/л окиси кальция (CaO).

Мышьяк в воде часто содержится в рудничных водах сульфидных месторождений. В этих случаях он образуется в воде за счет выветривания и растворения мышьяковистых руд, содержащих, например, арсенопирит ($FeAsS$), кобальтин ($CoAsS$), реальгар (AsS) и др. Мышьяк в воде содержится не только в химически растворенном виде, но и в виде тончайшей пыли. Поэтому при исследовании воды на мышьяк необходимо исследовать не только воду, но и осадок (муть).

Свинец образуется в воде за счет растворения свинцовых руд. Он относится к типу ядовитых веществ, и поэтому содержание его в питьевой воде не должно превышать 0,1 мг/л.

Медь, так же как и мышьяк и свинец, встречается в рудничных водах сульфидных месторождений. При содержании меди свыше 150—200 мг/л становится рентабельным извлекать ее из рудничных вод.

Жесткость воды объясняется наличием в воде кальция, магния, железа и алюминия. Один немецкий градус жесткости равен 7,14 мг/л иона кальция (Ca^{++}), или 4,28 мг/л иона магния (Mg^{++}), или 9,95 мг/л иона железа (Fe^{+++}), или 4,83 мг/л иона алюминия (Al^{+++}). Содержание в воде железа и алюминия бывает ничтожно, поэтому при вычислении жесткости они обычно не учитываются. Жесткость бывает общая, устранимая и постоянная. Устранимая жесткость обусловлена солями слабых кислот (карбонатами, силикатами и др.), постоянная жесткость — солями сильных кислот (хлором, сульфатами и др.). Устранимая жесткость исчезает при кипячении воды. Постоянная жесткость может быть определена, как разность общей и устранимой жесткости.

Окисляемость — потребность кислорода на окисление органических веществ — является показателем общего содержания в воде органических веществ.

Органические вещества в воде могут быть двоякого происхождения:

а) Органические вещества, являющиеся продуктом разложения различного рода отходов, попадающих в воду вместе со сточными водами. Эти вещества с санитарной точки зрения представляют большую опасность и в питьевой воде недопустимы. Повышенная окисляемость подземных вод всегда заставляет подозревать загрязнение их.

б) Органические вещества, являющиеся продуктом распада растительных остатков (перегнойные вещества). Продукты распада могут попадать в подземные воды от перегнившей крепи, с лесных, болотистых участков и т. п.

Значительное содержание перегнойных веществ сообщает воде характерные свойства: цвет — желтоватый до желто-коричневого; запах — затхлый, болотистый; вкус — безвкусный или сладковатый; реакция (на лакмус) — от слабой до отчетливо кислой. Перегнойные вещества не ядовиты и безвредны. Для хозяйственного и промышленного использования

воды с большим содержанием перегнойных веществ не пригодны (при стирке они придают белью желтую окраску и затхлый запах, разрушительно действуют на стенки котлов и т. п.).

Количество сухого остатка зависит главным образом от общего солевого состава воды. Минеральные воды в большинстве случаев имеют повышенную минерализацию по сравнению с пресными водами.

В хозяйственно-питьевой воде сухой остаток не должен превышать 1000 мг/л. Потери при прокаливании определяют количество сухого остатка органического происхождения.

Большие потери при прокаливании указывают на то, что вода богата органическими веществами, которые обычно связаны со сточными водами, и в ней, следовательно, могут находиться в большом количестве бактерии, опасные для организма человека.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ТОПО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ И МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ

Крупномасштабные съемки поверхности и подземных горных выработок, координирование разведочных работ, руководство и контроль за проходкой выработок в отношении их направления, профиля и сечений составляют основное содержание топо-геодезических и маркшейдерских работ при разведке рудных месторождений золота.

Основным видом топо-маркшейдерских работ на поверхности является съемка, проводимая в целях составления планов поверхности и решения ряда технических задач, к которым относятся: определение мест заложения разведочных выработок, перенесение в натуру проектов расположения поверхностных сооружений и др. При проходке горизонтальных и наклонных разведочных выработок специалисты маркшейдерской службы ведут их съемку, а также осуществляют соединительные съемки и передачу высот для ориентирования выработок на новых (пнижележащих) горизонтах или на поверхности. Соединительные съемки проводятся путем присоединения основных и контрольных замкнутых полигонов, связывающих через наклонные или вертикальные выработки маркшейдерские съемки на разных горизонтах.

Кроме съемочных работ, маркшейдерская служба обеспечивает разбивку и закрепление центров осей стволов шахт и других выработок; производит координирование выработок; осуществляет контроль в отношении правильности направления, профиля и сечений выработок; принимает меры для охраны сооружений на поверхности и в шахтах от влияния горных выработок; контролирует соблюдение установленных границ целиков; ведет месячные и декадные замеры горных выработок.

В стадию предварительной разведки, проводимой с помощью канав и других легких горных выработок, на основе съемочных работ составляется инструментальный план с рельефом масштаба 1 : 10 000 или 1 : 5000, на который наносятся все разведочные выработки (расчистки, заколушки, дудки, шурфы, буровые скважины, канавы), пройденные в целях составления геологической карты и прослеживания рудных тел; пункты геодезического обоснования; дороги; гидрографическая сеть; все сооружения промышленного и коммунального характера; жилые дома; линии электропередач; контуры лесов и других угодий, согласно перечню, приведенному в соответствующих инструкциях по топографическим съемкам.

При мензульной съемке масштаба 1 : 10 000 или 1 : 5000 съемочным обоснованием являются теодолитно-нивелирные хода. На площадях более 6 км² в качестве геодезического обоснования развивается сеть триан-

гуляции V класса со сторонами 0,7—1,0 км. Пункты триангуляции или полигонометрии, заменяющей триангуляцию в равнинных районах, закрепляются подземными центрами и геодезическими знаками.

При наличии в районе работ сетей или рядов государственной триангуляции, удаленных не более чем на 15 км, производится привязка к ним, и топографическая съемка ведется в общегосударственной системе координат Гаусса-Крюгера.

В случае отсутствия государственных пунктов триангуляции съемка выполняется в условной системе координат.

Передача высот производится от реперов государственного нивелирования, если последние расположены не далее 25 км от разведываемой площади. При большем удалении принимается условное высотное начало.

Нанесение разведочных выработок производится путем проложения теодолитных ходов от ближайших точек геодезического или съемочного обоснования к устьям выработок или концам канав, с закреплением координируемых точек кольями или столбами.

Для построения профилей или разрезов по канавам бровки их, по указанию прораба разведки, нивелируют и в высотном отношении привязывают к точкам геодезического обоснования в принятой системе высот. Кроме того, нивелировка проводится по простиранию рудных тел или по иным направлениям, указанным геологом в целях создания проекций на вертикальную плоскость или разрезов рудных тел.

Одновременно топо-маркшейдерская служба производит систематический замер горных выработок и определяет пройденные глубины в шурфах, а также объем породы, вынутой из канав, и сопоставляет данные замера с отчетными документами разведки. Результаты маркшейдерских замеров записываются в журнал установленной формы.

Величины расхождений между отчетными документами разведки и данными маркшейдерских замеров являются основанием для установления факта брака, когда расхождения влекут искажения результатов разведки, или временного брака, когда расхождения могут быть исправлены без ущерба для качества разведки.

В стадии детальной разведки месторождения тяжелыми горными выработками производится мензульная съемка поверхности масштаба 1 : 2000 или 1 : 1000 с сечением рельефа через 2, 1 или 0,5 м в зависимости от рельефа местности. Рудничные планы предназначены для определения мест заложения разведочных выработок, проектирования поверхностных сооружений и вместе с тем служат маркшейдерской основой для составления детальных геологических, структурных и других карт, а также планов горных работ, опробования и различных специальных планов.

На план мензульной съемки масштабов 1 : 2000 и 1 : 1000 наносятся: пункты высотно-планового геодезического обоснования и в первую очередь устья всех шахт, штолен, скважин и других разведочных выработок с их номерами; контуры карьеров открытых выработок, а также выходы рудных тел на земную поверхность; кроме того, все железные и грунтовые дороги; гидрографическая сеть и замкнутые водные бассейны со всеми искусственными сооружениями на них; границы горного отвода с датой утверждения; все промышленные и бытовые сооружения, жилые дома; линии электропередачи высокого напряжения на опорах и закрытого кабеля; линии основных воздухопроводных, паропроводных и водопроводных магистралей; границы охранных целиков; отвалы рудные и породные.

При мензупольной съемке масштаба 1 : 2000 или 1 : 1000 рабочим обоснованием являются исключительно пункты рудничной триангуляции со сторонами 0,5—0,2 км. При наличии пунктов государственной триангуляции, удаленных не более чем на 15 км, и реперов нивелирования — на 25 км производится привязка к ним и съемка в системе координат Гаусса-Крюгера, а при ббльших расстояниях — в условной системе координат и высот.

Все пункты рудничной триангуляции закрепляются центрами и знаками таким образом, чтобы обеспечить надежную сохранность координат и высот в течение длительного времени.

Пункты рудничной триангуляции являются основной маркшейдерской опорой при определении координат горных выработок, перенесении в натуру проектов горных работ, устройстве различных поверхностных сооружений и составлении маркшейдерских планов.

Границы съемки определяются контуром рудного поля или его отдельных участков.

Проведению топо-геодезических работ предшествует подготовительный период, в течение которого производится подбор и оценка имеющихся топографических материалов, ознакомление на местности с расположением пунктов геодезической опорной сети, изучение проектов разведочных работ. На основе этого составляется проект топо-геодезических работ.

В результате проведения топографической съемки площади месторождения в период разведки должны быть получены следующие материалы: каталоги координат пунктов триангуляции и полигонометрии, расположенных в пределах рудного поля; сведения, характеризующие точность рудничной триангуляции (координат и высот пунктов); координаты и высоты устьев всех разведочных выработок; планы поверхности в масштабе 1 : 2000 для месторождений с мощными рудными телами и с несложной структурой, в масштабе 1 : 1000 при густой сети маломощных рудных тел со сложной структурой месторождения. Для удобства составления геологических карт месторождений с рудными телами малых размеров допускается также увеличение топографических планов поверхности масштаба 1 : 1000 до масштаба 1 : 500 путем пантографирования с накладкой легких горных выработок, устьев тяжелых горных выработок и скважин по их координатам.

Дальнейшая задача топо-маркшейдерской службы состоит в пополнении, сгущении и реконструкции рудничной триангуляции, пополнении планов новыми выработками и расширении в случае необходимости площади съемки. По данным нивелирования ведется составление профилей выработок. Кроме планов поверхности, в период детальной разведки составляются планы, отражающие состояние горных работ.

К ним относятся: а) погоризонтные планы выработок, б) проекции выработок на вертикальную плоскость, на горизонтальную плоскость и на плоскость рудного тела, в) вертикальные разрезы вкрест простирания и по простиранию рудного тела, г) сводные планы горных выработок.

Погоризонтные планы горных выработок составляются по данным маркшейдерской съемки для каждой штольни и для всех горных выработок, пройденных из шахт, по каждому разведочному горизонту.

Помимо координатной сетки, обязательной для всех видов маркшейдерских планов, на плане выработок наносятся все маркшейдерские точки и реперы подземной нивелировки с указанием высотных отметок. Вычерчиваются все горные выработки данного горизонта (шахты, околостволь-

ные выработки, квершлагги, полевые и рудные штреки, орты, восстающие, рудоспуски и гезенки, камеры, водосборники и др.) с надписями названий основных выработок и номерами восстающих.

По данным геологических зарисовок, привязанных к маркшейдерским точкам, на плане показываются контуры рудных тел.

Путем промеров от ближайших маркшейдерских точек устанавливается положение и на план наносятся все разведочные скважины, пробуренные с данного горизонта, с их номерами, числовыми отметками подсеченной глубины.

На планах горных выработок отображаются также даты ежемесячного продвижения выработок, границы охранных целиков, границы шахтного поля, границы эксплуатационных блоков, стационарные вентиляторы, подземные склады взрывчатых веществ и другие подземные устройства.

Погоризонтные планы горных выработок служат основой для составления сводных планов горных выработок и планов опробования и погоризонтных геологических планов. Погоризонтные планы горных выработок составляются как для отдельных рудных тел, так и для группы смежных рудных тел, а также иногда для всего месторождения в целом.

Для мощных рудных тел погоризонтные планы горных выработок обычно являются основным графическим материалом при подсчете запасов.

Масштаб погоризонтных планов принимается или 1 : 500, или 1 : 1000, но на крупных месторождениях может быть уменьшен до 1 : 2000.

Проекция выработок на вертикальную плоскость составляется на месторождениях с крутым падением рудных тел и служит основным графическим материалом при подсчете запасов. Они составляются для каждого рудного тела отдельно. Вертикальная плоскость для проектирования рудного тела выбирается параллельно преобладающему простиранию, а в случае значительных изменений последнего — параллельно простиранию рудного тела на отдельных участках. При сводном изображении вертикальной плоскости с меняющимся простиранием производится развертка проекций отдельных частей рудного тела на одном листе.

На вертикальной проекции показываются: все маркшейдерские точки с их номерами, границы блоков, горные выработки (стволы шахт, наклонные и горизонтальные выработки); контуры рудных тел, спроектированные на вертикальную плоскость; основные тектонические нарушения, границы охранных целиков и шахтных полей; разведочные скважины с указанием их нумерации, года проходки и глубины. На эксплуатирующихся этажах показываются контуры отработанных частей рудного тела.

Внутри блоков приводятся данные подсчета запасов (площадь блока, мощность рудного тела, количество руды в тоннах, среднее содержание и запасы). Кроме того, на проекции даются надписи горизонтов, названия жил, места их выхода на поверхность и т. п.

Проекция на вертикальную плоскость составляется в масштабе 1 : 500 или 1 : 1000, а для крупных рудных тел в масштабе 1 : 2000.

Для пологозалегающих рудных тел, вместо проекций на вертикальную плоскость, составляются проекции на горизонтальную плоскость и эти проекции являются основным графическим материалом при подсчете запасов. Для маломощных рудных тел, имеющих угол падения 35—55°, иногда составляются проекции на плоскость рудного тела, на которых и производится подсчет запасов.

К вертикальным проекциям примыкают вертикальные разрезы вкрест простираения рудного тела, составляемые для более детальной характеристики месторождения. Эти разрезы используются также при подсчете запасов.

На разрезах, кроме координатной сетки и маркшейдерских точек, наносятся: стволы капитальных, вспомогательных, вентиляционных и других шахт, попадающих в плоскость разреза, с их надшахтными сооружениями и высотными отметками; выработки — вертикальные, наклонные и горизонтальные; контуры рудных тел и пород, включенных в рудное тело; геологические обозначения пород; основные тектонические нарушения с элементами их залегания; разведочные скважины и т. п.

Для пологозалегających рудных тел составляются также вертикальные разрезы по простираению рудного тела.

На сводных планах горных выработок по данным маркшейдерской съемки наносятся все наклонные и горизонтальные выработки всех горизонтов, в том числе разведочные выработки и скважины, а также карьеры открытых разработок на поверхности.

Кроме того, на планах горных выработок показываются: выходы рудных тел на поверхности; границы охранных целиков (охранная берма на поверхности и границы на всех горизонтах); контуры рудного тела на всех горизонтах и тектонические нарушения. На эксплуатирующихся этажах показываются контуры отработанных участков.

При очень крутом падении рудных тел, когда их контуры, а также контуры выработок разных горизонтов перекрываются, некоторые промежуточные горизонты на плане могут быть опущены.

Сводные планы горных выработок составляются в масштабах 1 : 1000 или 1 : 2000.

Перечисленные топо-маркшейдерские материалы при разведке рудных месторождений являются основными с момента проектирования подземных разведочных работ до сдачи разведанных частей месторождения в эксплуатацию и далее в течение всего периода отработки месторождения. Главное назначение их состоит в графической документации горных выработок и нанесении на них всех данных по геологическому изучению месторождения, опробованию и подсчету запасов. Наряду с этим в период разведки и эксплуатации, по мере необходимости, могут составляться другие планы и различные проекции для характеристики геологических особенностей месторождения, горно-геометрические графики, блокдиаграммы, вентиляционные планы, проектные планы и разрезы к расчету предохранительных целиков и т. п.

В процессе детальной разведки золоторудных месторождений проектирование подземных горных выработок производится на планах поверхности, после чего проект переносится в натуру. Перенесение проекта в натуру состоит в отыскании на местности проектируемых устьев разведочных выработок посредством заранее рассчитанных дирекционных углов и расстояний от пунктов рудничной триангуляции до искомых точек. Полевые наблюдения заключаются в промерах по направлению, определенному с помощью теодолита, и проверке координат установленных точек посредством многократных засечек. Вычисленные координаты, характеризующие положение устьев выработок, выписывают в каталог и фиксируют на местности столбами. В целях обеспечения сохранности найденной точки производят на местности разбивку двух взаимноперпендикулярных прямых так, чтобы устьевая точка выработки находилась точно в пересече-

чении прямых. Для этого последние фиксируют кольями, расположенными в 2—3 м от устья выработки. Одновременно устье ствола нивелируют в принятой системе высот.

По мере продвижения горнопроходческих работ, основываясь на проектных отметках, маркшейдерская служба направляет углубку шахт, развитие горизонтальных выработок и устройств рудничных дворов, складов и т. п., производит ориентирование шахт, соединительные съемки, съемки и нивелировки горизонтальных выработок на всех горизонтах, а также контроль сечения выработок, их крепления и ряд других работ.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПРИ РАЗВЕДКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. ЗАДАЧИ ДОКУМЕНТАЦИИ

Регистрация геологических наблюдений, проводимых в горных выработках и буровых скважинах при поисках, разведке и разработке месторождений, в виде описаний и первичных графических изображений носит название первичной геологической документации. Наблюдения фиксируются в полевых книжках, журналах выработок, в зарисовках и их описаниях.

К окончательным материалам геологической документации относятся различного рода карты, планы, разрезы и пр., являющиеся результатом сводки первичных графических изображений рудных тел по зарисовкам в разведочных выработках. Только при нанесении на карту геологических наблюдений можно судить о взаимном расположении в горизонтальном и вертикальном направлениях рудных тел и тех или иных элементов строения вмещающих пород. Текстовая часть документации служит пояснением к графическим материалам и дополнением к ним.

Систематическое ведение геологической документации при постоянной обработке и обобщении материалов является одним из основных условий поисков, разведки, вскрытия и разработки месторождений. Только при хорошо поставленной геологической документации возможна методически правильная и эффективная разведка месторождения, оценка различных его частей, флангов и глубоких горизонтов, а также геологическое обоснование подсчета запасов.

В комплекс работ по геологической документации включаются:

А) первичная геологическая документация горных выработок и буровых скважин;

Б) камеральная обработка первичной геологической документации и на основе ее — составление всех сводных материалов по месторождению.

Первичная геологическая документация и сводные материалы должны обеспечивать фактическими данными возможность ясного представления о следующих основных особенностях рудного месторождения или его разведываемых частей:

а) составе и взаимоотношениях горных пород, слагающих рудное поле или разведываемый участок;

б) структуре разведываемого участка;

в) характере и распространении различных типов гидротермальных изменений;

г) типах оруденения, размерах и закономерностях размещения рудных тел и минерализованных пород;

д) морфологии рудных тел и закономерностях, определяющих ее изменчивость;

е) внутреннем строении рудных тел;

ж) текстуре, вещественном составе руд, характере их изменчивости в горизонтальном и вертикальном сечениях;

з) степени окисления руд и ее изменчивости в зависимости от различных геологических факторов;

и) закономерностях размещения золота и сопутствующих ему полезных и вредных компонентов.

Кроме того, материалы первичной документации являются исходными данными, на базе которых проводится подсчет запасов; они прилагаются к подсчетам запасов, представляемым на утверждение в ТКЗ и ГКЗ.

Документация геолого-разведочных выработок имеет некоторые особенности, отличающие ее от документации, сопровождающей геологосъемочные работы. Так, например, необходимо представление сведений о свойствах пород и руд и о характере распределения золотоносности, которые требуются эксплуатационной службе предприятия, в частности о крепости вмещающих пород и руд, кусковатости, трещиноватости, объемном весе, водоносности.

Документация проводится одновременно с проходкой выработки. В процессе документации составляются описания и зарисовки рудного тела и вмещающих пород, вскрываемых выработками; зарисовываются их взаимоотношения в забоях, стенках и кровле; отбираются образцы и пробы, местоположение которых точно фиксируется на графических изображениях.

Геологические наблюдения в подземных горных выработках производятся в условиях плохого освещения, часто при сильном загрязнении стенок выработки, поэтому для тщательного выполнения документации в данных условиях требуется большое внимание и аккуратность. Небрежно или формально составленная документация может привести к неприятным последствиям — потере рудного тела, а отсюда к неправильному направлению эксплуатационных работ и бесцельным затратам средств на проходку горных выработок.

2. ПОРЯДОК НУМЕРАЦИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Геологической документации подлежат все горные выработки, проходящие в пределах разведываемой площади. Хорошо продуманная систематическая нумерация выработок и скважин имеет большое значение для правильной документации, облегчая пользование материалами по месторождению как в процессе проведения разведочных работ, так и при его разработке. Систематическая нумерация горных выработок облегчает также комплектование первичных геологических материалов при составлении сводных отчетов и подсчетов запасов для утверждения в ГКЗ.

Нумерацию выработок следует делать единой для всех участков месторождения, давая отдельно нумерацию различных видов выработок

(канав, шурфов, шахт, скважин, штолен, ортов, гезенков и т. д.), продолжая ее из года в год. В целом она должна соответствовать принятой при разведке месторождения форме разведочной сети.

Все геолого-разведочные, горнокапитальные, горноподготовительные и эксплуатационные выработки, проходимые на данном месторождении, при их заложении наносятся на топографические и маркшейдерские планы соответствующими условными обозначениями и включаются в каталог геолого-разведочных выработок. Каталог составляет единое целое с планом их расположения и ведется по форме (табл. 12), предусмотренной во Временной инструкции по первичной геологической документации геолого-разведочных работ (1951).

При составлении каталога геолого-разведочных выработок для месторождений, на которых уже ведутся геолого-разведочные работы, сначала в него вносятся все выработки, ранее пройденные и находящиеся в проходке, а в дальнейшем — вновь закладываемые выработки по мере их проходки. Принятая на данном месторождении нумерация сохраняется до конца его отработки, изменяясь лишь в особых случаях (по согласованию с вышестоящей организацией).

МЦМ СССР ГЛАВЗОЛОТО

Трест, комбинат, контора

Рудник, партия

Месторождение

Участок

КАТАЛОГ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

Начат

Окончен

Типы выработок	Выделенные для данного участка номера выработок					
	I серия		II серия		III серия	
	от	до	от	до	от	до
Разведочные канавы						
Мелкие шурфы и лудки						
Буровые скважины						
Глубокие шурфы и разведочные шахты						
Штольни						
Штреки						
Восстающие						
Орты						
Гезенки						

Должность, фамилия и подпись сотрудника, ведущего каталог.....

.....

Таблица 12
(Вкладной лист)

№ п/п	Наименование выработок	Целевое назначение выработок	Дата окончания проходки	Геологическая документация		Рудное тело вскрыто или нет	Размер выработки			Истинный азимут угла наклона	Номер (по описи) планшета, на который нанесена выработка	Наименование начальной точки выработки	Координаты начальной точки истинные условные			Дополнительные замечания
				дата начала	номер по описи геологических документов		глубина или длина в м	фактическая проектная	сечение в м ²	фактическое проектное			X	Y	Z	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Указания по составлению каталога геолого-разведочных
выработок

(Помещается на обороте титульного листа)

1. В каталог заносятся все геолого-разведочные выработки и расположенные на разведываемой площади выработки не-разведочного назначения (например, горноподготовительные, эксплуатационные, а также колодцы, котлованы и т. п.), по которым производится геологическая документация.

2. Каждая разведочная выработка заносится в каталог в день начала ее проходки. При этом в графе 2 указываются: ее тип (канавы, шахты, шурфы, штольня, штрек, квершлаг, орты, расщелины, буровая скважина ручного или механического колонкового, ударного — бурения и т. п.), присвоенный ей номер и ее местонахождение.

3. В графе 3 сжато, но точно записывается цель, с которой задана выработка (например, подсечение и опробование рудного тела на глубине от . . . до . . . м и т. п.).

4. В графе 7 (по окончании проходки каждой выработки)

делается отметка, вскрыто или не вскрыто выработкой рудное тело.

5. В графе 6 указываются номер описания и зарисовки данной выработки по описи геологических документов, а в графе 11 — номер (по той же описи) планшета, на который эта выработка нанесена впервые.

6. В «Дополнительных замечаниях» записываются номера актов о заложении и ликвидации, способ привязки выработки к существующим опорным точкам и т. п.

7. Графы 1, 4, 8, 9, 10 и 12 заполняются с начала проходки данной выработки, остальные — немедленно после получения соответствующих данных. Датой окончания документации (графа 5) считается время принятия описания и зарисовки выработки (колонки скважины) главным геологом или начальником партии.

3. ОБЪЕКТЫ ДОКУМЕНТАЦИИ И СОСТАВЛЕНИЕ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Успешное разрешение стоящих перед документацией задач возможно только при условии наличия хорошо разработанных условных обозначений, отражающих все стороны геологического строения месторождения.

Наблюдения над рудным телом в забое дают основную часть материалов по изучению месторождения; обработка образцов под микроскопом лишь дополняет те сведения, которые не могут быть получены при макроскопическом изучении. Визуальное наблюдение за характером вмещающих пород, руды, кварца, в свою очередь, иногда позволяет заметить особенности, которые не могут быть выявлены в шлифах под микроскопом.

При работе, выполняемой на месторождении различными лицами, только те стороны его строения отражаются в документации, наблюдения над которыми предусмотрены при выборе объектов документации. Следовательно, только эти стороны строения месторождения и могут быть отражены на сводных картах, планах и разрезах, служащих основой для планирования геолого-разведочных и эксплуатационных работ. Поэтому выбор объектов документации и составление условных обозначений применительно к конкретным условиям каждого месторождения представляют важную и ответственную задачу.

В стадию предварительной разведки новых месторождений условные обозначения составляются на основе имеющихся данных по изучению региональной геологии и по материалам поисковых работ. Степень вскрытия рудного поля, в особенности рудных тел, в этот период невелика, вследствие чего на этом этапе условные обозначения часто не могут быть составлены с необходимой полнотой. В дальнейшем, когда в процессе детальной разведки накапливаются более полные геологические данные, условные обозначения должны быть расширены и уточнены.

При составлении условных обозначений для разрабатываемых месторождений учитывается весь опыт, накопленный при изучении, разведке и эксплуатации данного месторождения.

При документации каждого месторождения объектами наблюдений, соответственно отраженными в условных обозначениях, должны быть следующие: 1) вмещающие породы; 2) продукты гидротермального, в том числе и околорудного, метаморфизма; 3) рудные тела; 4) элементы тектоники.

Вмещающие породы

Особенности литологии и внутренней структуры вмещающих пород часто имеют решающее влияние на морфологию, внутреннее строение и промышленную ценность рудных тел.

Для месторождений определенных типов, например метасоматических колчеданных залежей, одним из важных факторов, определяющих размещение и форму рудных тел, является наличие в общей структуре горизонтов, благоприятных для замещения рудным материалом. В других случаях присутствие жестких прослоев среди более пластических толщ обуславливает избирательное развитие вдоль их границ межслоевых скольжений и срывов, к которым приурочиваются рудные тела; размещение рудных тел и ряд особенностей морфологии последних в связи

с этим определяются условиями залегания и характером границ указанных прослоев, и т. д.

Зависимость между составом вмещающих толщ и степенью золотистости рудных тел иногда имеет сложный характер, поддающийся расшифровке только после обобщения большого материала. Например, для одного из месторождений Восточного Забайкалья установлена тесная ассоциация золота с адуляром. Распределение же адуляра, а следовательно и большей части золота, зависит от состава боковых пород, которые пересекает жила: наибольшие его количества в теле жилы отлагаются там, где она пересекает слои пород, богатых алюминием.

Приведенный пример показывает, какое важное значение для правильного понимания закономерностей размещения и внутреннего строения рудных тел имеет полнота знаний о строении вмещающих пород.

В условных обозначениях следует выделять отдельно главные комплексы вмещающих пород: осадочные и вулканогенные слоистые породы, метаморфические породы, интрузивные породы и дайки.

Осадочные и вулканогенные слоистые породы. Расчленение слоистых осадочных и вулканогенных толщ должно находиться в соответствии со стратиграфическим разрезом данного района. Выделенные при составлении более мелкомасштабных геологических карт (1 : 100 000, 1 : 50 000 и 1 : 25 000) свиты или горизонты должны быть расчленены для документации более подробно. Следует стремиться обеспечить выделение наиболее характерных, легко различающихся в условиях подземной документации, горизонтов, могущих играть роль маркирующих при дальнейших структурных построениях, например: горизонтов туффов, выделяющихся своей окраской и плотностью строения среди туфов или эффузивов, горизонтов сланцев среди песчаников и т. д.

Для примера ниже приведены условные обозначения эффузивно-осадочных пород палеозойского возраста для одного из уральских колчеданных месторождений.

На картах масштабов 1 : 20 000 и 1 : 50 000 выделяются: 1) туфогенно-осадочные породы ирындянской свиты D_1^2 ; 2) диабазы, их туфы и вулканические брекчии, альбитофиры, их туфы и вулканические брекчии (поляковская свита $S_2^1—D_1^1$).

Для рудничной документации эти условные обозначения преобразованы таким образом:

1) Породы ирындянской свиты (D_1^2): а) кремнистые сланцы и кремнистые туффы; б) туфопесчаники; в) андезитовые порфириды.

2) Породы поляковской свиты ($S_2^1—D_1^1$): а) метаморфизованные диабазы, диабазовые порфириды и их туфы; б) вулканические брекчии диабазов; в) метаморфизованные альбитофиры, туфы альбитофиров; г) туфобрекчии и вулканические брекчии смешанного состава.

При документации филлитовых толщ в основу расчленения могут быть положены признаки их минералогического и гранулометрического состава, а также слоистость и наличие характерных примесей, таких, например, как углерод.

Для одного из месторождений Енисейского края выделяются: а) свита тонкослоистых филлитов, состоящая из чередующихся пачек метаморфизованных кварцитов и аргиллитов; б) свита филлитов из метаморфизованных аргиллитов; в) свита филлитов, состоящая преимущественно из метаморфизованных алевролитов.

Для свиты филлитов одного из уральских месторождений выделены следующие объекты для геологической документации: а) существенно кремнистые филлиты; б) черные филлиты с углистым веществом; в) слоистые серицито-хлоритовые филлиты; г) серицито-кремнистые филлиты.

В тех случаях, когда породы вулканогенно-осадочного или осадочно-то комплекса представлены метаморфизованными разностями (например, затронуты зеленокаменным метаморфизмом или находятся в той или иной стадии филлитового перерождения), в основу расчленения следует класть реликтовые признаки структур и состава исходных пород, а не характер метаморфических новообразований. Последний должен быть указан в описании или обозначен наложенным на основную окраску знаком. Следует учитывать, что только документация, проведенная на основе расчленения слоистых толщ по признаку их первичного состава, может обеспечить правильную расшифровку складчатых форм, стратиграфических и тектонических несогласий и других элементов структур, могущих оказаться важными для понимания закономерностей размещения рудных тел.

Для примера приводится расчленение пород при документации одного из уральских месторождений, залегающего среди зеленокаменных эффузивно-осадочных толщ:

Породы туфогенно-осадочной свиты: а) туффиты и пепельно-серые филлиты с прослоями эпидотизированных туфопесчаников и ближе не определенных хлорито-эпидотовых сланцев; б) хлоритовые сланцы с реликтовой структурой плотных и пузыристых туфов; в) хлоритизированные и эпидотизированные туфоконгломераты.

Породы верхней свиты туфов: а) хлоритизированные и серицитизированные плагиоклазовые порфириты и их туфы и хлорито-серицитовые сланцы с реликтами первичных структур; б) пепельно-серые филлиты и туффиты.

Породы нижней свиты порфиритов: а) актинолитизированные и хлоритизированные пироксеновые порфириты и актинолито-хлоритовые сланцы с реликтами первичных структур; б) актинолитизированные и хлоритизированные туфы пироксеновых порфиритов и сланцы с реликтами первичных структур.

Следует указать, что среди метаморфизованных толщ часто встречаются и собственно метаморфические породы, первичная природа которых не поддается определению; эти породы должны быть выделены в самостоятельную группу под заголовком: ближе не определенные метаморфические породы. В рассмотренном выше примере к этой группе относятся хлоритовые сланцы неясного генезиса и эпидозиты.

Важным признаком слоистых толщ, который обязательно должен быть отражен в условных обозначениях, является степень их рассланцевания.

Исходя из этого, при документации выделяются породы: массивные, слабо сланцеватые, сильно сланцеватые, собственно сланцы.

Степень сланцеватости должна обозначаться дополнительным специальным знаком, накладываемым на основной фон раскраски.

Метаморфические породы. При составлении условных обозначений для документации в районах широкого развития метаморфических пород необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

1. Опираясь на данные, полученные в результате изучения района и рудного поля, выделяются продукты разновременных циклов метаморфических преобразований, среди которых необходимо различать:

- а) продукты регионального (общего) метаморфизма;
- б) продукты контактового (местного) метаморфизма разновозраст-

ных интрузий, причем главное внимание нужно уделить интрузии, по времени наиболее близко стоящей к оруденению;

в) продукты гидротермального метаморфизма, включая околорудные изменения.

2. Для продуктов метаморфизма первых двух групп (третьей посвящен отдельный раздел) следует принимать такое расчленение метаморфических пород, которое помогло бы выявить элементы первичной литологической неоднородности толщ, подвергавшихся метаморфизму. Без этого трудно решить ряд вопросов, важных для понимания особенностей размещения рудных тел. Метаморфические новообразования, характеризующие различные ступени метаморфизма (гранат, андалузит, дистен, силлиманит и т. д.), отмечаются в описаниях, чтобы в случае надобности можно было бы составить специальные карты.

При документации одного из месторождений Восточной Сибири для метаморфических пород выделены следующие объекты наблюдений, которые отражены в условных обозначениях:

Продукты общего (регионального) метаморфизма: а) графитосодержащие кварциты; б) кварцитовые и слюдяные кварциты; в) слюдяные сланцы; г) роговообманково-полевошпатовые сланцы; д) амфиболиты, мраморы.

В принятом здесь подразделении первые две породы, очевидно, представляют результат метаморфизма существенно кварцевых песчаных толщ, а третьей породе основное значение имел глинистый материал; амфиболосодержащие разности могут рассматриваться как результат метаморфизма пород с примесью туфогенного или карбонатного материала, а мраморы — как результат преобразования карбонатных осадков.

На указанные метаморфические породы в рассматриваемом примере накладываются более поздние преобразования, связанные с контактовым воздействием гранитных интрузий; они должны быть выделены в самостоятельную группу под заголовком:

Продукты контактового метаморфизма гранитных интрузий: а) инъекционные слюдяно-полевошпатовые гнейсы, б) инъекционные роговообманковые гнейсы; в) гранато-мусковитовые породы.

В качестве другого примера приводится документация метаморфических пород одного из золоторудных месторождений Южного Урала:

Продукты зеленокаменного метаморфизма: а) хлоритовые сланцы; б) хлорито-актинолитовые породы и сланцы с реликтами структур порфиритов основного состава и их туфов; в) кремнистые сланцы, серицитовые сланцы с реликтами структур альбитофинов и их туфов.

Продукты контактового метаморфизма гранитных интрузий: а) биотитовые роговики; б) амфиболовые роговики; в) биотитополевошпатовые сланцы.

Интрузии. При документации изверженных пород последние расчленяются в соответствии с выделенными в районе возрастными интрузивными комплексами. Более детальное подразделение следует проводить, выделяя внутри каждого комплекса разновидности, достаточно четко отличающиеся друг от друга на глаз и поддающиеся картированию в подземных условиях. При этом особое внимание следует уделить тому, чтобы было предусмотрено выделение всех разновидностей, между которыми существуют резкие интрузивные контакты.

В качестве примера приведем группу интрузивных пород, выделенных при документации одного из забайкальских месторождений:

1) Гранитные интрузии палеозойского возраста: а) гранито-гнейсы; б) аляскитовые и аплитовидные граниты.

2) Гранитные интрузии нижнекаменноугольного возраста: а) диориты; б) гранодиориты; в) граниты.

В ряде случаев морфология и другие свойства рудных тел резко изменяются при выходе из тела интрузии во вмещающие породы. Поэтому при работе в эндоконтактных и экзоконтактных ореолах интрузий необходимо выделять главные типовые разности, стремясь к разделению пород эндо- и экзоконтакта.

Это показано в приводимом ниже примере:

- 1) Интрузии гранитоидных пород: а) граниты; б) гранодиориты.
- 2) Эндоконтактные фации интрузии: а) крупнозернистые диориты пятнистой текстуры; б) микродиориты и микрогаббро; в) гранодиориты с большим количеством меланократовых шлиров и ксенолитов.
- 3) Породы зон экзоконтакта гранитных интрузий: а) крупнозернистые амфиболиты с инъекциями гранитного материала; б) микроамфиболиты.

Д а й к и. Детальная документация даек имеет весьма важное значение для месторождений многих типов. В некоторых случаях дайки вмещают оруденение и местами сами являются рудными телами или контролируют пространственное положение рудных жил. Когда дайки непосредственно не связаны с рудой, то изучению их следует уделять также серьезное внимание, так как полученные материалы могут оказать существенную помощь для понимания структуры и истории формирования месторождения.

При выборе объектов наблюдений и документации даек необходимо с возможной полнотой выделить все разновидности жильных пород, залегающих в виде самостоятельных геологических тел и в том числе принадлежащих к различным интрузивным циклам. Фациальные отклонения (крупно- и мелкозернистые разности, фельзитовые, плотные, порфировые и т. д.), встречающиеся в различных частях одной и той же дайки, не всегда надо отмечать при документации.

Так, например, в одном из уральских месторождений различаются:

- 1) Жильные породы, сопутствующие габбро-перидотитовому комплексу: а) микрогаббро; б) габбро-пегматиты.
- 2) Жильные породы, генетически связанные с интрузиями гранитов: а) микрограниты; б) аплитовидные граниты; в) лампрофиры; г) пегматондные граниты; д) пегматиты.
- 3) Жильные породы, принадлежащие к самостоятельной послегранитной формации: а) сиенит-порфиры; б) гранодиорит-порфиры; в) гранит-порфиры.

Во многих месторождениях в числе даек встречаются эруптивные брекчии, заслуживающие особого внимания. Классифицировать эруптивные брекчии следует по составу цемента, например: эруптивные брекчии с цементом диоритовых порфиров; эруптивные брекчии с цементом фельзитов.

Продукты гидротермального метаморфизма

Значение картирования проявлений гидротермального метаморфизма заключается в том, что детальное изображение и последующий анализ размещения продуктов различных стадий гидротермальных перерождений, сопровождающих формирование рудных тел, позволяют правильно оценить отдельные участки рудного поля и направить разведку на выявление еще не вскрытых, в частности слепых, рудных тел.

В процессе документации продуктов гидротермальных изменений необходимо учитывать следующие основные положения.

Гидротермальные преобразования, сопутствующие формированию рудных тел, представляют длительный и сложный процесс, протекающий в течение нескольких стадий, одни из которых во времени далеко отстоят от отложения рудного вещества, тогда как другие непосредственно ему предшествуют или даже сопутствуют. При этом ранние стадии изменений охватывают сравнительно большие площади и, не будучи непосредственно связанными с рудными телами, являются только предпосылкой для поисков в этом районе. Более поздние обычно менее распространены и могут рассматриваться как непосредственные поисковые признаки. Вместе с тем проявления одного и того же гидротермально-метаморфического процесса, в зависимости от того, какого состава породы подвергаются его действию, могут привести к образованию пород, резко отличающихся между собой по составу и по внешнему виду.

В связи с этим при документации продуктов околорудного метаморфизма необходимо выделять:

- 1) различные типы гидротермальных преобразований, соответствующие проявлению главных стадий гидротермального метаморфизма;
- 2) продукты преобразования каждой стадии среди пород различного исходного состава;
- 3) породы, различающиеся по степени их изменений.

Следует различать сильную степень изменения, когда порода интенсивно преобразована и первоначальный ее состав узнается по наличию признаков реликтовых структур либо по хорошо прослеживающимся переходам к неизмененным разностям, и слабую степень изменения, когда свойства исходной породы еще хорошо различимы. Сильные и слабые изменения следует обозначать на картах и планах знаком, накладываемым на основную раскраску, изменяя густоту расположения знака. При полном изменении породы и отсутствии хорошо прослеживающихся переходов к неизмененным разностям следует вносить самостоятельные обозначения, например: для березитов, метасоматических кварцитов, лиственитов и т. п., в отношении которых вопрос о составе исходных пород часто не может быть решен однозначно.

Для некоторых типов месторождений, особенно для штокверков и вкрапленных руд, важно предусмотреть знак, передающий характер проявления минерализации сульфидов и рудного кварца; например: прожилковая, гнездовая или равномерно рассеянная (рис. 70).

Для месторождений, в которых главным околорудным изменением является березитизация, следует выделять:

- альбитизированные породы (слабо, сильно);
- березитизированные породы (слабо, сильно);
- березиты; породы, импреньированные сульфидами (до 10% сульфидов, > 10% сульфидов).

Для некоторых случаев, когда березиты являются рудой, количество сульфидов следует определять более точно, по палетке. Характер развития сульфидной вкрапленности (прожилковая, равномерно рассеянная или гнездовая), как указывалось, предусматривается условным знаком.

Для другого, не менее распространенного процесса околорудных изменений — лиственитизации — типовые условные обозначения будут иметь следующий вид:

- 1) оталькованные и карбонатизированные породы (исходные породы змевики), хлоритизированные и карбонатизированные породы (исходные породы основного ряда);
- 2) талько-карбонатные или хлорито-карбонатные породы;
- 3) лиственитизированные породы.

Указанные околорудные изменения даны в степенях: сильно и слабо

Характер и интенсивность вкрапленности сульфидов учитываются так же, как и в предыдущем случае.

Специфический комплекс гидротермальных изменений сопровождается золотосодержащие колчеданные залежи. Характер условных обозначений показан на примере одного из казахстанских месторождений.

Продукты гидротермальных изменений:

А. Полностью измененные породы:

железистые метасоматические кварциты;
серицитсодержащие метасоматические кварциты (массивные, сланцеватые);
кварцево-серицитовые, серицито-хлоритовые и серицитовые сланцы.

Б. Признаки гидротермальных изменений: серицитизация (сильная, слабая); хлоритизация (сильная, слабая); эпидотизация (сильная, слабая); окварцевание (сильное, слабое); импреньяция сульфидами (сильная, слабая).

Во многих случаях, например для месторождений Енисейского края, следует выделять: серицитизацию, окварцевание, хлоритизацию и импреньяцию сульфидами. Для некоторых месторождений Забайкалья выделяются: турмалинизация, серицитизация, карбонатизация, окварцевание и пиритизация.

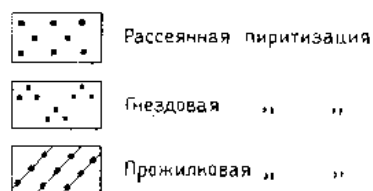


Рис. 70. Условные обозначения, показывающие на зарисовках характер пиритизации пород

Каждый конкретный случай требует индивидуального подхода с учетом высказанных общих положений. Выделяемые измененные породы должны хорошо определяться и легко различаться на глаз. Площади развития пород, различающихся по характеру изменения, частично перекрывающая друг друга, не должны совпадать. Участки перекрытия одних изменений другими показываются сочетанием соответствующих знаков. Для изменений, обнаруживающих непосредственную связь с золотосодержащим кварцем, должны быть предусмотрены количественная оценка интенсивности и характер проявления (прожилковый, гнездовый и т. д.).

Рудные тела

Рудные тела являются главным объектом документации и требуют большого внимания. Для точного учета рудных тел на месторождении прежде всего составляется каталог рудных тел в соответствии с прилагаемой формой (табл. 13).

МЦМ СССР ГЛАВЗОЛОТО

Трест, комбинат, контора

Рудник, партия

Месторождение

КАТАЛОГ РУДНЫХ ТЕЛ

Начат 19.....г.

Начальник партии

или главный геолог рудника.....
(фамилия)

Пояснения к заполнению каталога

10. Количество добытых руд и металла.

При документации различных типов рудных тел имеются особенности, которые должны учитываться при составлении условных обозначений.

Необходимо, в частности, различать: а) жилы, б) колчеданные залежи и их окисленные части — железные шляпы, в) штокверки, зоны вкрапленных руд и другие типы рудных тел, в которых рудой является не только жильное заполнение, но и вся горная масса.

Жилы. История формирования рудного тела представляет собой длительный процесс. Отложение вещества, происходящее из растворов определенного состава, прерывается тектоническими подвижками, которые приводят к раздроблению ранее выделившихся минералов, создавая пути для проникновения новых порций растворов. Последние нередко отличаются от более ранних по составу, в связи с чем они отлагают иные минеральные ассоциации, чем те, которые были отложены до раздробления. Таким образом, формирование рудного тела протекает в несколько стадий. Каждой стадии соответствует определенная парагенетическая ассоциация минералов, отложение которых характеризует определенные этапы формирования рудного тела.

При составлении условных обозначений для документации рудных тел необходимо обеспечить выделение главных парагенетических минеральных ассоциаций, и в особенности тех из них, с которыми во времени и в пространстве связывается главная промышленная золотоносность.

Картирование минеральных ассоциаций представляет главный метод выявления элементов структуры, определяющих размещение промышленной золотоносности.

Выбор парагенетических ассоциаций минералов при документации на каждом месторождении требует учета специфических особенностей данного объекта.

В условных обозначениях для систематической документации необходимо выделять главные ассоциации, достаточно хорошо различающиеся в условиях подземных выработок и четко обособляющиеся в пространстве. Для золоторудных месторождений устанавливается определенная однотипность в сочетании парагенетических ассоциаций рудообразующих минералов. Главными ассоциациями являются:

а) Ассоциация главных жильных минералов, предшествующих отложению сульфидов; обычно эти минералы бывают представлены кварцем, к которому в некоторых типах месторождений присоединяется турмалин, а в других — карбонат.

б) Ассоциация ранних сульфидов, которые бывают представлены пиритом или арсенопиритом, или обоими этими минералами; во многих месторождениях эти сульфиды обнаруживают лишь слабую золотоносность; однако в некоторых случаях к ним приурочивается тонкодисперсное золото; они могут иметь промышленный характер.

в) Ассоциация сульфидов полиметаллов с сопровождающим их кварцем, который часто имеет гребенчатый облик; с данной ассоциацией в большинстве случаев связана главная промышленная золотоносность.

г) Ассоциация, представленная чаще всего кварцем и карбонатами, к которым иногда присоединяются некоторые сульфиды и сульфосоли, а также иногда характерный антимонит, как правило выделяющийся после золота. Именно эти ассоциации и подлежат определению в первую очередь.

Выше рассмотрены лишь главные минеральные ассоциации и наиболее распространенные в них минералы, видимые невооруженным глазом

и поддающиеся картированию. В действительности состав руд является более сложным; многие минералы, в частности спутники золота, такие, как теллуриды, простым глазом часто неразличимы. Поэтому все выделенные минеральные ассоциации впоследствии должны обязательно детально изучаться под микроскопом.

Для иллюстрации сказанного приведены два конкретных примера.

При документации одного месторождения Енисейского края приняты:

а) комплекс реликтовых минералов (серицит, хлорит, турмалин, рутил, ранний карбонат и альбит); б) кварц первой генерации, количественно преобладающий; в) ранняя ассоциация сульфидов — пирит и арсенопирит; г) полиметаллическая ассоциация сульфидов (галенит, сфалерит, халькопирит); д) самородное золото; е) ассоциация карбоната и колломорфного пирита.

В одном из характерных типов золоторудных месторождений Забайкалья выделяются: а) ассоциация полумолочного халцедоновидного кварца; б) сульфидная ассоциация — пирит, арсенопирит, халькопирит и др.; в) карбонато-адюляро-кварцевая ассоциация; г) пираргиритовая золотая ассоциация; д) ассоциация халцедоновидных кварцев, карбоната и антимонита.

Колчеданные залежи и железные шляпы. При документации первичных руд золотосодержащих колчеданных залежей основное внимание уделяется выделению продуктивных ассоциаций, которые чаще всего бывают представлены сульфидами полиметаллов и иногда баритом с примесью сульфидов. Кроме того, для сплошных колчеданных руд в ряде случаев важно выделить главные их текстурные разновидности, нередко различающиеся по степени золотоносности.

Ниже приводится образец документации одного из казахстанских месторождений.

1) Сплошные руды: а) пиритовые (кристаллические, колломорфные); б) баритовые; в) полиметаллические; г) пиритовые с наложенной баритовой минерализацией; д) пиритовые с наложенной полиметаллической минерализацией; е) баритовые с наложенной полиметаллической минерализацией.

2) Вкрапленные руды: а) вкрапленные пиритовые; б) вкрапленные баритовые; в) вкрапленные полиметаллические сульфидные.

Сочетание вкрапленности перечисленных типов передается комбинацией соответствующих условных знаков.

Для документации железных шляп колчеданных месторождений предусматривается выделение таких разновидностей окисленных руд, которые характеризуют различные подзоны зоны окисления, различаясь в то же время по степени золотоносности. Обычно здесь должны выделяться: бурые железняки, которые иногда могут быть расчленены по их текстуре на дополнительные группы; скопления ярозита и бурые железняки, в строении которых существенное участие принимает ярозит; баритовые руды и бурые железняки с баритом; баритовые сыпучки, а в некоторых месторождениях кварцевые сыпучки; сульфидные сыпучки; полусыпучие сульфидные руды.

Штокверки и зоны вкрапленного оруденения. Для месторождений этого типа характерно сочетание в контурах рудного тела элементов, неодинаковых по степени золотоносности, а именно: сравнительно крупных жил, участков сгущенной сетки прожилков, участков равномерной вкрапленности, массивных и пустых блосков пород.

Для документации рудных тел рассматриваемого типа наряду с характером минеральных ассоциаций нужно предусмотреть и отражение особенностей внутреннего строения. При документации рудных тел, в отношении которых решается вопрос о возможности их массовой отработки, необходимо выделять следующие группы: жилы, выделяющиеся по мощности и протяженности среди сетки прожилков, образующих штокверк (обычно это жилы мощностью более 3—5 см); степень насыщенности пород прожилками мощностью менее 3 см; наличие массивных, практически лишенных прожилков, пород; характер и степень изменения пород околорудными метасоматическими процессами; главные минеральные ассоциации и степень минерализации ими жил и вмещающих пород.

Для документации рудных тел типа штокверков приведем пример, взятый из одного забайкальского месторождения.

1) Рудные жилы мощностью более 3 см: а) пятнистые кварцево-турмалиновые агрегаты; б) кварцево-турмалиновые агрегаты с прожилками и гнездами крупнокристаллических пирита и арсенопирита первой генерации; в) ассоциация гребенчатого кварца и пирита второй генерации с сопутствующими галенитом, халькопиритом и сфалеритом; г) карбонато-сульфидная ассоциация — галенит и блеклые руды.

2) Породы, вмещающие рудные жилы: а) серицитизированные породы (сильно, слабо); б) турмалинизированные породы (сильно, слабо); в) породы, содержащие тонкие прожилки сульфидов, кварца и вкрапленность сульфидов.

Элементы структуры

Главными элементами структуры, подлежащими документации, являются: а) границы пород (которые обязательно должны проводиться сплошной, а не пунктирной линией); б) элементы строения геологических тел — элементы залегания слоистости, элементы течения, трещины отделимости; в) сланцеватость пород с выделением зон интенсивного рассланцевания; г) тектонические трещины со следами и без следов движения; д) тектонические трещины с глинками притирания; е) тектонические зоны сложного строения.

Перечисленные элементы структуры необходимо наблюдать и документировать в связи с оруденением, т. е. отмечать, к каким складчатым или трещинным структурам приурочены рудные прожилки или проявления гидротермального метаморфизма. В результате документации получается материал для характеристики истории развития структур по отношению к времени рудообразования. Только на основании этих материалов могут быть получены данные о благоприятных для оруденения структурах, для отнесения месторождения к тому или иному структурно-морфологическому типу, для оценки перспектив месторождения по площади и на глубину.

При документации элементов структуры необходимо исходить из указанных предпосылок, но для получения достоверных и объективных данных следует осторожно проводить разделение структур на дорудные и послерудные. Значительно большую ценность будет представлять документационный материал, если в нем наряду с элементами структуры будут фигурировать проявления гидротермальной деятельности, которые иногда даже не могут быть показаны в масштабе зарисовки, но отмечаются в описании.

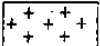
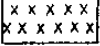
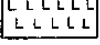
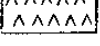
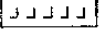
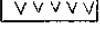
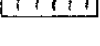
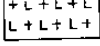
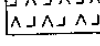
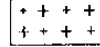
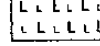
а) Интрузивные породы	б) Эффузивные и туфогенные породы
 Граниты, грано-диориты и др.	 Кварцевые порфиры, липариты и др.
 Кварцевые диориты и др.	 Дациты, порфиры и др.
 Сиениты, грано-сиениты и др.	 Альбитофилиты, трахиты и др.
 Диориты и др.	 Андезиты, порфириты и др.
 Габбро, нориты и др.	 Диабазы, базальты и др.
 Ультра-основные породы: (перидотиты, пироксениты, дуниты и др.)	 Пикритовые порфириты, пикриты и др.
 Серпентиниты (змеевики)	
 Грано-сиениты	 Туфы кислых эффузивов
 Габбро-диориты	 Туфы эффузивов средней основности
 Гранит-порфиры	 Туфы основных эффузивов
 Сиенит-порфиры	

Рис. 71 а, б. Условные обозначения для горных пород

Условные обозначения

При нанесении всех имеющихся геологических данных по месторождению на карты, планы, зарисовки и разрезы рационально пользоваться определенными условными обозначениями.

Для составления красочных геологических карт существуют общепринятые условные обозначения, которые вошли в практику геологической работы и не должны подвергаться изменению, кроме трудно уловимых деталей раскраски.

в) Осадочные породы

	Глинистые сланцы		Брекчи
	Песчаники		Конгломераты
	Известняки грубослоистые	Второстепенные признаки осадочных пород	
	Известняки тонкослоистые		Известковистость
	Известняки плитчатые		Доломитизация
	Мергели		Кремнистость
	Доломиты		Железистость
	Доломитизированные известняки		
	Чглистые известняки		Чглистость
	Битуминозные известняки		Битуминозность

Рис. 71 в. Условные обозначения для горных пород

Штриховые условные обозначения для наиболее распространенных пород также делаются более или менее по общепринятым образцам, в отдельных случаях могут иметь отступления применительно к разным месторождениям.

Ниже изложены основные требования, предъявляемые при составлении штриховых условных обозначений для документации:

1. Штриховые условные обозначения горных пород, минералов и других данных геологической документации должны быть легко запоминаемыми, для чего штриховка, по возможности, должна соответствовать наиболее характерным чертам изображаемой породы.

2. Штриховые условные обозначения должны допускать возможность взаимного комбинирования для изображения сложных и переход-

ных типов пород и пополнения их новыми штриховками и крапами для изображения не предусмотренных разновидностей пород без нарушения основной системы условных обозначений.

3. Штриховые условные обозначения составляются так, чтобы можно было их накладывать на красочные геологические карты, планы, разрезы и зарисовки и чтобы при их наложении на топографическую основу, по возможности, последнюю не заполнять.

г) *Метаморфические породы*

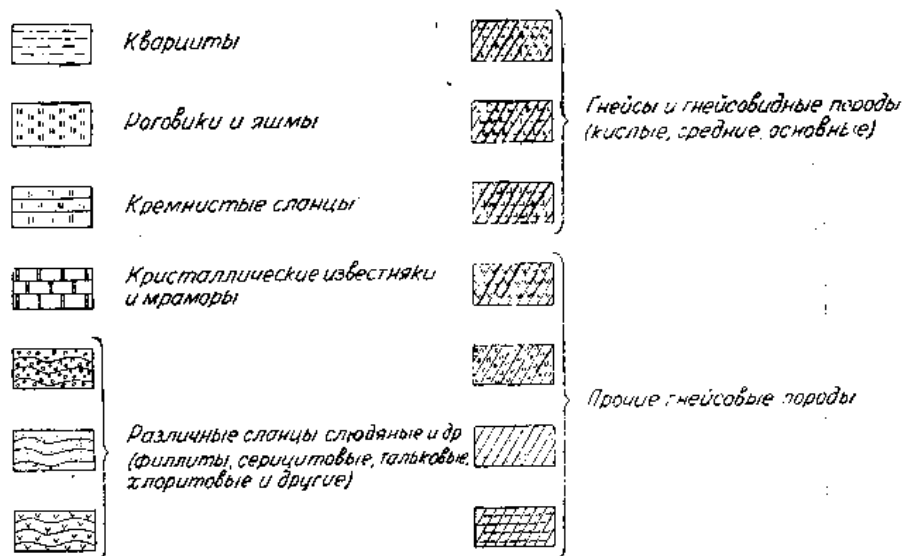


Рис. 71 г. Условные обозначения для горных пород

4. Штриховые условные обозначения не должны быть технически трудными при вычерчивании.

5. Изменение (без достаточных обоснований) уже разработанных для месторождений условных обозначений, применяющихся на них в течение более или менее длительного времени, не допускается.

Ниже приводятся общепринятые штриховые условные обозначения наиболее распространенных горных пород (рис. 71), примерные обозначения минералов и минеральных ассоциаций рудных тел (рис. 72), а также элементов тектоники (рис. 73).

Обязательным приложением к условным обозначениям являются эталонные коллекции, которые служат важным опорным материалом при производстве предварительной камеральной обработки. При составлении эталонной коллекции необходимо стремиться к тому, чтобы каждая из выделенных групп пород или руд была представлена несколькими образцами, характеризующими все ее фациальные разновидности: возможные вариации состава и структуры; возможные стадии метаморфических пре-

образований — контактовых и гидротермальных; стадии выветривания как метаморфизованных, так и не затронутых метаморфизмом разностей.

Эталонные коллекции снабжаются каталогом, содержащим краткое описание каждого образца, причем в описании указываются те свойства

а) Минералы

	Кварц		Вольфрамит
	Карбонаты		Шеелит
	Альбит, полевые шпаты		Касситерит
	Барит		Молибденит
	Турмалин		Киноварь
	Золото		Халькозин
	Платина		Стибнит
	Сульфиды		Халькопирит
	Теллуриды золота		Ковеллин
	Арсениды и сульфиды платины		Каолин
	Пирит		Азурит
	Арсенопирит		Малахит
	Пирротин		Гидроксиды Fe
	Галенит		Сфалерит
	Сфалерит		Куприт

Рис. 72 а. Условные обозначения для рудных тел

породы, которые позволяют ее отнести именно к этой группе. Например: гранит-порфир — светлая порода с крупными вкрапленниками кварца (0,5 см), розового калиевого полевого шпата (1 см) и пластинок биотита; основная масса светлосерая, слабо раскристаллизованная; березит, образовавшийся за счет гранит-порфира, — светлозеленая кварцево-серицитовая порода с вкрапленностью пирита, в которой сохрани-

лись крупные, диаметром до 0,5 см, вкрапленники кварца; выветре-
 лый гранит-порфир — белая каолининовая масса, рассыпающаяся
 в руках, первичный состав которой определяется по наличию крупных
 (диаметром до 0,5 см) вкрапленников кварца.

б) Парагенетические минеральные ассоциации

	Кварц-карбонат		Пирит-халькопирит
	Кварц-полевые шпаты		Халькопирит-халькозин
	Кварц-барит		Пирит-арсенопирит
	Кварц-турмалин		Стибнит-киноварь
	Кварц-сульфиды		Азурит-малахит
	Кварц-касситерит		Лимонит-скородит
	Галенит-сфалерит		Пирит-лимонит
	Карбонат-галенит		Халькозин-ковеллин
	Кварц-галенит-сфалерит		

в) Изменение боковых пород

	Скарнирование		Лиственитизация (лиственит)
	Турмалинизация		Окварцевание
	Серицитизация		Альбитизация
	Березитизация (березит)		Каолинизация алунитизация
	Карбонатизация		Пиритизация

Рис. 72 б, в. Условные обозначения для рудных тел

Эталонная коллекция записывается в каталог (табл. 14) и должна находиться в специальной витрине в помещении, в котором производится текущая камеральная обработка материалов документации.

	Стратиграфическая граница
	Интрузивный контакт
	Граница стратиграфического несогласия а) более древний комплекс б) более молодые отложения
	Осевая плоскость антиклинали (величина в градусах указывает угол падения плоскости)
	Осевая плоскость синклинали
	Слоистость элементы течения для интрузивов
	Сланцеватость
	Зона интенсивного расщепления
	Трещины отдельности пород
	Зоны повышенной трещиноватости пород
	Тектонические трещины с неровными поверхностями стенок, без следов движения
	Тектонические трещины с гладкими стенками, со следами движений
	Зеркала или борозды скольжения
	Тектонические трещины с глянками притирания
	Тектонические зоны сложного строения а) тектонические глины б) тектонические брекчии
	Проявления гидротермального метаморфизма пород по трещинам
	Прожилки рудного материала по трещинам
	Обломки руды в тектонических породах

Рис. 73. Условные обозначения для элементов тектоники

МЦМ СССР ГЛАВЗОЛОТО

Трест, комбинат, контора

Рудник, партия

Месторождение

КАТАЛОГ ЭТАЛОННЫХ ОБРАЗЦОВ

Должность, фамилия и подпись геолога, ведущего коллекцию эталонных
образцов

(Вкладной лист)

КАТАЛОГ ЭТАЛОННЫХ ОБРАЗЦОВ

№ образца по порядку	Наименование выработки (местонахождение обнажения)	Номер выработки или обнажения	Место взятия образца в выработке или обнажении	Точное определение породы, полезного ископаемого и их макроscopicкая характеристика	Индекс породы или номер слоя по описанию выработки	Фамилия определившего породу и дополнительные замечания
1	2	3	4	5	6	7

4. ПОРЯДОК ВЕДЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

В процессе ведения первичной геологической документации следует:

- 1) произвести геологическую зарисовку выработки;
- 2) сделать замеры мощности и элементов залегания рудных тел, контактных поверхностей, тектонических трещин и т. д.;
- 3) дать краткое геологическое описание документированного участка;
- 4) взять документационные образцы;
- 5) разметить и нанести на зарисовку места взятия проб.

Документация должна выполняться по строгой системе, следуя непосредственно за продвижением забоя выработок, в порядке, зависящем от характера выработок на разведываемом участке. Обычно этот порядок должен быть принят следующим:

1. При проходке канав обязательно зарисовываются почва канавы и та стенка, по которой ведется опробование. Выбор для зарисовки той или другой стенки выработки не регламентируется, но принятый порядок должен быть сохранен для всей системы аналогичных выработок.

Масштаб зарисовки берется в зависимости от мощности рудного тела и протяженности выработки, обычно от 1 : 50 до 1 : 100.

Если мощность и элементы залегания рудного тела непостоянны, то зарисовку следует проводить по обеим стенкам. При горизонтальности почвы зарисовки бортов могут примыкать к зарисовке почвы. Если канава имеет углубления или расположена по крутому склону, то зарисовку борта надо отодвинуть от зарисовки дна канавы. На зарисовке канавы (в стороне от зарисовки) делается профиль наклона почвы вдоль канавы в виде схематического разреза с обозначением углов наклона в масштабах от 1 : 200 до 1 : 500.

На зарисовке рудного тела и вмещающих пород наносятся линии взятия проб, длина интервала опробования и показатель содержания металла в г/т, а также мощность рудного тела в метрах — числитель, содержание — знаменатель, с номером пробы перед дробью, слева от нее.

На концах зарисовки канавы указывается ее азимут, внизу дается надпись о дате проходки, с указанием фамилии работника, выполнившего зарисовку.

Данные бороздowego опробования делювиально-аллювиальных наносов над коренными породами вдоль канав документируются с обозначением цифровых результатов по интервалам опробования и расстояния борозды опробования от установленного начального пункта.

Документация магистральных канав ведется аналогично, с точной фиксацией резких поворотов канавы.

2. Документация штреков и штолен, идущих по рудному телу, ведется путем зарисовки забоя не реже, чем через 2—3 м, при сплошной зарисовке в отдельных случаях (в местах усложнения морфологии рудного тела) стенок и кровли. Зарисовку забоя лучше всего приурочивать к моменту отбора проб, чтобы на зарисовке сразу отмечались места взятия и номера проб.

Наиболее подходящие масштабы для зарисовок 1 : 50—1 : 100, но для сложных случаев допускается и 1 : 25. При составлении зарисовки все замеры делаются с помощью рулетки и компаса. Определение заме-

ров или углов на глаз недопустимо. Зарисовки должны сопровождаться описаниями выработок.

3. Зарисовка расщелин, ортов, квершлагов и штолен, идущих вкrest простирания рудного тела. Эти выработки имеют для геолога большое значение, так как они прорезают боковые породы и рудное тело вкrest простирания, представляя наиболее интересный материал для составления геологических разрезов. Расщелины в рудных телах значительной мощности важны не только для документации, но и для опробования и подсчета запасов, вскрывая рудное тело вкrest простирания по всей мощности.

В квершлагах и расщелинах боковые стенки являются основным объектом наблюдения. В зависимости от характера и степени сложности строения месторождения непрерывная зарисовка должна составляться по одной стенке и кровле или по обеим стенкам и кровле с полной разверткой.

На зарисовках фиксируются расстояния от постоянной, лучше маркшейдерской, точки до мест взятия образцов, проб, а также замеры простирания и падения рудного тела.

4. Зарисовка шахт, шурфов, гезенков. Для выдержанных рудных тел простой формы достаточно зарисовать одну стенку. При сложном строении рудного тела делается зарисовка всех стенок и изображается их развертка. При зарисовке ведутся тщательные записи положения рудного тела, его мощности и элементов залегания.

Документация стенок по мере проходки выработки проводится не реже, чем через 2 м.

5. В очистных забоях при селективной отработке жил зарисовываются очистные ленты через один слой.

6. В карьерах должны быть зарисованы откосы уступов, не менее чем через 3 м по высоте от подошвы. Весь уступ рекомендуется фотографировать. Кроме того, при наличии канав и расщелин на площадке уступа зарисовка ведется по канавам.

7. Каждая буровая скважина документируется по керну, полное описание которого дается по рейсам.

Для документирования каждый исполнитель обязан иметь полевые книжки для описаний и зарисовок выработок. Все книжки должны иметь общую, единую для рудника, нумерацию. После заполнения и обработки книжки по описи сдаются в архив ГРО и хранятся как первичные документы.

5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО ДОКУМЕНТАЦИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Содержание зарисовок

Зарисовки являются первой стадией документационных работ, в задачу которой входит графическое (в определенном масштабе) изображение пространственного положения вскрываемых геологических тел (рудных тел, пластов, даек и т. д.), морфологических особенностей их строения и соотношения друг с другом.

Зарисовки ведутся по определенной форме и в условных обозначениях, утвержденных инструкцией для документации данного месторождения. Все зарисовки должны иметь точную топо-маркшейдерскую привязку. С этой целью в процессе их выполнения измеряются расстояния от устья выработок или от ближайших маркшейдерских точек. Все маркшейдерские точки проставляются на зарисовках.

На зарисовках должны быть отражены:

1. Породы, слагающие документируемый участок, которые обозначаются соответственным условным знаком или закрашиваются определенным цветом. При наличии нескольких пород тщательно зарисовываются границы, пространственное положение которых определяется замерами рулеткой. На черновых зарисовках результаты замеров обозначаются в виде цифр.

В чистовых и черновых зарисовках все границы пород показываются тонкой линией, формы которой должны отражать характерные формы естественных границ (прямолинейные, неровные, изогнутые, зубчатые и т. д.). Резкие границы проводятся тонкой линией, нечеткие границы — пунктирной линией.

В отношении изображения на зарисовках деталей строения документируемых пород различных типов можно сделать следующие замечания.

Для слоистых вулканогенных и осадочных толщ важно тщательно наблюдать и фиксировать положение слоистости, так как только на этой основе можно правильно расшифровать складчатую структуру месторождения. На зарисовках следует выделить слои, различающиеся по составу, цвету, крупности зерна, формам, размерам и составу обломков и по другим определяемым на глаз признакам. Их границы наносятся тонкой линией; отображаются элементы залегания слоев, а в описании дается их краткая характеристика. В случае, если имеет место частая и тонкая перемежаемость слоев, которая не может быть отражена на зарисовке, необходимо выделять более мощные пачки, отличающиеся друг от друга по преобладанию прослоев определенного состава. Положение слоистости внутри выделяемых пачек показывается сериями параллельных прерывистых линий.

Установление первичной слоистости в мощных горизонтах вулканических пород, не содержащих прослоев осадочного или туфогенного материала, связано с большими трудностями. В этом случае необходимо отмечать слои лав, отличающихся друг от друга по окраске или по количеству и размерам встречающихся в стекле вкрапленников или обломков, или прослоев туфов и туффитов.

Кроме того, указывается степень рассланцованности породы, причем границы между участками, различающимися по степени рассланцевания, изображаются четкой линией — сплошной или пунктирной.

При документации интрузивных пород, помимо нанесения границ между их разновидностями, на зарисовке важно отразить элементы ориентированного строения, которые, с одной стороны, могут быть использованы для анализа формы интрузивного тела, а с другой — обусловить особенности размещения, морфологии и внутреннего строения рудных тел.

Ориентировку следует наблюдать и замерять по положению шлиров, ксенолитов, длинных осей кристаллов темноцветных минералов и полевых шпатов (особенно, если последние образуют более крупные порфировидные выделения) или по встречающемуся иногда полосчатому распределению компонентов. Элементы ориентировки наносятся на зарисовку тонкими прерывистыми линиями с указанием замеров.

В интрузивных комплексах важным элементом являются также трещины отдельности. При систематической документации на зарисовках в первую очередь следует отмечать: 1) степень трещиноватости участка (разбит ли он единичными трещинами или последние образуют густую сближенную сеть) и 2) ориентировку ведущих систем трещин.

При документации даек одним из важных вопросов является установление возрастной последовательности жильных интрузий. Места пересечения даек друг с другом особенно тщательно зарисовываются (рис. 74). При этом надо выяснить, смещена ли более древняя дайка по контактным поверхностям секущей дайки, имеются ли оторочки закалки у секущей дайки в месте пересечения и каков характер контактной поверхности (ровный, зубчатый и т. д.).

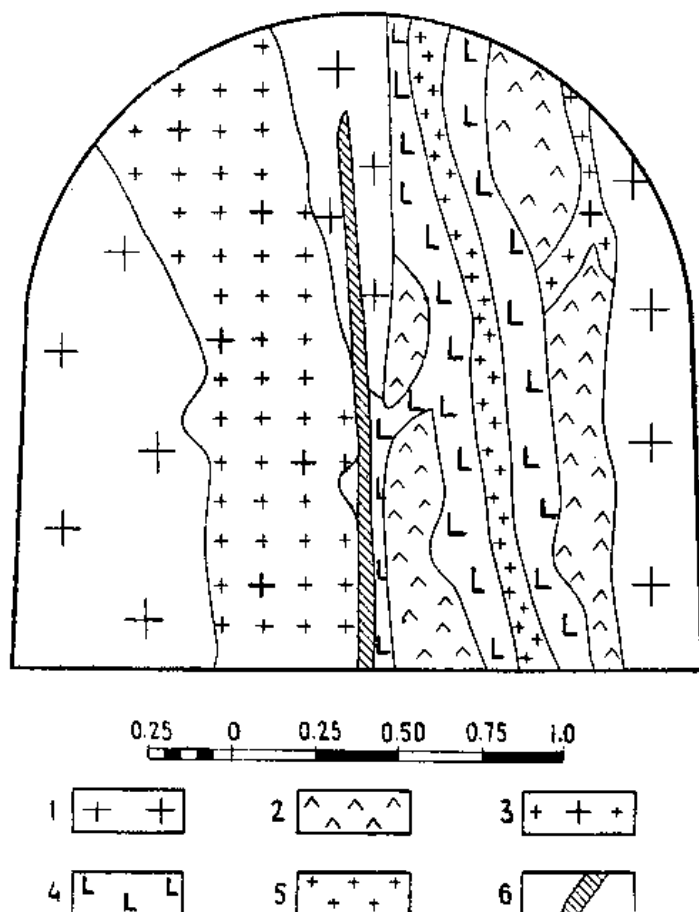


Рис. 74. Пример зарисовки узла пересечений разновозрастных даек

1 — гранодиориты; 2 — диоритовые порфиры; 3 — гранит-порфиры; 4 — граносиенит-порфиры, 5 — аплитовидные порфиры; 6 — лампрофиры

В зарисовках точно отражаются элементы залегания даек и все изменения их морфологии — раздувы, пережимы, резкие изгибы. В большинстве случаев такие аномалии морфологии закономерно связываются с определенными элементами структуры вмещающего дайку контакта — с положением крупных трещин отдельности, зон раслаивания, надвигов и т. д.

В тех случаях, когда дайка смещена каким-либо тектоническим нарушением, важно вести детальные наблюдения и зарисовать их с целью выяснения, не имеет ли она в месте смещения оторочки закалки или

зоны эндо- и экзоконтактовых изменений. Если эти явления имеют место, то, значит, нарушение является древним, додайковым, и впоследствии, в предрудное, рудное или послерудное время, было подновлено. В таких случаях по геометрической величине смещения дайки нельзя судить об амплитуде молодых движений.

2. Элементы структуры. На зарисовках наносятся все наблюдаемые на обнаженной поверхности выработки элементы структуры. Положение слоистости отмечается с особой тщательностью. Для месторождений, приуроченных к складчатым формам, изображаются мелкие складки и складки волочения, отмечая наличие или отсутствие их в различных горизонтах.

Сланцеватость пород. Изучение сланцеватости, часто влияющей на размещение и ориентировку тектонических нарушений, трещин, рудных тел, имеет важное значение. На всех зарисовках и документационных листах в первую очередь указываются ориентировка сланцеватости, ее отношение к слоистости и степень рассланцевания. Последняя выражается в двухбалльной или даже в трехбалльной системе (слабо сланцеватые, средне и сильно сланцеватые породы).

Зоны интенсивного рассланцевания выделяются и оконтуриваются на зарисовках, учитывая, что крупные рудные тела часто приурочиваются к зонам интенсивного рассланцевания.

Тектонические трещины, обладающие большой протяженностью, но не заключающие в себе продуктов перетирания пород, выделяются особо. К ним нередко бывают приурочены рудные тела — основные или дополнительные (апофизы, параллельные прожилки). В этих трещинах следует различать трещины, имеющие гладкие стенки со следами подвижек, которые выражаются в смещении пород или рудных тел, а также трещины с неровными стенками без следов подвижек. Необходимо отмечать отношение этих трещин к рудным телам, элементам складок, сланцеватости и т. д.

Тектонические трещины с глинками притирания. Эти трещины обычно являются плоскостями сместителя различных нарушений: сбросов, взбросов, сдвигов, надвигов, дорудных или послерудных; им надо уделять особое внимание.

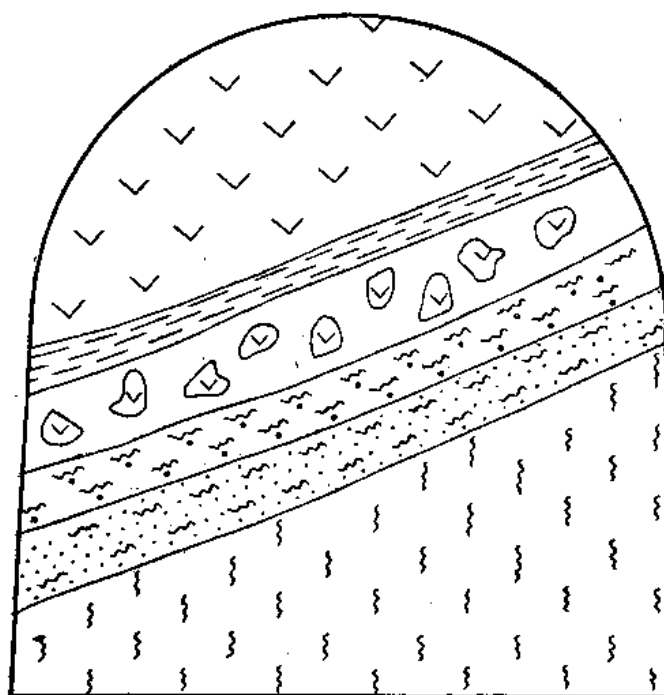
Для определения направления смещения по тектонической трещине в глинках трения или на стенках трещины выявляются зеркала скольжения, штрихи и измеряется азимут вертикальных плоскостей, в которых находятся штрихи и угол падения штрихов. Желательно также измерять угол между линией простиражения тектонической трещины и штрихами в плоскости сместителя. Часто такие трещины ограничивают по простиранию или падению рудные тела. В этих случаях особенно тщательно зарисовывается форма контактов рудного тела по мере приближения к тектонической трещине. Кроме того, следует прослеживать, как изменяются элементы слоистости пород вблизи тектонической трещины, не наблюдается ли плавных загибов слоев в сторону движения.

Важное значение имеет наблюдение над взаимным пересечением трещин и над их причленением друг к другу (оперение). При этом выделяются пересечения трещин с глинками притирания без смещения породы и со смещением пород по одной из них или обеим.

При обработке первичной документации тщательно просматривается глина притирания с целью выяснения, не содержит ли она мелких обломков рудного материала. Все случаи приуроченности различных про-

жилков (даже самой малой мощности) к этим трещинам изображаются на зарисовках.

Тектонические зоны сложного строения. Документация мощных зон дробления пород отличается от документации трещин с глинками притирания тем, что в этом случае приходится уделять особое внимание характеру раздробленности пород и наложенной трещиноватости внутри зон дробления.



0.25 0 0.25 0.50 0.75 1.0 м

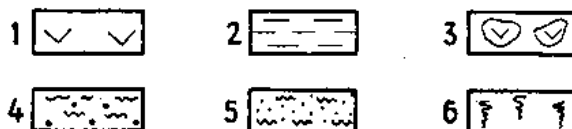


Рис. 75. Пример зарисовки тектонической зоны сложного строения

1 — пироксениты и змеевики; 2 — тектоническая глина; 3 — тектоническая брекчия с обломками змеевиков; 4 — актинолитово-биотитовые породы, образовавшиеся за счет изменения змеевиков; 5 — змеевики рассланцованные и хлоритизированные с прожилками кальцита; 6 — змеевики слабо рассланцованные

Среди продуктов дробления пород по степени дробления выделяются тектонические глины и тектонические брекчии. По составу обломков их делят на соответствующие ближайшим вмещающим породам и чуждые, принадлежащие другим свитам или даже породам других структурных ярусов.

На зарисовках тщательно изображаются границы всех подзон зоны дробления, сложенных различно раздробленными породами (рис. 75).

В отдельных случаях в одном или в обоих боках зоны нарушения возникает система сближенных оперенных трещин, повышающая общую трещиноватость боковых пород. При этом часто степень раздробленности пород в сторону от нарушения затухает постепенно. Все эти явления, характеризующие морфологию и историю развития нарушения, отражаются на зарисовках.

Основное внимание уделяется документации рудопроявлений, приуроченных к зоне дробления, и наличию обломков руды в продуктах дробления пород различных подзон.

Необходимо учитывать, что тектонические нарушения, заложившиеся в дорудное или даже в доинтрузивное время, впоследствии часто многократно подновлялись. При этом следы молодых, например послерудных, движений видны наиболее отчетливо и нарушения могут быть приняты за послерудные; в действительности же амплитуда пострудных движений может быть ничтожно мала. Наблюдающиеся при сопряжении с таким нарушением в рудном теле пережимы или разветвления возникают вследствие первичных особенностей морфологии рудного тела.

Большое значение имеет документация узлов сопряжений рудных тел с тектоническими нарушениями. Здесь в зарисовках надо показать, нет ли заливов рудного тела по нарушению, не распространяются ли проявления гидротермального метаморфизма вдоль нарушения и т. д.

При наличии нескольких разнонаправленных трещин или зон дробления на зарисовке они нумеруются и под этими номерами фигурируют в приложенных описаниях и таблицах замеров элементов залегания.

3. Изменения боковых пород (серицитизация, хлоритизация, турмалинизация, окварцевание, пиритизация и т. д.) изображаются знаками в соответствии с принятыми условными обозначениями. Когда в сечении выработки виден переход от измененных пород к неизменным, условная граница его изображается пунктиром. Пунктиром также ограничиваются сильно измененные породы от слабо измененных. Последовательное разрежение знаков без нанесения границы не допускается.

С особой тщательностью на зарисовке отражаются характер и особенности размещения тех гидротермальных изменений, которые во времени наиболее близко стоят к оруденению, например: прожилки рудного кварца; вкрапленность пирита в месторождениях, в которых пирит является главным носителем золота; вкрапленность сульфидов свинца, цинка, меди и т. д.

При этом, когда наблюдается сеть тончайших кварцевых прожилков, то узлы сгущения прожилков ограничиваются сгущениями штрихов, положение прожилков — ориентировкой штрихов. Для месторождений литокверкового типа особое значение имеет полнота зарисовок, характеризующих процессы окolorудного метаморфизма. Однако и в случае жильных месторождений своевременная документация проявлений интенсивности и характера окolorудного метаморфизма оказывается очень важной, поскольку с ее помощью можно предсказать места, благоприятные для разведки слепых рудных тел.

4. Рудные тела являются главным объектом зарисовок; на них изображаются:

а) Контуры рудных тел и всех их ответвлений, мощность которых превышает 3—5 см, причем необходимо стремиться к показу общих особенностей контактных поверхностей — их изгибов,

характера границ (ровный, волнистый, зубчатый, резкий или постепенный).

Для штокверковых месторождений, в которых развита сеть мало-мощных прожилков, наносятся наиболее мощные прожилки, начиная от 3—5 см. Сеть более мелких прожилков показывается соответствующим условным знаком, причем преимущественная их ориентировка передается соответствующим направлением штрихов. Детально характеризуются особенности проявления рудного метаморфизма (рис. 76 и 77).

б) Особенности внутреннего строения рудных тел и их состав. На зарисовке отражаются главные особенности текстуры рудного тела и характер размещения выделяемых парагенетических минеральных ассоциаций. Например, жила может иметь полосчатое строение близ одного из залъбандов, в то время как главное ее тело может иметь массивное строение с гнездообразным расположением сульфидов. В других случаях полосчатое строение может характеризовать всю мощность жилы, или в одних местах жила может иметь грубообрекчиевидное сложение, в других — массивное.

Следует отобразить участки концентрации и формы проявления главных выделяемых минеральных ассоциаций. При этом особое внимание надо уделять зарисовке мест скопления и характеру расположения продуктивных минеральных ассоциаций — пирита и сопутствующего ему кварца в одних месторождениях; сульфидов свинца, цинка, меди и соответствующих разновидностей кварца — в других; сульфоантимонитов — в третьих, и т. д.

Когда в рудном теле содержится видимое золото, то необходимо особо тщательно зарисовать, в каких участках оно встречается, среди каких минеральных ассоциаций, в каком типе текстур и т. п.

Наиболее важные элементы зарисовки желательно дополнять надписями, облегчающими чтение зарисовок.

5. На зарисовках отмечаются места взятия проб, образцов руд и пород и указываются их номера. Около номера пробы в порядке, указанном на форме зарисовки, пишется результат анализа пробы.

Содержание описаний к зарисовкам

Геологические описания должны в сжатой форме характеризовать такие особенности строения вскрытого участка, которые не могут быть достаточно полно отражены на зарисовках. Необходимо, чтобы описания были максимально выразительными, в сжатой форме подчеркивали главные особенности, определяющие тип породы, ее изменения, тип руды, строение рудного тела и т. п. При документации следует пользоваться единой принятой в инструкции терминологией пород и руд. Описание зарисовок должно содержать:

1. Описание пород. Определение породы и очень краткая ее характеристика, цвет, размер зернистости; для порфировых пород — размер и состав вкрапленников. При кратком описании породы указывается главный диагностический признак ее и отличие ее от других сходных с ней разновидностей. Например, при наличии на месторождении нескольких групп кислых пород, различающихся по присутствию и размерам кварцевых вкрапленников, характер последних указывается в описании. При наличии гранитов, гранитоидов и диоритов в описании приводятся те признаки, которые позволяют различать эти породы.

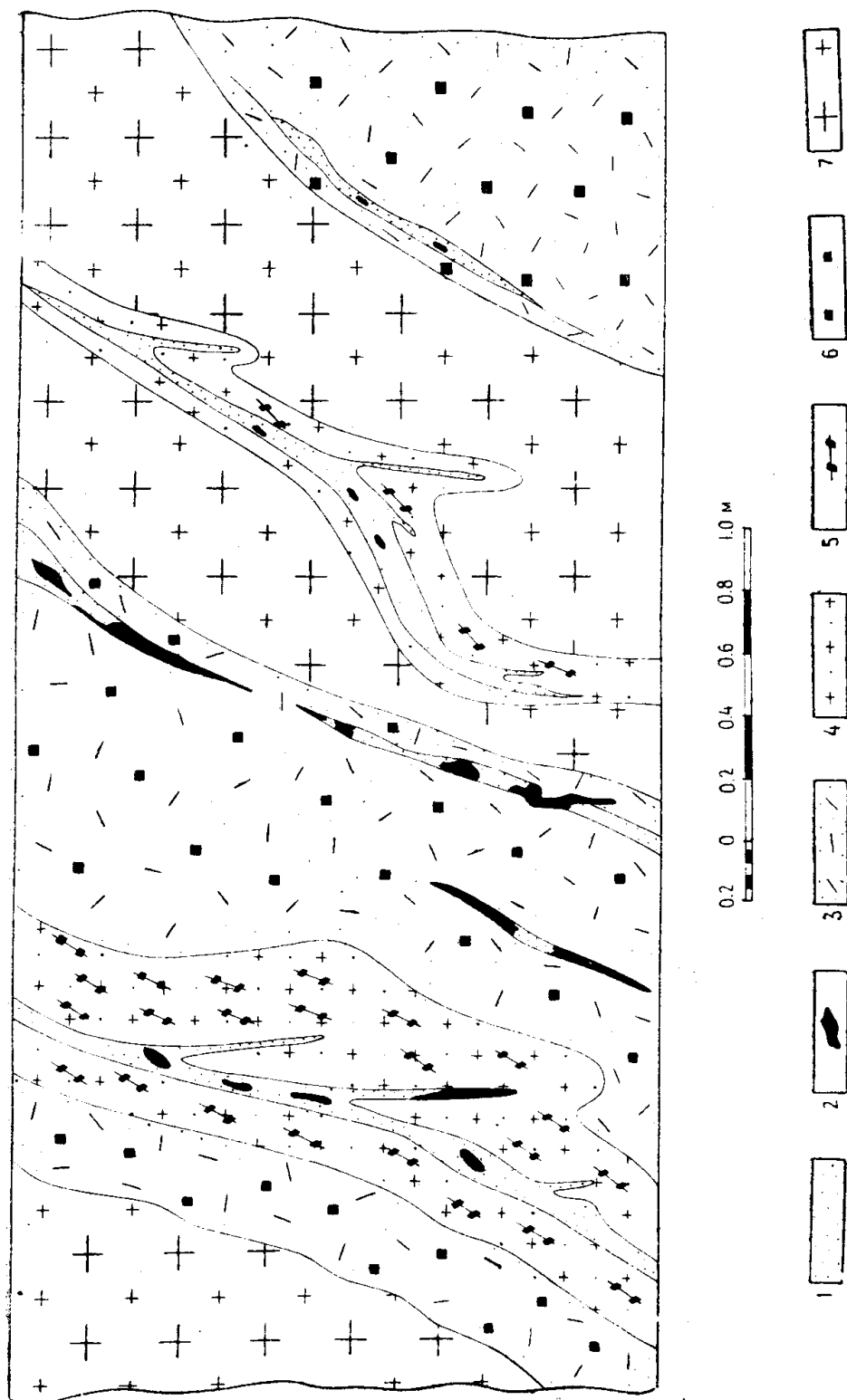


Рис. 76. Пример зарисовки стенки выработки, пересекающей жильный штокверк

1 — жильный кварц; 2 — гнезда сульфидов; 3 — гранит-порфиры березитизированные; 4 — березиты; 5 — прожилковая пиритизация; 6 — рассеянная пиритизация; 7 — неизмененные гранит-порфиры

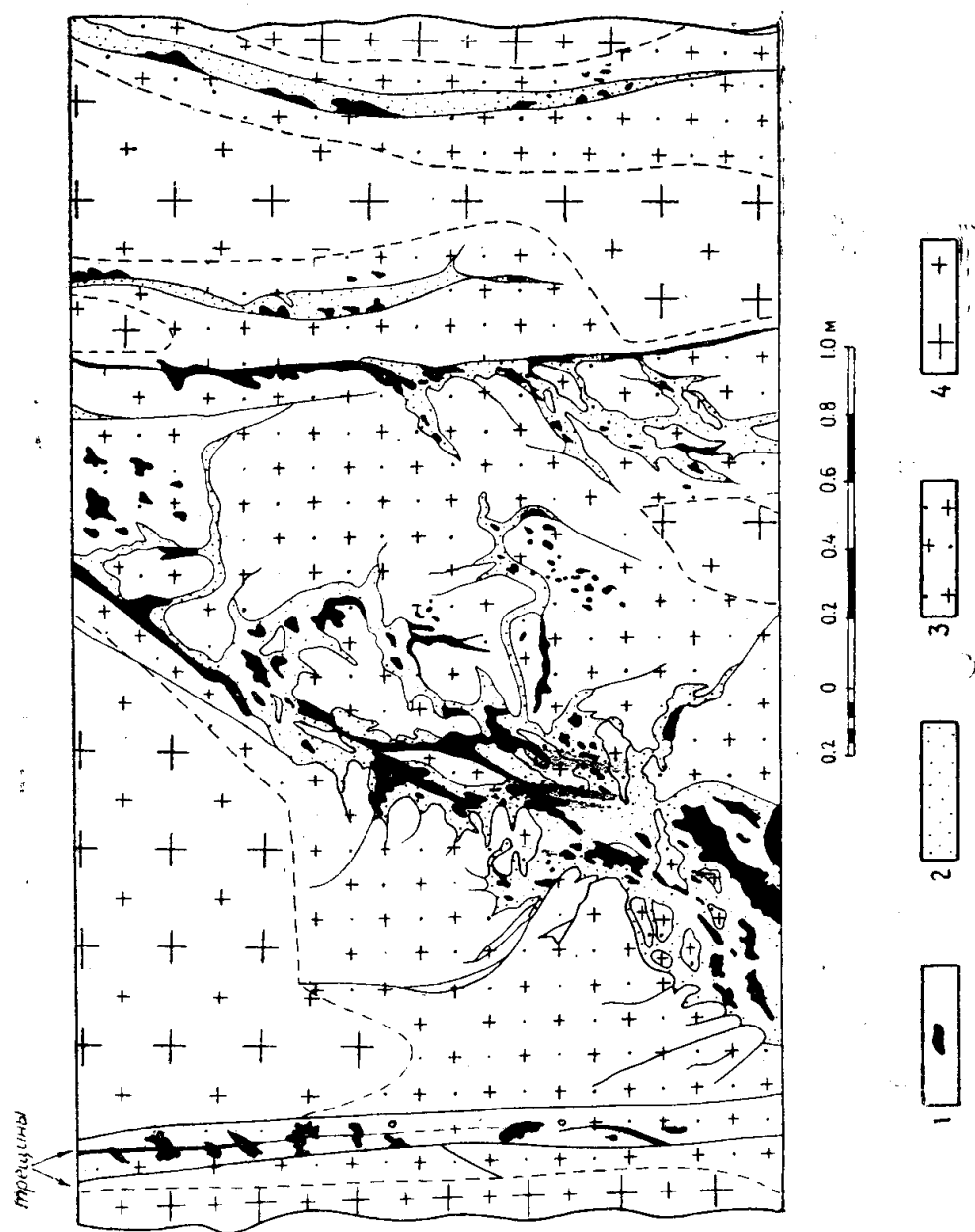


Рис. 77. Пример зарисовки стенки выработки, пересекающей жильный штокер
1 — сульфиды; 2 — кварц; 3 — березиты; 4 — гранит-порфиры

Когда документируется контакт изверженных пород, то в описании отмечается, имеют ли место и какие именно изменения состава и структуры наблюдаются вблизи контакта. Если их нет, это тоже необходимо указать.

2. Описание изменений пород. Вслед за указанием типа пород и их краткой характеристикой отмечается наличие или отсутствие изменений пород (серицитизация, окварцевание и т. п.). При описании надо указать, по какому признаку определено это изменение (изменение цвета породы, ее плотности и т. д.) и в какой степени изменена порода (например, в случае хлоритизации — развит ли хлорит только за счет цветных минералов или хлоритизирована вся порода, и т. д.).

Обязательно указывается мощность измененных зон, если они полностью пересечены выработкой, или отмечается, что мощность их превышает сечение выработки.

Для сульфидной вкрапленности и окварцевания отражаются характер их развития (прожилковая, гнездовая, вкрапленная); средняя мощность прожилков и размеры гнезд; интенсивность процессов.

3. Описание элементов тектоники. Тектонические трещины (если их несколько в контуре зарисовки) нумеруются, и в описании указываются их номера. Необходимо привести: элементы залегания, мощность тектонической зоны, наличие или отсутствие глинки трения; имеется ли минерализация и как она выражена; рассланцованы или нет породы вблизи трещин; положение штрихов и борозд скольжения на поверхности трещин, положение зон брекчирования или рассланцевания и их краткая характеристика.

При сопряжении с тектоническими трещинами даек и жил дается краткое описание явлений эндо- и экзоконтактовых или околорудных изменений вдоль тектонического нарушения, а также особенностей морфологии дайки или жилы в месте этого сопряжения.

4. При описании рудных тел необходимо указать: мощность рудного тела, элементы залегания жилы и прожилков, изображенных на зарисовке. Все апофизы и прожилки мощностью более 5 см следует пронумеровать, а в описании под соответствующими номерами проставить их элементы залегания.

Необходимо охарактеризовать главные особенности внутреннего строения рудного тела; например: однородное, неясно полосчатое, отчетливо полосчатое, брекчиевидное, и дать краткое описание состава обломков и цемента.

Особое внимание должно быть обращено на описание характера размещения сульфидов и продуктивных генераций кварца.

При наличии видимого золота, в дополнение к изображению на зарисовках распространения его частиц, указываются размеры и формы видимых скоплений золота, их количество и цвет золота.

При описании рудных тел типа штокверков и зон вкрапленных руд наряду с описанием более или менее крупных жилок надо охарактеризовать прожилки и вкрапленники рудных минералов, густоту прожилков, их среднюю мощность, преобладающее направление, состав. Описываются изменения пород, вмещающих прожилки, и особенности состава и расположения сульфидной минерализации, а также наличие других, кроме пирита, сульфидов или продуктов их окисления.

Замеры мощности и элементов залегания рудных тел

При геологической документации выработок замеры являются обязательной составной частью документации. Основным объектом измерений является мощность рудного тела, как наиболее необходимый фактор при подсчете запасов и изменчивый элемент формы.

Для рудных тел неправильной формы понятие о мощности приобретает условный характер и размеры их по всем обычным направлениям представляются равнозначущими. Если рудное тело представлено жилой с выдержанной мощностью, то одно измерение ее на высоте груди представляется достаточным. При документации рудных тел изменчивой мощности может возникнуть необходимость увеличения количества замеров до трех — в верхней, средней и нижней частях забоя. При усложнении формы рудного тела количество замеров может быть еще увеличено, а отдельные апофизы могут явиться самостоятельным объектом для замеров. Совмещение замеров мощности с расположением проб в забое, желательное в большинстве случаев, делается уже обязательным тогда, когда рудное тело, лишенное отчетливых контуров, намечается в своих ограничениях лишь по результатам опробования.

Замеры элементов залегания рудных тел — важная часть первичной документации. От точности замеров зависит правильность представлений о залегании рудных тел. Замер элементов залегания ведется с обязательным прослеживанием контактов по обеим стенкам и по кровле выработки; нельзя делать замер по выходу в одной стенке, так как это может привести к грубым ошибкам. Только для крутопадающих рудных тел, вскрываемых выработкой по простиранию, замеры выполняются по одной кровле или по одной стенке. Замеру подлежат азимут простирания и угол падения; для контроля замеряется азимут линии падения. Оба замера записываются в документационную книжку. На чистовой зарисовке выносятся азимут линии падения и угол падения. Например: азимут падения 310° , угол 70° . Замер элемента залегания не следует проводить вблизи железных предметов (трубы, рельсы, буры и т. п.).

Обязательными замерами должны также быть охвачены, кроме рудного тела, системы трещин расщепления, зоны дробления и зеркала скольжения, слоистость вмещающих пород, контакты даек и других геологических тел. От точности и систематичности замеров этих геологических данных зависит правильность представлений о структуре месторождения.

Взятие документационных образцов

Взятие образцов — неотъемлемая часть первичной систематической документации выработок.

При документации выработок от каждой разновидности пород и руд должны отбираться образцы для дальнейшего уточнения наименования породы и определения степени ее минерализации путем сравнения с эталонными коллекциями. После предварительной камеральной обработки, которая проводится в тот же день (одновременно с оформлением чистой зарисовки), большинство этих образцов уничтожается.

Для каждого месторождения обязательно создание систематической коллекции. Последняя составляется из рабочих коллекций, сопровождающих документацию. В нее отбираются типичные или представляющие по тем или иным причинам особый интерес образцы, характеризующие дан-

ный разведываемый участок. Коллекция используется для определения степени изменчивости руд по простиранию и падению жильного тела и для сопоставления особенностей руд с данными опробования с целью выявления признаков повышенной золотоносности руд в конкретных участках месторождения. Коллекции должны собираться систематически по мере проходки выработок по жиле и отображать все типичные для данной жилы особенности ее строения, состава, а также характера вмещающих жилы боковых пород.

Места взятия образцов для систематической коллекции и их номера закрепляются на зарисовке. Образцы систематической коллекции документируются в журнале образцов прилагаемой формы (табл. 15) и хранятся в упакованном виде в специальных помещениях.

Составление документационных карточек

Данные первичной геологической документации, занесенные в полевую книжку, в тот же день обрабатываются и оформляются в виде чистой зарисовки.

Обработка черновых записей выполняется специалистом, производившим документацию; она заключается в том, что принесенные из шахты или с поля образцы дополнительно определяются, описываются и в случае необходимости сопоставляются с эталонной коллекцией. По уточненным определениям корректируются описания и зарисовки, после чего данные первичной документации переносятся на чистовые бланки или в журнал.

Для большинства месторождений документационные материалы удобнее оформлять на бланках документационных карточек, образцы примерной формы которых прилагаются. На рис. 78 показан пример карточки секущей подземной горной выработки. На рис. 79 и 80 приведены образцы забойной зарисовки и карточки для штрека, пройденного по простиранию жилы.

Документационные листы (карточки), имеющие нарастающую единую для горизонта нумерацию, хранятся в папках, подобранных по выработкам. Каждая папка должна иметь внутреннюю опись документационных листов по горизонту.

Чистовые зарисовки проверяются старшим геологом и после заполнения документационного листа подписываются лицом, оформлявшим документацию, и старшим геологом.

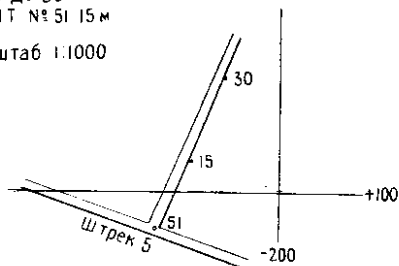
6. ДОКУМЕНТАЦИЯ СКВАЖИН НАКЛОННОГО И ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ

Правильная геологическая документация буровых скважин, как и других разведочных выработок, является одной из ответственных задач геолого-разведочной службы.

К геологическим документам по колонковому бурению относятся: 1) проектный геологический разрез по скважине; 2) акт о заложении скважин; 3) буровой журнал; 4) керн и шлам; 5) сменный рапорт; 6) акт о замерах искривления скважин; 7) акт о закрытии скважин; 8) геологическая колонка по скважине и ее описание.

1. Проектный геологический разрез по скважине составляется рудничным геологом и утверждается главным геологом рудника (экспедиции, партии).

Месторождение, рудник
Горизонт
Квершлаг
Расстояния от устья выработки
от 15 до 30 м
от МТ № 51 15 м
Масштаб 1:1000



№ п.п.	Азимут простираения	Падение		Характер плоскости замера
		Азимут	Угол	
1	52°	322°	65°	дайка
2	355°	265°	87°	жила
3	10°	160°	80°	трещина
4	330°	60°	70°	жила
5	337°	67°	82°	апофиза
6	326°	56°	80°	жила
7	353°	83°	45°	апофиза
8	320°	50°	52°	контакт

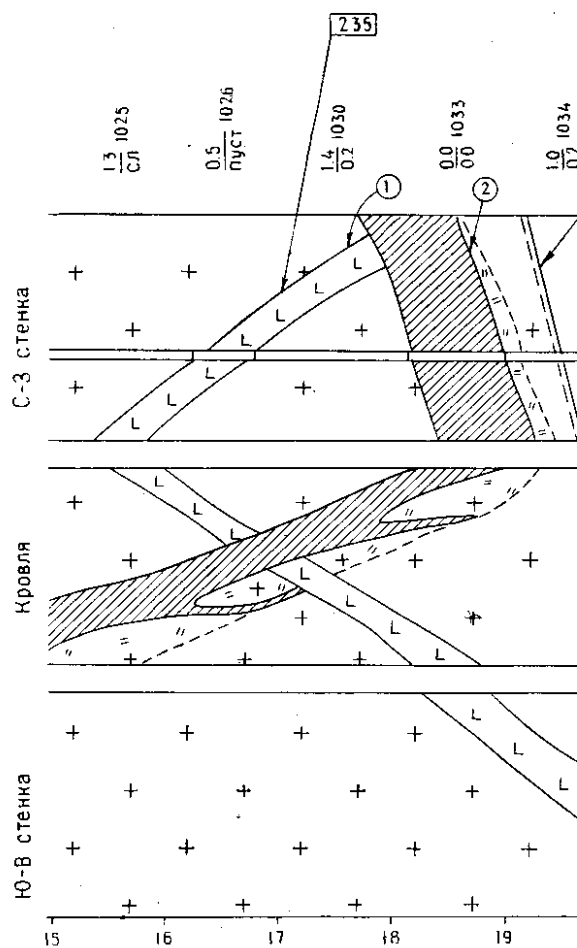


Рис. 78. Образец документальной

Краткое гео

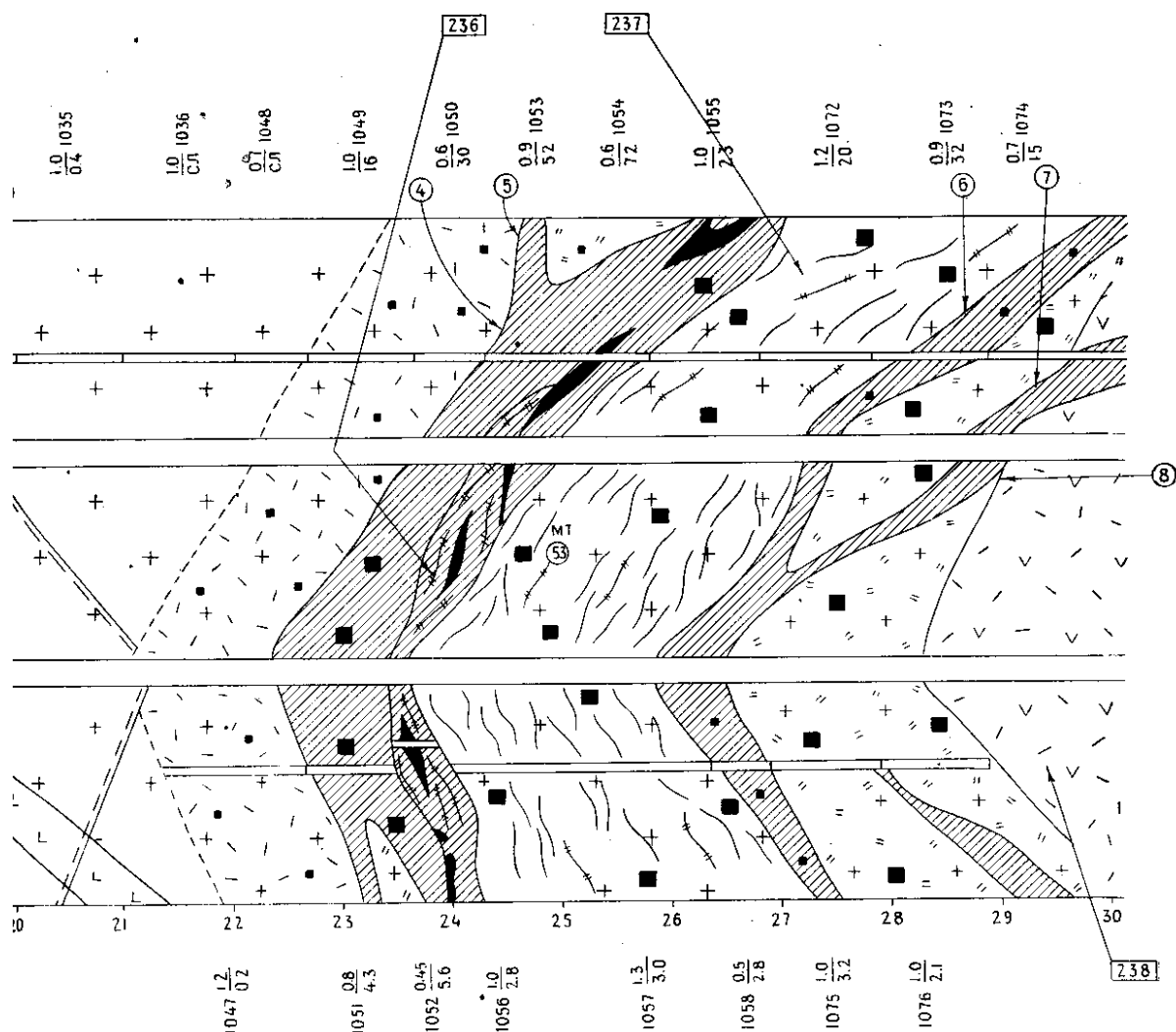
15,0—21,5 Граниты среднезернистые, порфировидные, содержащие зерна белого и розового полевого шпата, серого кварца и мелкие листочки биотита. Размеры отдельных зерен полевого шпата достигают 1,5 см. На интервале 15,5—19 граниты рассеяны дайкой тонкозернистого диабаз почти черного цвета. Мощность дайки 0,2 м; обр. 235.

На интервале 15—19 в гранитах проходит крутопадающая кварцево-турмалиновая жила мощностью 0,2—0,3 м. Жила сложена плотным (зем-листным) турмалином черного цвета, без заметной минерализации. Вдоль восточного залыбания жилы граниты содержат редкую вкрапленность турмалина. Ширина зоны турмалинизации 0,1—0,2 м. На интервале 20—21 граниты рассеяны трещиной (пр. 70°, падение 160°, $\angle$ 60°). Трещина без следов притирания.

21,5—23,0 Граниты несколько освет. малина и пирита.

23,0—24,5 Кварцево-турмалиновая жила турмалином, содержащим много численные прот. от 1—2 мм до 3 см, ориент. ность отдельных кварцево-

24,5—27,0 Граниты, содержащие гус 10 мм, прожилков и вкрап жат обильную вкрапленно и прожилки молодого ква низированы. Обр. 237.



масштаб 1:50

Составил

Проверил

очки секущей подземной горной выработки

краткое описание

пеще, содержащие слабую вкрапленность тур-

мощностью 1,5 м сложена землистым плот-
м обильную вкрапленность и гнезда пирита
ерна кварца. К висячему боку жилы приуро-
лены пирита и молодого кварца мощностью
ванные параллельно забланам жилы. Мощ-
фидных жилок до 7 см. Обр. 236.

сеть различно ориентированных тонких, до
ность турмалина. Кроме того, граниты содер-
и отдельные гнезда пирита размером до 2 см
мощностью до 10 мм. Граниты слабо каоли-

25,0—27,5 Кварцево-турмалиновая жила мощностью 0,2 м. От висячего бока ее отхо-
дит апофиза (0,1—0,2 м). Жила и апофиза сложены плотным турмалином,
содержащим относительно редкую и мелкую вкрапленность пирита и не-
много кварца.

27,0—28,5 Граниты, расположенные в висячем боку турмалиновой жилы, содержат
обильную, но мелкую вкрапленность турмалина и сильную вкрапленность
пирита, образующего также мелкие гнезда размером до 0,5 см.

28,5—30,0 Диорит-порфириты светлосерого цвета с тонкозернистой основной массой и
большим количеством вкрапленников белого полевого шпата и меньшим
количеством роговой обманки. Контакт с гранитами резкий. Диорит-пор-
фириты рассекаются апофизой, отходящей от кварцево-турмалиновой жилы
на интервале 27,0 м. Диорит-порфириты содержат слабую вкрапленность
турмалина и пирита. Обр. 238.

Месторождение

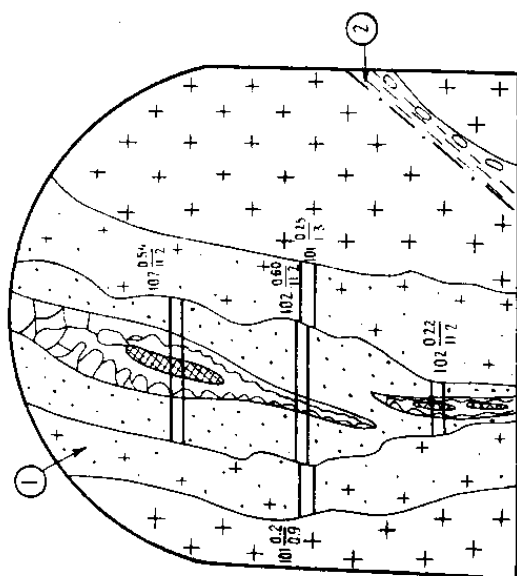
Горизонт

Штрек №

Расстояние

от устья м

от марк точки № м



№ п.п.	Аз. широта	Аз. широта	Угол падения	Характер плоскости
1	520	50	85	Контакт жилы
2	310	40	50	Тектоническая зона

Составил Дата

Проверил

Рис. 79. Образец документационной карточки забоя штрека

Рудное тело. Мощность жилы в нижней части забоя от 0,6 до 0,15 м, среднее по трем замерам — 0,4 м. Строение жилы симметрично-полосчатое. Призальбановые части сложены плотным молочно-белым кварцем; затем следуют полосы гребенчатого кварца; в центре жилы располагается прозрачный кварц с гнездами сульфидов размером до 30 см X 2—6 см. Сульфиды представлены пиритом, агрегат которого пересечен тонкими прожилками халькопирита, галенита и кварца. Жила окружена ореолом березитов с вкрапленностью сульфидов; мощность ореолов от 20 до 35 см. Среднее по трем замерам — 30 см.

Боковые породы — массивные, почти не затронутые выветриванием граниты.

Тектоническая зона мощностью 10 см выполнена тектонической глиной и тектонической брекчией. Признаки минерализации в ней отсутствуют.

Содержание Au: по жиле среднее из трех проб 11,2 г/т, по березитам из шести проб 1,3 г/т.

МЦМ СССР ГЛАВЗОЛОТО

Трест, комбинат, контора

Рудник, партия

Месторождение

**КАТАЛОГ ОБРАЗЦОВ, ВЗЯТЫХ ПРИ ДОКУМЕНТАЦИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК,
БУРОВЫХ СКВАЖИН, ОПРОБОВАНИЯ, ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ РАБОТ**
(ненужное зачеркнуть)

Начат «.....»..... 195.....г.

Окончен «.....»..... 195.....г.

Должность, фамилия и подпись сотрудника, ведущего каталог

.....

(Вкладной лист)

[illegible]

На проектном геологическом разрезе указываются зенитный угол скважин, проектная глубина скважин, угол встречи скважины с рудным телом; геологические границы пород, их характеристика и наименование; предполагаемая мощность рудного тела и глубина его залегания по оси скважины; наличие элементов тектоники.

Проектный геологический разрез составляется по скважине в двух экземплярах, из которых один хранится в деле ГРО рудника или партии вместе с актом заложения скважин, а второй — на буровой вышке.

2. Акт о заложении буровой скважины составляется согласно Временной инструкции по первичной геологической документации геолого-разведочных работ (Госгеолиздат, 1951). К акту прилагаются проектный геологический разрез по скважине и выкопировка из плана с нанесением устья скважины в принятой на руднике системе координат и азимута ее направления. Акт о заложении скважины подписывается комиссией, состоящей из геолога, участкового маркшейдера или топографа и прораба по буровым работам или старшего бурового мастера.

Акт комиссии утверждается главным геологом рудника или партии и должен храниться в делах.

3. Буровой журнал является основным документом буровой разведки и ведется по форме, принятой в Главзолото для скважин колонкового бурения, в виде чернового экземпляра, заполняемого сменными мастерами непосредственно на буровой вышке, где он остается до окончания бурения скважины, и в виде чистового журнала, составляемого геологом на основании записи чернового журнала, сменных рапортов и осмотра керна.

В черновом буровом журнале ежедневные сведения проверяются и заверяются с технической стороны их выполнения — старшим буровым мастером, а с геологической — прорабом или геологом.

Форма бурового журнала прилагается (табл. 16).

4. Геологическая документация керна и шлама. КERN буровых скважин представляет собой ценный материал, позволяющий (часто с большей полнотой, чем это представляется возможным в горных выработках) изучить разрез слоистых толщ, слагающих месторождение; проследить последовательность смены фаций осадочных и вулканогенных пород в вертикальном сечении; установить возрастную последовательность жильных пород и т. д. По керну можно детально изучить разрезы ореолов околожильных изменений, текстуры и состав руды. Для глубоких горизонтов, еще не вскрытых выработками, кERN представляет единственный материал, позволяющий судить о характере руд, степени их изменчивости в вертикальном сечении и промышленных свойствах.

При документации керна необходимо пользоваться условными обозначениями, разработанными для данного месторождения, а при описании его — всеми вышеприведенными указаниями.

Особенно детально должны документироваться рудные тела и их контакты с вмещающими породами.

Если кERN пересекает рудную жилу или контакт каких-либо пород, то в описании обязательно указывается положение плоскости контакта по отношению к оси скважины. Это может дать материал для построения в разрезе элементов залегания подсекаемого тела.

Порядок проведения геологической документации керна и шлама буровых скважин рекомендуется следующий.

КERN в момент его извлечения из колонковой трубы после каждого подъема (рейса) обмывается (если это нужно) от приставшей породы и

заклинки и укладывается в керновый ящик с сохранением последовательности и положения плашек, в которых он извлекался из колонковой трубы.

Укладка керна ведется от верхнего левого угла ящика к правому. После выкладки керна и соответствующей записи в буровом журнале в ящик вслед за последним (нижним) кусочком керна закладывается деревянный брусок, плотно входящий между перегородками ящика. На бруске делается надпись глубины скважины, с которой поднят керн; кроме того, под него в ящик укладывается этикетка с указанием данного подъема керна.

Образец этикетки

Название рудника или месторождения
 Скважина № Дата Смена
 Пробурено от м и до м
 Кери м
 Количество кусочков керна
 Сменный бурмастер

Этикетка заполняется простым карандашом и подписывается сменным буровым мастером.

Проходка по рудному телу производится в присутствии геологического персонала, а в случае, когда имеются опасения, что из-за низкого выхода керна рудное тело может быть пропущено, проходка осуществляется в присутствии специальной комиссии и оформляется актом.

При отсутствии керна в том или ином подъеме в ящик вкладывается деревянный брусок длиной 5—6 см, на котором указывается глубина данного подъема с надписью: «керн нет».

После укладки керна он предварительно описывается в черновом буровом журнале.

По заполнении керном очередного ящика последний доставляется в керновую или в помещение камеральной обработки, где керн тщательно осматривается и описывается, а также по мере необходимости раскалывается для отбора проб.

На каждый расколотый кусок керна наносится мазок светлой эмалевой краски, на которой черной тушью делается надпись:

Месторождение
 Скви. №
 10 от м
 ↑ до м
 2 195 г.

Стрелка ставится острием к нижнему концу куска. Цифра над стрелкой обозначает общее количество кусков керна в данном интервале (рейсе), а цифра под стрелкой — порядковый номер данного куска в этом интервале по направлению сверху вниз.

Маркированный таким образом керн плотно укладывается в ящик для длительного хранения.

Параллельно с описанием керна от него должны быть отобраны образцы (откалываются небольшие кусочки), характеризующие все пересекаемые разновидности пород и руд. Нумерация образцов ведется отдельно для каждой скважины. Образцы от каждой скважины удобно

(Титульный лист)

ГЛАВЗОЛОТО МЦМ СССР

Трест, комбинат, контора
 Рудник, партия
 Месторождение
 Участок горизонт

Ящик
 Папка
 П.л. №

ЖУРНАЛ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ №

(Механическое колонковое бурение)

Координаты устья скважины
 Азимут направления скважины Заданный наклон
 Цель заложения скважины

Проектная глубина м

Фактическая глубина м

Скважина начата в 19... г.

» остановлена в 19... г.

» возобновлена в 19... г.

» закончена в 19... г.

Затрачено всего на проходку скважины

..... станко-смен

Станок		Насос		Двигатель	
Система и тип	№	Система и тип	№	Система и тип	№

Конструкция скважины

Пройдено метров		Диаметр скважины	Закреплено трубами		Диаметр труб в мм	Истирающий материал
от	до		от	до		

Обвалы стенок скважины, зашламование
 Уровень грунтовых вод (абсолютная отметка и глубина под устьем скважины)

При ликвидации скважины в ней оставлены обсадные трубы:

д. мм от до всего м

д. мм от до всего м

д. мм от до всего м

Измерение наклона и азимута скважины

Метод измерения	На глубину	Наклон	Азимут

Геолог

Ст. буровой мастер

[illegible]

Таблица 16

Шлам и муть		Выход воды	Краткое описание пройденных пород и №№ образцов	Литологическая колонка (или на отдель- ном вкладном листе)
цвет	№ пробы			
12	13	14	15	16

хранить в мешочке, к которому привязывается или приклеивается этикетка с указанием номера скважины.

Шлам, собранный у устья скважины и извлеченный из шламовой трубы по интервалам подъема (рейса), помещается в невысокие железные коробки (противни) для сушки, затем из него магнитом удаляются металлические частицы и он упаковывается в мешочки, на которых указываются название месторождения, номер скважины и подъем (от — до в метрах). Для контроля глубины подсека скважиной границ различных пород или рудных тел необходимо тщательно следить за изменением цвета мути и отмечать это в буровом журнале.

Порядок хранения и сокращения керна определяется инструкцией Министерства геологии СССР (1951). Перед поступлением его на склад (с целью сохранения) производится макроскопическое описание керна, отбор образцов для минералогического и петрографического изучения, отбор пробы для химического анализа и технологических испытаний в лабораторных условиях.

5. Сокращение керна. Сокращению может подвергаться только керн, представляющий вмещающие породы. Степень сокращения его не может быть указана заранее и определяется главным геологом предприятия. При определении допустимого сокращения следует исходить из положения, что остающиеся образцы керна должны обеспечивать возможность составления детальных разрезов независимо от наличных текстовых и графических материалов.

Так как сокращению подлежат однообразные и повторяющиеся части геологического разреза, то возможность сокращения керна выявляется лишь после выяснения деталей разреза в результате соответствующей камеральной обработки.

Типовой геологический разрез, а также усложняющие его детали в виде фациальных изменений типовых пород, наличия новых разновидностей, а также изменений, связанных с механическими нарушениями и с поверхностными процессами, устанавливается путем сравнительного изучения керна ряда скважин. Скважины, наиболее четко и полно представляющие геологический разрез, подлежат первоочередному и всестороннему изучению; они называются опорными. Керн опорных скважин не сокращается. Когда пробурены новые скважины, по которым получен более качественный материал, то в этом случае за опорные целесообразно принимать эти новые скважины, причем утратившие свое значение старые опорные скважины переходят в число рядовых с соответствующим сокращением керна. При массовом бурении количество опорных скважин не должно превышать 10% от общего числа скважин.

Условиями, обеспечивающими возможность сокращения керна, являются:

а) выбор опорных скважин путем сравнительного изучения керна первой серии скважин в тесной увязке с данными детальной геологической съемки участка месторождения;

б) детальное петрографическое изучение встреченных по керну пород осадочного и изверженного комплексов;

в) отбор эталонных образцов керна; эталонными образцами керна называются образцы, получившие точное петрографическое определение и применяемые в целях уточнения макроскопического определения пород; эталонные образцы отбираются по всем типичным породам, составляю-

щим основу геологического разреза, а также по всем характерным и распространенным разновидностям этих пород;

г) знание эталонных образцов геологическим персоналом и умение пользоваться этими образцами для макроскопического определения керна.

При соблюдении указанных условий самое сокращение керна производится следующим образом: путем систематического просмотра керна устанавливаются участки пород, характеризующиеся полной однородностью; по этим участкам отбираются образцы керна длиной 10 см с таким расчетом, чтобы каждый образец представлял 1 м углубки скважины; оставляемый при сокращении образец керна берется из средней части соответствующего интервала, который этот образец представляет. На оставляемом образце черной тушью по белой эмалевой краске отмечается интервал, характеризующий данным образцом.

Не подлежат сокращению:

а) kern, представляющий руду или проявление оруденения;

б) kern, представляющий взаимопереходы пород, обусловленные разницей фациальных условий или различной степенью последующих изменений, в том случае, если эти взаимопереходы имеют место в пределах незначительного по длине интервала и не могут быть документированы надлежащим образом при нормальной частоте отбора образцов.

Намеченные к сокращению плашки керна извлекаются из ящиков, и на их уничтожение составляется акт. По составлении и подписании акта уничтожаемые плашки керна зарываются в неглубокий шурф. Разбрасывание сокращаемого керна воспрещается.

Сокращаемый kern укладывается в новые ящики в обычном порядке. Маркировка укладки производится не по подъемам, а по породам. Для этого в конце интервала скважины, представленного той или иной породой, укладывается деревянная бирка, отделяющая данную породу от соседней.

Сокращение керна производится непосредственно геологами предприятий или разведок, отвечающими за результаты разведочных работ на данном участке.

6. Акт о замерах искривления скважин. Прежде чем приступить к построению разрезов по скважинам, необходимо проверить первоначальный угол наклона, азимут скважины и установить углы наклона и азимуты скважины на различной глубине.

Для измерения углов наклона имеются установленные приемы, из которых наиболее употребительным и простым является замер угла наклона с помощью пробирки с плавиковой кислотой или с медным купоросом.

Для азимутальных искривлений методика измерения была недостаточно разработана; до недавнего времени не было простой и удобной аппаратуры для таких измерений. На геологических профилях искривленные скважины часто строились только по данным углов наклона. Между тем игнорирование азимутальных искривлений при фиксации пространственного расположения дает заметные искажения геологических представлений об истинном положении рудного тела. Особенно серьезное значение этот вопрос приобретает для месторождений, характеризующихся сравнительно небольшими линейными размерами рудных тел.

Предложенный в 1942 г. И. П. Поляковым метод замера азимутов углов наклона прибором, сконструированным по принципу магнитной стрелки и отвеса, дает возможность систематического производства таких

замеров указанным прибором. Для достоверности замера необходимо применять одновременно два прибора, показания которых должны сходиться.

Построение кривых с учетом азимутального и зенитного искривления на геологических профилях и планах удобнее производить по схеме, предложенной В. В. Щербаковым, при помощи координат с вычислением последних по специальным таблицам С. А. Чайковского (1941).

Вычислительные операции по определению искривлений скважин для построения разрезов ведутся по схеме табл. 17, где показан один из примеров этих вычислений.

Графы 1, 2, 3 не требуют пояснений. В графах 4, 5, 6 отмечаются глубина скважины, угол наклона и азимутального искривления, приведенные к 20-метровым интервалам. При других интервалах измерений их вычисление ведется методом интерполяции. Приведенные зенитные углы вычисляются с точностью до 30' и углы азимутальных отклонений — до 5°. Эти пределы соответствуют точности определения данных показателей при замерах. Графа 7 пояснений не требует.

Из графы 8 видно, что условное влияние измеренных показателей углов должно быть распространено на 10 м вверх и вниз от точки измерения. В соответствии с этим вычисление координат для построения кривых скважин производится для точек на глубинах 10, 30, 50, 70 м и т. д.

Для граф 9, 10, 11 пользуются таблицей приращения координат С. А. Чайковского, с учетом цифр половинного значения для первой точки и неизмененных приращений из таблицы для последующих нормальных 20-метровых интервалов.

Цифры в графах 12, 13, 14 определяются путем арифметического суммирования приращений координат по графам 9, 10, 11.

В графы 15, 17 из таблицы С. А. Чайковского выносятся приращения длины для горизонтальной и вертикальной проекций.

Цифры граф 16 и 18 вычисляются путем арифметического суммирования соответствующих приращений по графам 15 и 17.

Построение кривых скважин по координатам X и Y контролируется длинами горизонтальных проекций, а кривых скважин в поперечном разрезе по координатам Y и Z — длинами поперечных проекций.

Измерение замеров зенитных и азимутальных искривлений буровых скважин должно проводиться через каждые 25—50 м.

Морфология рудных тел не может считаться установленной с необходимой точностью, если представления о ней основываются на данных буровых скважин глубиной более 100 м, не имеющих замеров зенитных искривлений через 25—50 м по наклону скважины и азимутальных искривлений через те же интервалы.

Замеры искривлений скважины оформляются специальными актами по форме в соответствии с инструкцией Министерства геологии 1951 г. (табл. 18).

7. **Акт о закрытии скважины.** Немедленно после принятия главным геологом разведки решения о прекращении проходки буровой скважины составляется акт об ее закрытии по форме, предусмотренной указанной инструкцией (табл. 19).

Если закрываемая буровая скважина не достигла глубины, намеченной по проекту, или геологические результаты, полученные при ее проходке, не отвечают цели ее заложения, то к акту прилагается объяснительная записка с обоснованием необходимости закрытия скважины, подписанная главным геологом предприятия или разведки. Акт подпи-

Таблица 17

Схема вычислительных операций для построения скважины (по В. В. Щербакову)

Скважина №

Начальный азимут скважины 90°, азимут профиля 60°

Измеренные			Приведенные			Разница в углах между азимутами скважины и профиля	Интервал влияния	Приращение			Координаты			Длина горизонтальной проекции		Длина поперечных проекций	
Глубина в м	Угол наклона	Азимут	Глубина	Угол наклона	Изменяющееся отклонение			ΔX	ΔY	ΔZ	X	Y	Z	l _г	Σ l _г	l _п	Σ l _п
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0	87°00'	90°	0	87°00'	0°	30°	0—10	0,45	-3,26	9,98	0,45	-0,26	9,98	0,52	0,52	10,00	10,00
20	87 57	—	20	87 00	5	25	10—30	0,95	-0,44	19,97	1,40	-0,70	39,95	1,05	1,57	19,99	29,99
40	87 52	—	40	84 52	10	20	30—50	1,70	-0,62	19,91	3,10	-1,92	49,86	1,80	3,37	19,99	49,89
50	—	79°	60	83 52	15	15	50—70	2,08	-0,55	19,88	5,18	-1,87	63,74	2,15	5,62	19,99	63,96
60	83 52	—	80	83 47	20	10	70—90	2,14	-0,37	19,88	7,32	-2,24	80,62	2,17	7,79	20,00	83,95
80	83 47	—	100	80 45	25	5	90—110	3,20	-0,22	19,74	10,52	-2,52	109,36	3,21	10,00	20,00	109,96
100	80 45	67°	120	79 55	25	5	110—130	3,46	-0,30	19,70	13,98	-2,82	129,06	3,47	14,47	20,00	129,96
120	79 55	—	140	79 40	30	0	130—150	3,55	0,00	19,70	17,53	-2,82	148,76	3,55	18,02	20,00	149,96
140	79 40	—	160	78 56	30	0	150—170	3,82	0,00	19,63	21,35	-2,82	168,39	3,82	21,84	20,00	169,96
150	—	59°	180	77 47	35	5	170—190	4,22	0,37	19,54	25,57	-2,45	187,93	4,24	26,08	20,00	189,96
160	78 56	—	200	76 40	35	5	190—200	4,56	0,40	19,46	30,13	-2,05	207,39	4,58	30,58	20,00	209,96
180	77 47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	76 40	55°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

«УТВЕРЖДАЮ»

Гл. инженер или гл. геолог партии

(Подпись)

«.....» 195.....г.

ГЛАВЗОЛОТО МЦМ СССР

Трест, комбинат, контора

Рудник, партия

Месторождение

Участок

А К Т

замера искривления скважины №

«.....» 195.....г. комиссия в составе

(Должность, фамилия, имя и отчество членов комиссии)

составила настоящий акт о замера искривления оси скважины №

Замер искривления произведен методом

Заданный угол наклона скважины (к горизонту)

Заданный азимут скважины

Результаты замера искривления скважины

На глубине	Угол наклона	Азимут

Подписи:

Примечания: 1. Акт составляется участковым геологом, старшим и сменным буровыми мастерами, производившими замер.

2. В один акт записываются замеры, произведенные в один прием.

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник партии

.....
(Подпись)

ГЛАВЗОЛОТО МЦМ СССР

Трест, комбинат, контора
Рудник, партия
Месторождение
Участок

А К Т

закрытия буровой скважины №

«.....» 195.....г. мы, нижеподписавшиеся

.....
(Должность, фамилия, имя и отчество членов комиссии)

составили настоящий акт о нижеследующем:

1. Бурение скв. №, заложеной «.....» 195.....г.,
диаметром мм на разведочной линии
участка месторождения прекращено
«.....» 195.....г. по точному замеру на глубине м, диа-
метр мм (проектная глубина м, диаметр мм). Бурение
производилось станком

2. Координаты устья скважины $\frac{\text{истинные}}{\text{условные}} : X = \dots\dots\dots$
 $Y = \dots\dots\dots ; Z = \dots\dots\dots$

3. Назначение скважины и степень его выполнения:

4. Выполнение замеров искривления скважин, кароттажа и гидрогеологических
наблюдений:

5. Причина закрытия (ликвидации) скважины:

.....

.....

.....

6. Сква. № закреплена обсадными трубами:

диаметр мм до м

диаметр мм до м

диаметр мм до м

Количество труб, оставленных в скважине:

.....

7. Способ ликвидации скважины

.....

.....

Приложение:

Подпись:

.....

.....

Примечания: 1. Акт о закрытии (ликвидации) буровой скважины составляется и подписывается главным или старшим геологом экспедиции (партии), участковым геологом, прорабом буровых работ или старшим буровым мастером.

2. В акте разборчиво пишутся должность, фамилия, имя и отчество всех подписывающих его лиц.

сывается теми же лицами, которые подписывают акт на заложение скважины, и подлежит утверждению главным геологом.

На устье скважины после ее окончания устанавливается железобетонная пирамида с отрезком трубы в середине, входящим в устье скважины. Верхний конец трубы расплющивается, и на нем зубилом высекается номер скважины и год бурения.

8. Геологическая колонка по скважине. Параллельно с описанием скважин на отдельном листе миллиметровки вычерчивается детальная геологическая колонка; ее масштаб выбирается в зависимости от требований, предъявляемых к детальности колонки, но не мельче 1 : 100. Колонка вычерчивается в виде вертикального столбика шириной 1—2 см, на котором в условных обозначениях, принятых для зарисовок горных выработок, изображаются все выделяемые в описании разновидности горных пород и жил, степень их минерализации и другие геологические особенности (серицитизация, хлоритизация, окварцевание и т. п.).

Подъемы (интервалы глубин), по которым керн отсутствует, оставляются в колонке незаполненными или, если пересеченные на этих подъемах породы были определены по шламу, заполняются соответствующими условными обозначениями с надписью: «по шламу».

По левой границе колонки горизонтальными штрихами длиной 1—2 мм наносится шкала глубины скважины, а на правой, аналогичными штрихами с цифрами, — границы подъемов (рейсов).

Справа от колонки в вертикальных графах выписываются: а) данные о выходе керна; б) углы пересечения плоскостей трещин и контактов пород с осью керна; в) номера образцов, взятых в эталонную коллекцию или для микроскопического исследования и т. п.; г) номера (и интервалы) проб, результаты анализов; д) данные о замерах искривления; е) диаграммы кароттажа.

Колонка (вместе с описанием пересеченных скважиной пород и результатами замеров искривления скважин) служит основой для составления геологического разреза по скважине и сводного описания этого разреза.

Описание разреза по скважине имеет то же содержание, что и описание при зарисовках горных выработок.

Данные пересечения рудного тела изображаются в более крупном масштабе, чтобы показать строение рудного тела.

На разрезе по скважине следует дать координатную сетку высот; в плане в точке выхода скважины из рудного тела выписывается абсолютная высотная отметка.

Деталь плана с нанесенной на ней горизонтальной проекцией рудного тела используется для переноса скважины на общий план и на вертикальную продольную проекцию.

Для графического изображения искривленных скважин, а также для вычисления истинной мощности рудного тела, подсеченного скважиной, предлагается несколько приемов. Наиболее простыми и употребительными являются следующие два приема, приведенные в «Руководстве по подсчету запасов месторождений золота» А. Р. Кренига, К. Л. Пожарицкого и А. А. Розина (1940).

При первом приеме исходят из предположения, что угол наклона, замеренный в точке α , сохраняется на половину расстояний до соседних точек замера угла наклона α_0 и α_2 (рис. 81, верхняя часть чертежа).

Пример. В скважине измерены углы наклона: в устье скважины — 65° , на глубине 40 м — 60° , на глубине 100 м — 58° . Общая глубина скважины 130 м.

При построении разреза по скважине принимают, что она пройдена на интервалах: от 0 до 20 м под углом 65° , от 20 до 70 м под углом 60° и от 70 до 130 м под углом 58° .

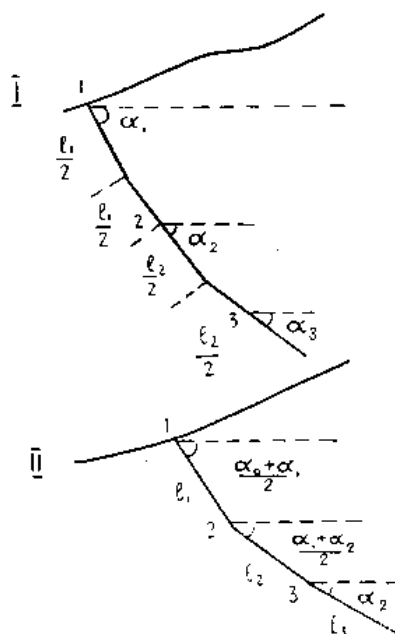


Рис. 81. Построение скважины в разрезе с учетом зенитных искривлений

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ и α_3 — замеренные зенитные углы наклона скважины,

l_1 и l_2 — глубина скважины, где сделаны замеры наклона скважины

Второй прием основан на предположении, что на интервале между двумя соседними точками замера скважина имеет угол наклона, средний между данными соседних замеров. Исходя из этого, угол наклона на интервале принимается равным $\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$, где α_1 — угол в верхнем конце интервала и α_2 — угол в нижнем конце интервала (рис. 81).

Пример. По замерам углов, приведенным в предыдущем примере, при построении разреза скважины принимают, что она пройдена на интервалах: от 0 до 40 м под углом $62,5^\circ$, от 40 до 100 м под углом 59° и от 100 до 130 м под углом 58° .

Построение разрезов вдоль скважины, искривленной только в вертикальном направлении, но не искривленной в горизонтальном направлении, производится по одному из этих приемов.

Построение искривлений по наклону и азимуту скважины выполняется в следующем порядке:

а) по замеренным углам наклона, пользуясь линейкой и транспортиром, строят развертку спиралью искривленной скважины на плоскость чертежа;

б) точки, где замерялись углы наклона, проектируют на горизонтальную линию и получают длины проекций отрезков (lx_1, lx_2, lx_3, lx_n);

в) в плане от начала скважины проводят ее направление в соответствии с азимутом и откладывают величину lx_1 ; от конца отрезка lx_1 проводят продолжение скважины в плане под новым соответствующим азимутом и откладывают отрезок lx_2 , и т. д.; в плане получают проекцию скважины в виде ломаной линии;

г) точки перегиба скважины в плане проектируют по вертикали на развертку скважины; соответствующие точки с развертки скважины проектируют по горизонтали; точки пересечения вертикальных и горизонтальных проекций будут точками, через которые пройдет скважина в разрезе.

Скважина в разрезе всегда изображается более круто, чем развертка. Пример построения скважины в разрезе и плане приведен на рис. 82. На разрезе следует приводить в виде таблиц результаты опробования скважин, углы наклона и азимуты.

Истинная мощность рудного тела при пересечении его скважиной, вместо графического построения, может быть получена путем вычисления.

Если скважина заложена перпендикулярно к простиранию рудного тела и на глубине не имеет азимутального искривления, то истинная мощность может быть подсчитана по формуле

$$h = l \cdot \cos (\beta - \alpha),$$

где h — истинная мощность жилы, l — мощность рудного тела по замерам в скважине, β — угол падения рудного тела, α — зенитный угол скважины при пересечении рудного тела.

Если скважина была задана не перпендикулярно к простиранию рудного тела или в результате азимутального искривления отклонилась от направления, перпендикулярного к простиранию, то предыдущая формула непосредственно не может быть применена. В этом случае необходимо величину l — мощность по скважине предварительно заменить

— проекцией на плоскость, перпендикулярную к простиранию жилы:

$$l_{xy} = l \cdot \cos (a - a_n),$$

где a — азимут скважины в точке пересечения рудного тела и a_n — азимут перпендикуляра к простиранию рудного тела.

Кроме того, необходимо угол α заменить проекцией этого угла на плоскость, перпендикулярную к простиранию:

$$L_{xy} = \arctg \left[\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos (a - a_n)} \right].$$

Следовательно, вычисление истинной мощности нужно вести по формуле

$$h = l \cos (a - a_n) \cos \left\{ \beta - \arctg \left[\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos (a - a_n)} \right] \right\}.$$

Если скважина немного отклоняется от направления, перпендикулярного к простиранию, (не более $15-20^\circ$), то вычисления можно вести по

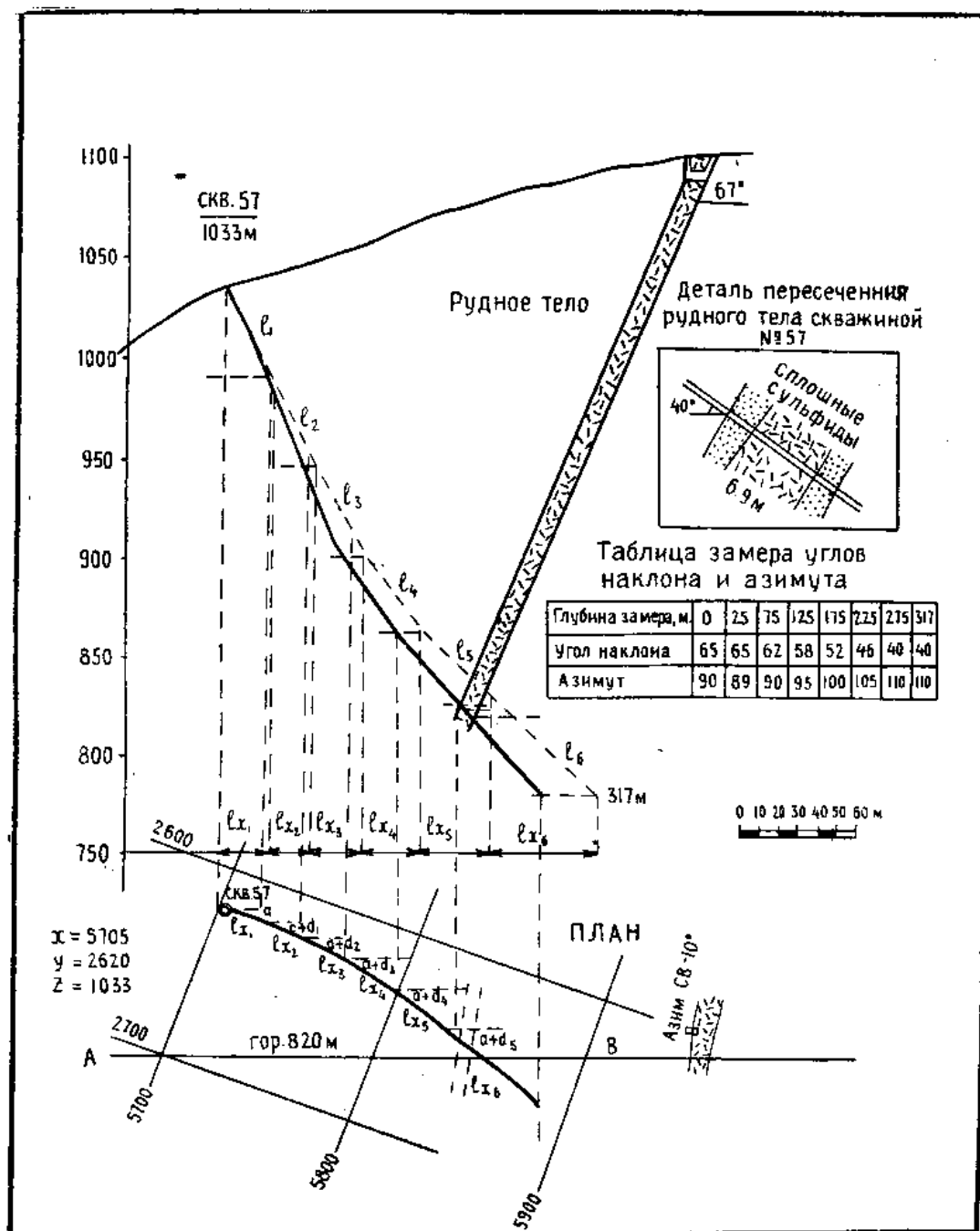


Рис. 82. Построение скважины в разрезе и в плане с учетом зенитных и азимутальных искривлений

первой формуле, так как поправка, вводимая второй формулой, незначительна. Если азимут скважины отклоняется от азимута перпендикуляра на значительный угол (30° и больше), то вычисления обязательно нужно вести по последней формуле.

7. ФОТОДОКУМЕНТАЦИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Фотодокументация является высокопроизводительной формой точной и объективной документации особенностей морфологии рудных тел, зон смятия, текстур и структур руд, а также других геолого-структурных и минералогических элементов.

Область применения фотодокументации ограничена тем, что для получения хорошего фотоизображения необходимы объекты, имеющие различную отражательную способность в своих деталях. Например, белая кварцевая жила с прожилками и гнездами темных сульфидов, залегающая среди темносерых сланцев, даст контрастное четкое изображение. В другом случае, если имеется залежь окисленной бурой руды среди обожженных известняков, однотонных по отражательной способности с рудой, на фотоизображении не будут выделяться границы рудного тела и вмещающих пород и фотодокументация для этой цели будет не применима.

Обычно фотосъемка в подземных выработках ведется при искусственном освещении.

Прежде всего необходимо выбрать объекты для фотодокументации, исходя из их отражательной способности и возможности усиления естественного контраста путем соответствующего освещения.

При равномерном рассеянном освещении границы белой жилы будут четко выделяться на сером фоне сланцев. При резко косом освещении появятся черные тени от неровностей забоя, которые могут закрыть границы жилы. Наоборот, при необходимости получить на фотографии изображение характера трещиноватости пород следует использовать косое освещение для получения глубоких теней, так как при мягком рассеянном освещении трещины не будут выделяться.

Для освещения в подземных выработках обычно применяют карбидные лампы, причем по силе света одна лампа обычно эквивалентна 5 свечам.

С целью уменьшения выдержки следует применять несколько карбидных ламп, которые для получения равномерного освещения забоя надо держать вблизи аппарата. Косое освещение получается, если лампы помещают ближе к забою, удаляя их возможно дальше от объектива аппарата (вверх, вниз, вбок), так, чтобы они не были в поле зрения видоискателя. При косом освещении на объектив обязательно должна быть надета защитная бленда.

Для фотосъемки может быть использован аппарат «Зоркий» или «Киев» с объективом $F = 50$ мм, $F = 35$ мм или «Любитель» с устойчивым надежным штативом.

Аппарат, по возможности, следует устанавливать таким образом, чтобы оптическая ось объектива была перпендикулярна к поверхности забоя.

Для масштаба рекомендуется использовать молоток, линейку, карандаш, а для объектов малой величины — спичечную коробку.

Благодаря неровностям забоя отдельные части объекта съемки оказываются на различном расстоянии от объектива. Чтобы все детали

объекта съемки были одинаково резкими, объектив необходимо диафрагмировать. Пусть при расстоянии 2 м от аппарата до объекта съемки и диафрагме 5,6 изображение будет резким на расстоянии от 1,7 до 2,5 м, что можно установить по шкале резкости на объективном кольце. Неровности забоя укладываются в эти расстояния. В этом случае для повышения резкости следует взять следующую диафрагму 8.

При фотосъемке в подземных выработках употребляется нормальная панхроматическая или изопанхроматическая пленка, чувствительная к свету свечей и карбидных ламп, богатому желтой частью спектра. Для объектов однотонных с малыми различиями в отражательной способности отдельных деталей применяется контрастная пленка. Светочувствительность пленки имеет второстепенное значение, так как при освещении карбидными лампами или свечами моментальная съемка невозможна. Рекомендуется пользоваться пленкой средней чувствительности, в пределах 32—60.

При расчете экспозиции (выдержки) следует учитывать, что степень освещенности объекта обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника света до объекта.

В табл. 20 даются выдержки для съемки с одной карбидной лампой на панхроматической или изопанхроматической пленке.

Таблица 20

1. Расстояние от лампы до объекта съемки									
Расстояние в метрах	0,8	1	1,5	2	3	4	6		
Условные числа	4	5	6	7	8	9	10		
2. Светочувствительность пленок									
ГОСТ	16—22	32—45	65—90	130—180					
Условные числа	3	2	1	0					
3. Объекты									
Характер объекта	Светлый			Средний			Темный		
Условные числа	0			1			2		
4. Диафрагма									
Диафрагма	3,5	4	5,6	8	11	16			
Условные числа	2	3	4	5	6	7			
5. Выдержка									
Сумма условных чисел	7	8	9	10	11	12	13	14	15 16
Выдержка	2	4	8	15	30	1	2	4	8 15
					секунды		минуты		

В каждой из первых четырех граф следует найти число, соответствующее условиям съемки, эти числа суммировать и в пятой графе под полученной суммой определяется искомая выдержка. При съемке с двумя карбидными лампами сначала надо найти выдержку для каждой лампы в отдельности. Установленные выдержки следует перемножить и разделить на их сумму.

Так, допустим, что при съемке с двумя лампами выдержка для одной лампы получилась 2 минуты, а для другой — 4 минуты. Общая выдержка для обеих ламп будет $(2 \times 4) : (2 + 4) = 8 : 6 = 1,3$ минуты. При съемке с тремя или с большим числом ламп следует найти выдержки для каждой из них, а затем, сочетая эти выдержки попарно, найти общую выдержку для всех ламп.

Приведенная таблица рассчитана для карбидной лампы с белым, некоптящим пламенем высотой 3 см, по силе света эквивалентной 5 стеариновым свечам.

До производства систематических съемочных работ проверяются светочувствительность пленок и сила света карбидных ламп пробными снимками и в дальнейшем вносится поправка в величину выдержки, полученную по таблице.

Масштаб негативного изображения на пленке зависит от расстояния аппарата до объекта и фокусного расстояния объектива. Для малоформатных камер 24×36 мм с объективом $F = 50$ мм масштаб изображения будет изменяться в следующих пределах (табл. 21).

		Таблица 21							
Расстояние в м	0,5	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0	
Приблизительный масштаб	1:9	1:19	1:23	1:29	1:33	1:39	1:49	1:59	
Расстояние в м	4,0	5,0	7,0	10,0					
Приблизительный масштаб	1:79	1:99	1:139	1:200					

При печати с негативов малоформатных камер изображение обычно увеличивают не менее чем до размера 9×12 см (увеличение в 2,7 раза), что и надо учитывать при вычислении масштаба отпечатка.

Для съемки с близкого расстояния в крупном масштабе, например штрихов скольжения, текстур руд и т. п. мелких деталей, следует при помощи переходного кольца удлинить рабочее растяжение камеры. Для этой цели для камеры «Зоркий» следует изготовить переходные кольца длиной 5 и 9 мм. Эти кольца должны ввинчиваться в камеру вместо объектива, и на них в свою очередь ввинчивается объектив.

Два переходных кольца длиной 5 и 9 мм дают возможность производить съемку с расстояния примерно от 28 см до 66 см, получая изображение в масштабе от 1:3 до 1:10.

Расчетная таблица масштабов при применении переходных колец для аппарата «Зоркий» приведена из справочника под редакцией В. В. Пуськова (1953).

		Таблица 22				
Длина кольца 5 мм						
Расстояние от объекта до задней стенки аппарата в мм	662	608	542	491	462	
Положение указателя по шкале расстояний		8	2	1,2	1	
Приблизительный масштаб	1:10	1:9	1:8	1:7	1:6,5	
Длина кольца 9 мм						
Расстояние от объекта до задней стенки аппарата в мм	419	393	359			
Положение указателя по шкале расстояний		3	1,2			
Приблизительный масштаб	1:6	1:5	1:4,5			
Длина кольца $9+5=14$ мм						
Расстояние от объекта до задней стенки аппарата в мм	313	286				
Положение указателя по шкале расстояний		10	1			
Приблизительный масштаб	1:3,5	1:3				

Учитывая, что при измерении расстояния от объекта съемки до задней стенки камеры в практической работе могут быть допущены ошибки, рекомендуется диафрагмировать объектив до 11 и даже 16 при неровной поверхности объекта.

Хорошо продуманная, технически освоенная, систематически выполняемая фотодокументация обладает большой ценностью благодаря своей объективности и точности. При разведке месторождений необходимо тщательно изучать возможные объекты фотодокументации, экспериментировать в отношении техники съемки и затем широко и систематически применять фотодокументацию.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ОБРАБОТКА И ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

1. СОСТАВ РАБОТ И ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Собираемые в процессе разведки геологические данные подвергаются систематической обработке и обобщению, так как несвоевременная и не тщательная обработка их часто обесценивает очень важный фактический материал, накопленный при разведке и разработке месторождений.

На основании результатов камеральной обработки всей первичной геологической документации (зарисовок, их описаний, колонок буровых скважин, образцов), а также данных опробования составляют сводные геологические документы (геологические карты поверхности рудного поля, погоризонтные планы, разрезы и их описания), служащие материалом для составления отчетов о выполненных разведочных работах на месторождении и для подсчета запасов.

Камеральная обработка материалов включает лабораторные исследования собранного каменного материала, как-то: спектральные и химические анализы горных пород, руд и самого золота; определение объемного веса, пористости и влажности руд; изучение (наблюдение и описание) под биноклем образцов горных пород, руд, минералов и особенно штуфов с видимым золотом и отдельных золотинок, а также природных сыпучих агрегатов руд и дробленных руд и пород; изучение под микроскопом шлифов горных пород и руд и полированных шлифов руд и золотинок; определение найденных ископаемых остатков фауны и флоры.

На основании полученных результатов лабораторных исследований критически пересматривают данные первичной геологической документации с целью правильного определения горных пород, характера околожильных изменений, состава и взаимоотношений минеральных ассоциаций руд, особенностей концентрации золота, возраста стратифицированных толщ и относительного возраста интрузивных, дайковых пород и руд. При этом результаты химических и спектральных анализов обязательно сопоставляют с данными петрографического и минералогического изучения месторождения. Материалы лабораторных исследований должны быть увязаны с конкретными местами зарисовок, колонок и их описаниями, которые на этом основании следует откорректировать.

Обрабатывают замеры элементов залегания рудных жил, даек, тектонических нарушений, слабцеватости, трещин отдельности, прототектоники с составлением диаграмм и стереографических проекций для пони-

мания изменений плана деформаций структуры рудного поля и размещения наиболее обогащенных золотом участков руд, а также материалы по размещению минеральных ассоциаций и содержанию золота в отдельных рудных телах в связи с особенностями текстур руд, морфологии рудных тел, сопровождающих их дорудных и послерудных нарушений и характера вмещающих пород. В случае необходимости выделяют отдельные сорта руд. Тщательно изучают пространственное положение наиболее крупных скоплений продуктивных минеральных ассоциаций, кустов и самородков золота, а также групп проб с очень высоким содержанием металла.

Во время камеральной обработки отбираются пробы для контрольных анализов на золото и сопутствующие ему ценные компоненты. Пробы сдают в местную лабораторию для внутреннего контроля или отправляют на внешний контроль; материалы контрольных анализов обрабатываются путем сопоставления их с первичными анализами проб. Изучают данные технологических испытаний руд путем увязки их с размещением различных минеральных ассоциаций в пределах всего рудного поля и в отдельных рудных телах, характером распределения содержания золота и сопутствующих полезных компонентов в рудных телах, количеством наблюдаемого видимого золота, оруденением вмещающих пород.

Камеральная обработка включает также анализ геологических данных, полученных в результате проверки разведочными выработками геофизических аномалий и ореолов рассеивания, выявленных металлометрической съемкой.

Кроме того, в процессе камеральных работ особо тщательно следует проводить увязку данных геологической документации поверхностных выработок и подземных горных работ, а также буровых скважин. Это важно, с одной стороны, во избежание ошибок при сопоставлении первичного характера горных пород и руд с теми же породами в выветрелом состоянии и, с другой стороны, чтобы проследить за изменением пород, руд и структурных особенностей месторождения на больших глубинах.

Самостоятельно обрабатывают также данные систематических геологических наблюдений в тесной увязке с рельефом рудного поля и элементами геологического строения месторождений, в частности со строением и мощностью рыхлого покрова, глубиной зоны окисления, системой тектонических нарушений, слоистостью, трещиноватостью, пористостью и влажностью пород, наличием пострудных и дорудных карстов, количеством сульфидных минералов. Обобщаются также наблюдения, касающиеся устойчивости и трещиноватости вмещающих пород всякого и лежащего боков самих руд, их кусковатости и т. д.

В состав текущих камеральных работ входит также изучение геологических материалов по месторождению прежних лет: отчетов, сводных геологических документов, первичной документации, а также данных о степени отработанности месторождения, в частности их сопоставление с разведочными данными одних и тех же участков месторождения. Одновременно следует изучить геологическую литературу, освещающую окружающий район, соседние месторождения и аналогичные объекты, расположенные в других районах, а также литературу, в которой можно найти ответы на отдельные особенно сложные геологические или методические вопросы, возникающие при разведке месторождений.

К камеральным работам относятся ежегодное составление сводных описаний рудных тел и горизонтов, создание блокдиаграмм и моделей, а

также составление и оформление материалов по подсчету запасов, представляемых на утверждение в вышестоящую организацию или ГКЗ.

Так как большая часть камеральных работ должна проводиться систематически в процессе разведки, чтобы иметь возможность более рационально и эффективно направлять весь комплекс геолого-разведочных работ, то при разведке месторождений должны быть созданы условия для камеральной обработки материалов на самом руднике или в геолого-разведочной партии на месте, а также созданы спектральные и химические лаборатории, минералого-петрографические кабинеты, снабженные шлифовальными станками.

В специальных лабораториях других учреждений следует проводить только контрольные и арбитражные анализы, отдельные особо сложные анализы руд, пород, минералов или самого золота, изучение трудно определяемых минералов или пород, а также определение образцов ископаемой фауны или флоры, встречающейся при разведке месторождений.

2. СОСТАВЛЕНИЕ СВОДНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Чистовые материалы первичной геологической документации, зарисовки и описания являются основой для составления сводных геологических карт, погоризонтных планов, поперечных разрезов, продольных проекций и зарисовок, которые в совокупности с планами опробования представляют главные исходные данные для рационального планирования разведочных работ и подсчета запасов.

Для сводных геологических документов масштабы устанавливаются конкретно для каждого месторождения в зависимости от размеров рудных тел и от сложности строения месторождения.

Геологические карты всего рудного поля, как правило, должны составляться в масштабах 1 : 5000 или 1 : 10 000. Карты поверхности отдельных участков рудного поля с большим сосредоточением рудных тел или отдельных крупных тел составляют в масштабах 1 : 500, 1 : 1000 или 1 : 2000 в зависимости от размеров площади и величины рудных тел.

Погоризонтные геологические планы, поперечные разрезы и проекции рудных тел составляют в масштабах 1 : 500, 1 : 1000 или 1 : 2000, а планы опробования — в масштабах от 1 : 100 до 1 : 1000.

Для данного месторождения основные сводные геологические документы обязательно должны составляться в каком-нибудь одном масштабе (1 : 500, 1 : 1000 или 1 : 2000).

Рабочие материалы и детали отдельных участков в ряде случаев составляют в более крупных масштабах. При отсутствии топографической или маркшейдерской основы требуемого масштаба для составления сводных геологических материалов допускается уменьшение или увеличение имеющихся топографических карт и маркшейдерских планов путем пантографирования с предварительным вычислением и вычерчиванием координатной сетки.

Геологические карты

Геологические карты поверхности рудного месторождения составляют на топографической основе соответствующего масштаба. Здесь должен быть сведен весь фактический материал, полученный при разведке месторождения, которая проводится на базе крупномасштабной геологической съемки.

Порядок обработки первичной геологической документации, проводимой при съемке, и принципы составления геологических карт в настоящем руководстве не рассматриваются, так как это является предметом самостоятельного методического пособия.

В практической работе для составляемых карт каждого масштаба необходимо иметь (на ватмане) следующие четыре отдельных сводных геологических документа:

1. Сводный план разведочных выработок, пройденных с целью составления геологической карты или разведки рудных тел. Все выработки должны иметь свой номер и должны быть нанесены инструментально.

Нумерация выработок должна строго соответствовать каталогу геолого-разведочных выработок.

На сводный план разведочных выработок наносятся: все легкие горные выработки, выражаемые в соответствующем масштабе, — канавы, траншеи, копуши, дудки, шурфы; устья буровых скважин ручного, ударно-канатного, колонкового бурения (последние в случае значительного угла наклона наносятся в виде вектора в масштабе горизонтальной проекции); устья тяжелых подземных горных выработок — шахт, глубоких шурфов, штолен, а также пунктирными линиями проекции некоторых основных подземных выработок; оси геофизических аномалий, а также контуры поверхности всех выявленных рудных тел с присвоенными им наименованиями и номерами в соответствии с каталогом рудных тел.

Сводный план разведочных выработок составляется на соответствующих стандартного образца планшетах, систематически пополняемых по мере накопления данных в процессе разведки месторождения. Задержка в нанесении данных на план не допускается.

2. Карта геологического фактического материала, на которой в соответствии с масштабом, по данным первичной документации (зарисовкам и описаниям) легких разведочных выработок, а также карьеров и естественных обнажений, наносятся все выделяемые согласно разработанным условным обозначениям горные породы, рудные тела, элементы тектоники, установленные контакты между отдельными породами с элементами их залегания.

В случае необходимости на указанной карте отражаются в соответствующем масштабе (проектируются снизу) данные по первичной геологической документации буровых скважин или ближайших к поверхности горизонтов подземных горных выработок.

Основой для карты геологического фактического материала служит сводный план разведочных выработок, на который в случае необходимости дополнительно наносятся проекции ближайших горизонтов подземных горных выработок, данные по которым используются на рассматриваемой карте. Ее необходимо также систематически пополнять по мере накопления нового материала. Однако ранее нанесенные на нее данные по первичной геологической документации в той или иной точке должны оставаться неприкосновенными. Изменения их допускаются только в следующих случаях: 1) при наличии данных документации, полученных при повторных дополнительных наблюдениях, которые зафиксированы и материалы которых хранятся в установленном порядке; 2) после углубки легких горных выработок, которые ранее были остановлены в сильно выветрелых или разрушенных коренных породах; 3) при получении данных петрографического и минералогического изучения пород и руд или химических и спектральных анализов.

3. План опробований поверхности рудного месторождения, также составляемый на основе сводного плана разведочных выработок. На этот план по данным первичной документации наносятся места взятия всех проб с присвоенными им номерами, а также содержание в них золота по материалам химических анализов и мощность рудного тела, к которой относится содержание каждой данной пробы. Если количество проб так велико, что все цифровые материалы не умещаются на плане около точек взятия проб, то близ мест взятия проб ставятся только их номера, а содержание и мощность могут быть вынесены в отдельную таблицу, помещенную на том же планшете плана опробования. В других случаях весь план опробования или отдельные его участки можно сделать в более крупном масштабе.

Кроме того, на план опробования поверхности месторождения, особенно в предварительную стадию разведки, должны быть нанесены данные металлометрической съемки.

При наличии в рудах сопутствующих компонентов промышленной концентрации на план опробования поверхности наносятся также содержания этих компонентов или непосредственно около точки взятия пробы, рядом с содержанием золота, или в соответствующей таблице того же планшета.

На план опробования поверхности месторождения, как правило, наносятся только данные первичных анализов проб.

4. Геологическая карта рудного поля или его отдельного участка составляется на основе обобщения, увязки и интерполяции материалов, нанесенных на карту геологического фактического материала. Для этого, оставляя неприкосновенным экземпляр карты геологического фактического материала, вычерчивается второй экземпляр ее, на который наносятся (в принятых для данного месторождения условных обозначениях) все горные породы, рудные тела, элементы их залегания, элементы тектоники по материалам первичной документации, откорректированным в соответствии с данными петрографического и минералогического изучения горных пород и руд.

После сопоставления и увязки геологических материалов по отдельным разведочным выработкам производится интерполяция геологических данных между выработками с учетом элементов залегания и рельефа местности, при этом учитываются материалы интерпретации геофизических работ, металлометрических съемок, а также применяется дешифрирование аэрофотоснимков, особенно крупномасштабных.

При составлении геологических карт площади рудного месторождения используется также план опробования поверхности в части оконтуривания рудных тел. Кроме того, после составления этой карты в процессе завершения определенного этапа разведочных работ на ее чистой экземпляре выносятся данные опробования.

По маломощным рудным телам отображаются средние данные содержания золота для отрезков с более или менее одинаковой концентрацией металла. В некоторых случаях могут быть показаны также очень высокие содержания отдельных проб. Для мощных рудных тел наносятся средние данные по каждому сечению (канаве) с выделением содержаний для промышленного контура, установленного или предполагаемого, и участков непромышленного оруденения. При наличии особо обогащенных участков внутри промышленного контура их содержания показываются отдельно.

Такой методический прием позволяет с большим основанием и де-

тальностью выявить основные связи золотого оруденения с особенностями геологического строения рудного поля; это дает возможность точнее выделить на карте более богатые рудные тела или отдельные участки в них, а также обедненные участки или участки пустых пород, что весьма важно при разведке месторождения золота.

Все геологические карты рудного поля или его участка любого масштаба составляются на планшетах стандартных размеров, что облегчает работу с ними, упрощает расширение площади карт в процессе разведки месторождения и облегчает их хранение. Планшеты должны иметь систему нумерации и схему их расположения в мелком масштабе. Из этих планшетов в случае необходимости могут быть составлены и вычерчены на одном листе карты отдельных участков рудного поля.

При составлении всех сводных геологических документов для поверхности месторождения, особенно геологических карт, производится тщательная их увязка с другими сводными материалами, погоризонтными планами и разрезами.

Погоризонтные геологические планы

Составление погоризонтного геологического плана включает следующие задачи: 1) сведение всего фактического материала документации по данному горизонту; 2) точное отображение распределения золота путем нанесения данных опробования; 3) составление геологического плана горизонта. Последний характеризует морфологию, внутреннее строение и минерализацию рудного тела в данном сечении и в сочетании с другими документами представляет основу для выявления закономерностей распределения золота.

Погоризонтный геологический план отличается от геологической карты поверхности тем, что обычно не имеет равномерной сетки точек наблюдений. Вместо этого имеются сплошные обнажения в пределах горных выработок и участки, лишенные наблюдений, часто значительные по площади, разделяющие эти выработки. Поэтому при составлении плана горизонта элемент интерполяции возрастает по сравнению с составлением карт поверхности. В связи с этим обязательно составление для каждого горизонта отдельного плана фактического материала без элементов интерполяции и отдельного геологического плана, на котором производятся увязка контуров и необходимые построения.

Данные опробования также наносятся на отдельный план. Все три плана составляются на ватмане. Для удобства совмещения геологических наблюдений и данных опробования для плана опробования следует иметь копию на восковке.

Все три плана обязательно составляются на основе данных маркшейдерских съемок на планшетах стандартного размера и должны иметь сетку координат. Номенклатура планшетов должна совпадать с номенклатурой геологических карт поверхности того же масштаба.

План фактического материала предусматривает нанесение на маркшейдерскую основу, приведенную к принятому для данного месторождения масштабу, зарисовку по кровле выработок. На ней в соответствии с утвержденными условными обозначениями проводятся (только в пределах горных выработок) все подсеченные границы пород, проявлений гидротермальных изменений, рудных тел; обозначаются слагающие их минеральные ассоциации. Элементы залегания пород и все тектонические трещины должны быть вынесены по замерам, и результаты послед-

них надписаны. На этот же план наносятся все горизонтальные скважины и данные по ним. Для наклонных скважин обозначаются их устья и горизонтальная проекция скважины, причем пересекаемые на данном горизонте породы или руды проектируются на скважину с разреза.

Данные первичной документации на план наносит геолог, документировавший горизонт. Пополнение плана фактическим материалом производится не реже одного раза в неделю.

Геологический план горизонта должен обобщать все геологические наблюдения, проводившиеся при систематической документации горизонта. План составляется с учетом данных геологического строения других, выше и ниже расположенных горизонтов, а также в связи с геологической картой поверхности. Поэтому погоризонтные планы должны быть увязаны с поперечными разрезами, линии которых с соответствующей нумерацией наносятся на каждом плане.

Геологические планы должны охватить широкий круг вопросов, конкретное содержание которых зависит от особенностей геологического строения месторождения.

Обычно должны быть нанесены границы выделяемых горных пород и их разновидностей. Для этой цели следует использовать не только материалы по документации данного горизонта, но и все сведения по другим горизонтам (буровым скважинам и восстающим), которые переносятся на составляемый план с разрезов. Кроме того, на составляемый погоризонтный план в случае необходимости проектируются основные данные геологической карты соответствующего масштаба поверхности месторождения. Все границы различных пород обязательно наносятся в виде четкой линии — сплошной в случае резкого контакта и пунктирной при наличии между породами постепенных переходов.

В пределах выделенных горных пород отображаются особенности внутреннего строения данного комплекса. В случае, когда месторождение залегает среди осадочных толщ, надо использовать все материалы первичной документации, касающиеся положения слоистости. Наносятся все элементы ее залегания и по возможности протягиваются отдельные маркирующие слои и выделяются слои пластических и жестких пород.

Изображение внутреннего строения слоистости толщ важно не только для месторождений, в которых складчатые структуры контролируют размещение рудных тел, но и для таких, в которых эта связь не установлена. В данном случае расшифровка складчатых структур может иметь большое значение для правильной интерполяции тектонических нарушений, контролирующих оруденение.

Для изверженных массивов, если это позволяют материалы первичной документации, на погоризонтном плане надо показать элементы внутренней ориентировки.

Важное значение имеет интерполяция данных по залеганию даек. Жильные породы создают значительную неоднородность механических свойств рудного поля, влияющую на ориентировку и частоту появления рудных трещин. С другой стороны, с помощью правильной расшифровки структур, выполненных дайками, легче подойти к пониманию истории развития структуры в этапы, близкие к отложению руды. Поэтому при составлении сводных материалов следует уделять внимание интерпретации наблюдений над положением контактов различных по составу жильных пород и тщательной увязке их выходов, которая должна выполняться на основе фактических замеров элементов залегания при обязательной принадлежности этих выходов к жильным породам одного и того же

состава. Увязывать выходы даек, сходных по элементам залегания, но различающихся по составу, не допускается.

Важным разделом составления сводных геологических планов является увязка тектонических нарушений. Ее надо вести с учетом элементов залегания подсекаемых различными выработками тектонических зон и характера их строения. Нельзя, например, без дополнительного прослеживания увязывать сходные по элементам залегания трещины, одна из которых имеет ровные стенки и сопровождается перемещением пород вдоль стенок, тогда как другая обладает неровными, рваными краями и не вызывает смещений. Дизъюнктивные нарушения расчленяются на основании материалов первичной документации по относительному возрасту их заложения. Дорудный возраст заложения нарушений устанавливается по изменению формы рудных тел вблизи них, по наличию рудных апофиз, приуроченных к нарушению, признаков околорудных изменений или минерализации в пределах тектонических зон.

Помимо дизъюнктивных нарушений, фиксируемых в виде отчетливо выраженных трещин, на планах необходимо отразить зоны повышенного рассланцевания, которые могут оказать существенное влияние на размещение рудных тел. Для некоторых типов месторождений, в частности таких, в которых оруденение приурочено к пластам, залегающим среди относительно более пластических толщ, отражается степень рассланцевания последних. Границы между различающимися по степени сланцеватости породами проводятся сплошной или пунктирной линией.

При составлении сводных геологических планов одной из основных задач является нанесение проявлений околорудных изменений, например турмалинизации, березитизации, окварцевания и т. д. Необходимо, по возможности, увязать области наиболее интенсивного проявления различных стадий околожилных изменений. При этом особое значение приобретает выделение на погоризонтных планах областей развития вкрапленной сульфидной минерализации. Пунктиром следует оконтуривать в различной степени минерализованные зоны, стремясь таким образом выявить и четко оконтурить направление наиболее сильного проявления рудного процесса.

Рудные тела увязывают на основе данных по фактическим замерам их залегания. Нельзя пренебрегать маломощными жилами или жилами, не прослеженными выработками по простиранию. Эти маломощные жилы могут оказаться важными элементами структуры, фиксирующими положение промышленных рудных тел, которые отражаются в данном сечении как проводники. Особый интерес эти жилы приобретают в тех случаях, когда они сопровождаются интенсивным изменением боковых пород с проявлением продуктивных стадий изменений.

При увязке разрозненных рудных выходов и зон следует выявлять узлы пересечения зон и жил различного направления. В большинстве случаев эти узлы обладают повышенной рудоносностью и могут иметь особое значение для отработки. При расшифровке подобных узлов скрещения следует учитывать, что часто после места схождения двух разно направленных жил одна из них не продолжается далее. Поэтому места предполагаемого продолжения жил за пересечением надо специально исследовать.

Сводные планы должны отражать специфические особенности размещения главных минеральных ассоциаций, особенно такие, с которыми связывают промышленные концентрации золота. Области развития таких продуктивных ассоциаций следует оконтурить хотя бы приближенно.

В этом отношении достаточно различать три градации: жила или участок жилы, лишенный продуктивных ассоциаций, слабо минерализованный и богато минерализованный. Следует учитывать, что одна и та же жила в различных ее частях может иметь неодинаковый характер минерализации. В связи с этим при составлении сводных материалов данные по минерализации той или иной жилы необходимо выносить последовательно по вскрытым интервалам рудных тел.

На планах месторождений штокеркового типа обязательно изображаются элементы внутреннего строения штокерка, т. е. жилы, выделяющиеся по мощности и протяженности от прожилков, образующих штокерку; участки штокеркового строения; участки прожилковой, гнездовой или вкрапленной минерализации; области развития гидротермальных изменений различного типа и участки пород, слабо или почти не затронутых изменениями.

Геологические планы составляются рудничным геологом или геологом горизонта. Проверка их осуществляется главным геологом рудника. Такие планы пополняются не реже одного раза в месяц.

Поперечные разрезы

Поперечные разрезы составляются через неодинаковые для различных месторождений интервалы (от 50 до 250 м) в зависимости от особенностей геологического строения и связанных с этим методики разведки и подсчета запасов. Обычно разрезы составляются через плоскости восстающих выработок и буровых скважин.

Для разрезов принимаются обязательно одинаковые горизонтальный и вертикальный масштабы, обычно те же, что и для геологических карт поверхности и погоризонтных геологических планов, к которым составляются разрезы.

На рабочую основу разрезов должны быть нанесены все данные геологической документации восстающих выработок, буровых скважин, а также выработок всех горизонтов, попадающих в плоскость разреза. Данные по выработкам и скважинам, лежащим за плоскостью разреза, проектируются на его плоскость в соответствии с правилами горной геометрии. Расстояния, в пределах которых допускается проектирование, определяются в каждом конкретном случае: они тем больше, чем более выдержанными являются элементы залегания проектируемого геологического тела.

Содержание поперечных разрезов должно находиться в точном соответствии с содержанием погоризонтных планов, с которыми, так же как и с картой поверхности, все поперечные разрезы должны быть строго увязаны. Разрезы составляются на основе топо-маркшейдерских данных.

Продольные проекции

Составление и пополнение продольных проекций рудных тел на вертикальную плоскость должно сопровождать работу по составлению погоризонтных планов, оно является необходимой частью обобщения материала при его обосновании для подсчета запасов.

На продольных проекциях наносятся все выработки, данные опробования и основные черты геологического строения рудного тела, которые могут быть отражены в этом сечении. В том числе должны быть показаны:

- а) крупные включения боковых пород или неровности контактовой

поверхности; их важно отмечать в связи с тем, что у контактов с вмещающими породами содержание золота в теле жилы нередко изменяется;

б) линии пересечения плоскости жилы с тектоническими элементами других направлений, могущими контролировать размещение продуктивных минеральных ассоциаций;

в) следы пересечений буровыми скважинами висячего и лежащего боков рудного тела; отрезок скважины на интервале, пройденном по рудному телу, заштриховывается.

Таким же образом составляются и проекции на плоскость рудного тела.

3. СОСТАВЛЕНИЕ БЛОКДИАГРАММ И МОДЕЛЕЙ

Блокдиаграммы и модели служат не только для оформления пространственных представлений о строении месторождения, но часто выявляют и новые свойства, не замечаемые на многочисленных горизонтальных и вертикальных проекциях.

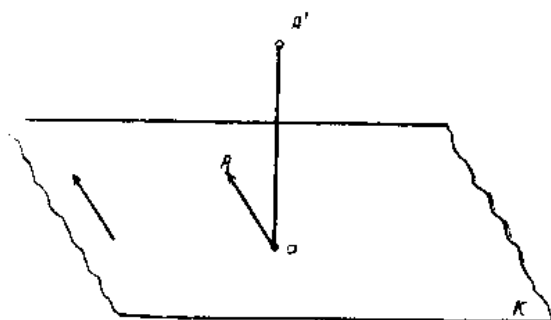


Рис. 83. Проектирование точки по векторному методу Е. С. Федорова

A' — проектируемая точка; K — плоскость проекции; aA — вектор проекции

Имеется много методов и специальных приборов для изготовления блокдиаграмм в аксонометрической проекции. Общие приемы построения изометрической, диметрической и любой аксонометрической проекции подробно изложены в курсах начертательной геометрии и поэтому здесь не разбираются. Приводится только простой векторный способ проектирования Е. С. Федорова, подробно описанный А. Р. Зенгиным (1952). Этот способ основан на том положении, что каждая точка в пространстве может изображаться вектором постоянного (заданного) направления, длина которого aA пропорциональна расстоянию $A'a$ от точки A' до плоскости проекции K , где начало A есть прямоугольная проекция точки A' на эту плоскость (рис. 83).

Элементы геологии рудных тел и горные выработки изображаются указанным методом просто и наглядно. Измерение всех изображаемых элементов можно проводить с необходимой точностью, поскольку векторная проекция обладает всеми свойствами параллельных проекций.

Техника построения перспективных изображений по векторному методу сводится к следующему. На сводном геологическом плане или плане горных работ внизу проводят произвольную прямую линию с таким условием, чтобы направление ее, по возможности, не совпадало ни с одним из направлений основных горных выработок. На этой прямой

отмечают некоторую произвольно выбранную точку, против которой наносят горизонтальную стрелку. С левого края листа кальки, приготовленного для построения, проводится прямая линия и на ней в масштабе откладываются расстояния по вертикали между горизонтами, причем вертикальный масштаб может быть изменен по сравнению с горизонтальным. Направление этой линии соответствует общему направлению векторов проекции и одновременно представляет шкалу, деления которой пропорциональны расстоянию между соответствующими горизонтами горных выработок.

Подготовленный таким образом лист кальки накладывается на сводный план горных выработок так, чтобы нанесенная на нем шкала совпала с проведенной на плане прямой, а стрелка указывала на отметку шкалы, соответствующую первому горизонту. Далее копируются полностью все горизонтальные выработки верхнего горизонта и отмечаются его характерные точки, например места выходов восстающих или устья гезенков и т. д. Затем лист передвигают по направлению проведенной на плане прямой до тех пор, пока стрелка не укажет на отметку второго горизонта на шкале. В этом положении кальки копируются все горизонтальные выработки второго горизонта, затем, после соответствующего перемещения листа, — выработки третьего горизонта и т. д.

Соединяя контуры и точки выходов соответствующих наклонных и вертикальных выработок на изображении каждого горизонта, получают их перспективное изображение.

В участках, где выработки или геологические тела имеют сложную форму, приходится проводить вспомогательные горизонтальные сечения, отмечая их расстояния от основных горизонтов вспомогательными точками на шкале.

Для наглядности ограничения выработок с обращенной к зрителю стороны утолщаются.

Еще большей наглядностью, чем блокдиаграммы, обладают модели месторождений. Наиболее простые модели, легко исполняемые в процессе разведки, изготавливаются на листах стекла. Такая модель представляет собой серию параллельных прозрачных сечений, заключенных в ящик, расположенных на определенных расстояниях друг от друга соответственно масштабу. При горизонтальных сечениях на дне ящика помещаются электрические лампы за матовым стеклом для равномерного освещения. Наблюдая сверху, можно видеть все совмещенные горизонты благодаря прозрачности сечений.

На стеклах (сечениях) вычерчиваются: координатная сетка, горные выработки, жилы или контуры рудных тел, элементы геологии. При составлении указанных моделей для сохранения прозрачности сечений следует применять цветные перовые знаки для элементов геологии, причем необходимо ограничивать нагрузку, изображая только самое главное, иначе модели становятся ненаглядными.

Техника изготовления таких моделей описана в книге В. М. Крейтера (1940).

Другой распространенный тип моделей характеризуется большей объемностью и наглядностью, так как пространственная модель может рассматриваться со всех сторон. Эти модели изготавливаются из проволоки и толстой фольги или жести. Они собираются из серии параллельных сечений. Для каждого сечения, обычно горизонтального, изготавливается рамка и натягивается тонкая проволока по координатной сетке. Затем из толстой фольги или тонкой жести вырезаются горизонтальные

сечения выработок, которые припаиваются к координатной проволочной сетке. Выработки, рудные тела и другие необходимые данные (линии тектонических нарушений, дайки) окрашиваются в различные цвета. Законченные сечения вставляют одно над другим, соблюдая масштаб, в соответствующий каркас. Иногда, помимо горизонтальных выработок, делают и вертикальные, но в этом случае модель становится трудноразборной.

Для месторождений сложной формы пространственные модели имеют не только учебно-иллюстративное значение для знакомства с месторождением, но и помогают решать задачи, связанные с разведкой и разработкой месторождения.

4. ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ РУДНЫХ ТЕЛ

Одним из методов изучения распределения золота и других полезных компонентов в рудном теле, в связи с особенностями его морфологии и текстур руд, является составление планов рудных тел в изолиниях содержаний. Для маломощных рудных тел изолинии содержаний строят в плоскости рудного тела или в продольной вертикальной или в горизонтальной проекциях. Для мощных рудных тел эти планы составляются по горизонтальным или вертикальным сечениям.

Техника построения распределения содержаний в изолиниях весьма проста; она подробно изложена в книге П. А. Рыжова (1952). На выбранный план расположения разведочных и эксплуатационных выработок в местах взятия проб наносятся значения содержаний. Сильные колебания содержаний по смежным пробам, обусловленные крайне неравномерным распределением золота и непредставительностью проб, требуют предварительного сглаживания. В противном случае не будет удовлетворено обязательное условие построения изолиний — непрерывность изменений значений функции.

Сглаживание производят методом скользящего «окна», сущность которого сводится к замене отдельных значений содержаний по пробам средними арифметическими для группы проб (обычно 4—8), попадающих в передвигающееся «окно» — условно выбранную определенных размеров площадь. Таким путем составляется второй план уже со сглаженными значениями содержаний золота.

Анализируя размещение различных значений содержания золота, на плане выделяют линии максимальных и минимальных значений (линии «водоразделов и тальвегов»), называемые инвариантами. Когда такой скелет намечен, можно легко выбрать размер сечения между изолиниями и построить их так же, как это производят при построении топографической поверхности.

На планы изолиний содержаний обязательно надо наносить элементы морфологии и структуры рудного тела для того, чтобы установить закономерную связь между ними и содержаниями золота. В отдельных случаях полезно строить не изолинии содержаний, а изолинии запаса золота «осевшего слитка» металла. Тогда вместо значений содержания на план наносятся произведения содержания на мощность, принимая плотность руды постоянной.

Наряду с геометризацией содержаний часто в изолиниях изображают элементы структуры и морфологии рудного тела. Например, строят изолинии мощностей, изогипсы висячего или лежащего бока рудного тела, изогипсы поверхности сместителя и т. д.

Геометризация всех этих элементов возможна только в период детальной разведки и разработки месторождения, когда имеется достаточно большое количество данных для построений.

На рис. 84 показан пример геометризации месторождения с системой маломощных жил. Здесь видно совмещение плоскостей пяти жил; каждая плоскость показана в изолиниях, отметки плоскостей соответствуют отметкам разведочных горизонтов, вскрывших жилы.

5. СВОДНЫЕ ОПИСАНИЯ РУДНЫХ ТЕЛ И ГОРИЗОНТОВ

Сводные описания рудных тел и горизонтов или поверхности месторождения должны составляться ежегодно как годовой отчет рудничного геолога. Этот отчет должен быть кратким и не повторять изложенные в предыдущих работах материалы. При его составлении главной задачей является систематизация наблюдений первичной документации по отдельным вопросам, имеющим большое значение для понимания геологического строения месторождения. Подобного рода целенаправленные сводки фактического материала важны прежде всего тем, что позволяют быстро ознакомиться со всеми данными, полученными за год по отдельным рудным телам и на различных горизонтах. Такие сводки и их сравнительный анализ очень облегчают составление общих заключений по тем или иным вопросам геологического строения месторождения.

Ежегодное описание каждого рудного тела, подвергавшегося за отчетный год разведке, должно содержать такие основные сведения:

1. На каком горизонте, какими выработками или скважинами было подсечено и прослежено рудное тело; если было запроектировано подсесть и проследить какой-нибудь выработкой рудное тело и оно не обнаружено, то это обязательно должно быть отмечено с изложением возможных причин отсутствия в этом месте рудного тела.

2. Сделанное за истекший год приращение длины рудного тела по простиранию и падению; мощность рудного тела на разведанном участке, изменение мощности по сравнению с ранее известными соседними участками; изменения элементов залегания.

3. Особенности морфологии рудного тела на данном участке, наличие раздувов, пережимов, смещений, их размеры; особенности его внутреннего строения и изменений вмещающих пород; наличие, количество и положение апофиз.

4. Особенности текстуры и минерального состава руд, новые ассоциации и генерации минералов, наличие видимого золота, его количество и размеры золотинок.

5. Данные опробования: количество и характер проб, среднее содержание золота по участку, колебания в содержании золота, сопоставление их с контрольными анализами, сведения о сопутствующих полезных компонентах.

6. Подсчет запасов золота по вновь разведанному участку рудного тела и цифры запасов по руде и металлу в целом по рудному телу на дату составления отчета.

7. Сведения о разработке рудного тела (если она производится): номера отработанных блоков, количество полученных руды и металла, сравнение материалов разведки с данными эксплуатации, сопоставление этих сведений с результатами работы прошлых лет, баланс запасов по рудному телу.

8. Направление и метод геолого-разведочных работ на следующий год и план добычи.

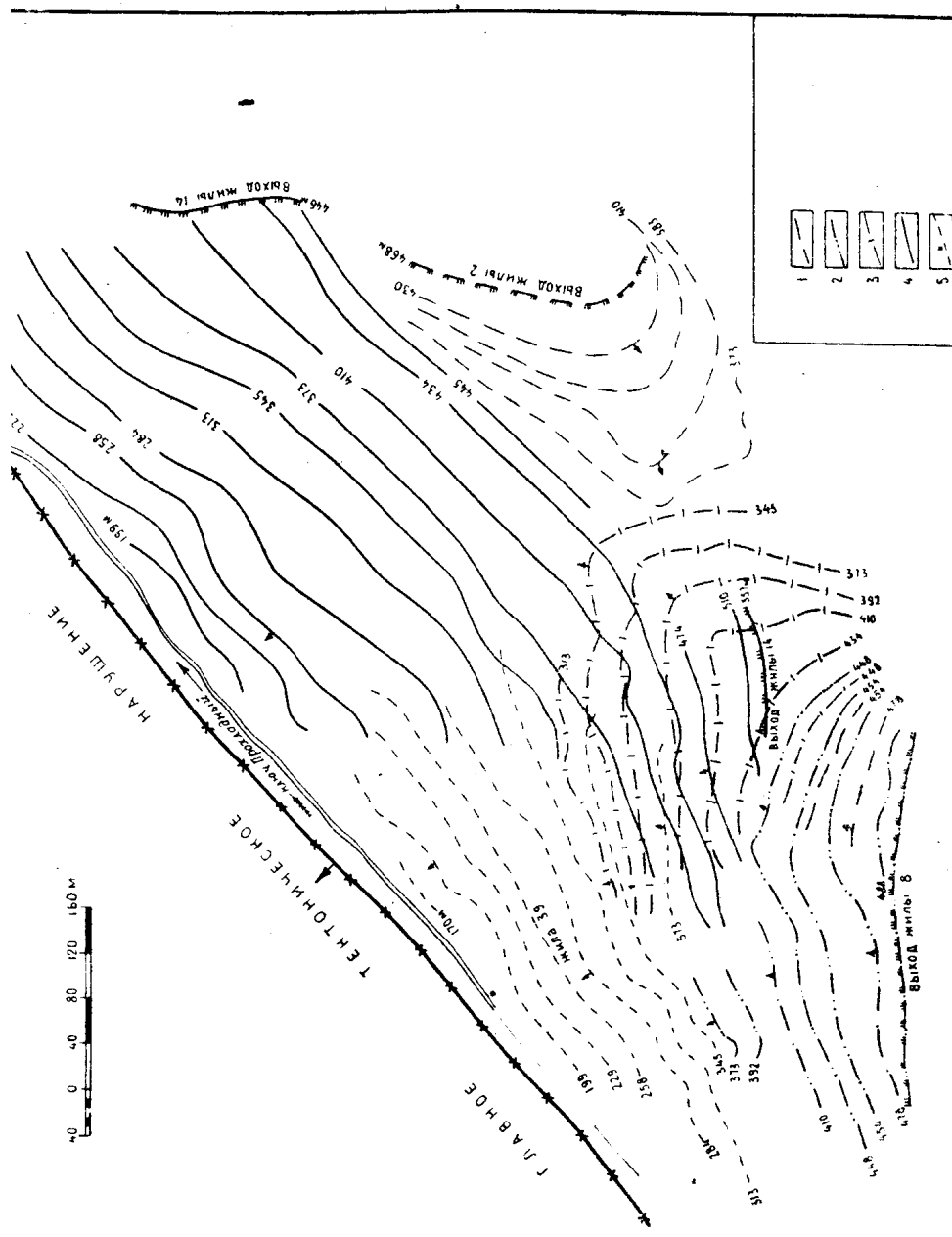


Рис. 84. Схема размещения главных жил месторождения «А» на различных горизонтах

1 — проекция жилы № 2; 2 — проекция жилы № 8; 3 — проекция жилы № 8 бис;

4 — проекция жилы № 14; 5 — проекция жилы № 39

Цифры на горизонтах показывают абсолютные отметки горизонтов горных работ, на которых вскрыты жилы

Обычно сводное описание горизонта или разведываемого капавами участка должно освещать вопросы, конкретный перечень которых применительно к особенностям месторождения предусматривается инструкцией, утвержденной для этого месторождения. Описание по горизонту их должно быть увязано с характеристикой отдельных рудных тел и содержать:

1. Площадь разведанного участка за год.
2. Характеристику проведенных за год разведочных работ и их стоимость.
3. Характер вскрытых на этой площади пород; каждая их разновидность, выделение которой предусмотрено, коротко описывается отдельно. В их характеристике нужно отражать: соотношения данной породы с другими, причем следует приводить описание типичных забоев или обнажений, в которых они наблюдаются; особенности внутренней структуры, слоистость для осадочных толщ, элементы ориентировки в изверженных породах и т. д.; различную степень и характер дислоцированности.
4. Тектонические нарушения с описанием их характера, внутреннего строения и отношения к ним рудных тел. Для каждого крупного в масштабах горизонта нарушения следует привести данные, обосновывающие возраст его залегания и подновления.
5. Типы, характер размещения и возрастные соотношения различных гидротермальных метасоматических преобразований. При этом закономерности размещения преобразований каждого типа нужно рассмотреть отдельно.
6. Морфологию, элементы залегания, размеры и другие сведения о геологическом строении рудных тел на данном горизонте.
7. Главные минеральные ассоциации, развитые на горизонте, характер их размещения; наблюдения над их возрастными соотношениями. Степень и характер изменчивости каждой ассоциации в пределах разведанной площади.
8. Характер золотоносности. Колебания соотношений и особенности размещения проб различной значимости в зависимости от особенностей геологического строения месторождения. Закономерности размещения, размеры и формы обогащенных участков и рудных столбов.
9. Наличие видимого золота, распределение его в зависимости от особенностей морфологии и строения рудных тел; приуроченность к определенным минералам, минеральным ассоциациям и текстурам руд; формы и размеры золотин.
10. Дальнейшие направления и задачи разведочных работ на данном горизонте.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

ОПРОБОВАНИЕ

При разведке золоторудных месторождений опробование производится с целью изучения вещественного состава руд в коренном их залегании, определения количества заключенных в рудах полезных и вредных компонентов и выявления характера распределения этих компонентов в направлении простирания, падения и мощности (нормали) рудных тел.

По данным опробования устанавливают границы распространения промышленного оруденения и производят подсчет запасов полезного ископаемого в пределах этих границ. Указанные задачи решаются так называемым химическим опробованием. Кроме того, опробованием предусматривается взятие проб для определения объемного веса и влажности, а также для производства технологических испытаний.

Результаты опробования являются весьма важными исходными данными, на основании которых дается оценка месторождениям, решается вопрос о рентабельности их разработки, ведется планирование добычи руды и металла на действующих рудниках и проектируются горнодобывающие предприятия.

В результате испытаний технологических проб устанавливается схема обработки руд на обогатительных фабриках и переработки на металлургических заводах с целью извлечения из руд золота и сопутствующих полезных компонентов.

I. ОТБОР ПРОБ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

1. Способы отбора проб

На месторождениях золота отбор проб руд и вмещающих пород в разведочных, подготовительных и очистных выработках может производиться различными способами. В соответствующих условиях применяются способы, указанные в приводимой ниже таблице.

Способы отбора проб

Форма проб	Характер отбойки материала для проб	
	Сплошная отбойка	Выборочная отбойка
Линейные пробы, вытянутые в одном направлении, при малых (сравнительно с длиной) размерах поперечного сечения выемки	1. а) Бороздовый б) Шпуровой	4. Пунктирный—пунктирная борозда или точечно-линейный
Плоские пробы, имеющие малую глубину выемки, при значительной площади ее	2. Задирковый	5. Точечный—точечный по сетке
Объемные пробы, имеющие значительные размеры выемки по всем измерениям	3. Валовой	6. Горстьевые пробы—способ вычерпывания

Отбор проб указанными способами заключается в следующем.

Бороздовый способ. Отбор проб этим способом состоит в проведении на обнаженной поверхности рудного тела борозды, при выемке которой материал собирается в пробу. Размеры поперечных сечений борозд устанавливаются в зависимости от мощности рудного тела, его текстуры, характера распределения в нем опробуемых компонентов, крепости руд и объема работ. Чаще всего применяются борозды шириной от 5 до 10 см при глубине 1,5—2 см, что дает с 1 пог. м борозды от 2 до 10 кг материала для пробы.

При опробовании одиночными шпурами проба составляется из буровой муки (пыли) или шлама, получаемых в результате проходки шпуров, бурение которых имеет специально опробовательское назначение. При сухом бурении шпуров выбуренная порода собирается с помощью пылеуловителя, при мокром бурении она в виде шлама поступает в приемный бачок.

При диаметре головки бура 42 мм погонный метр шпура дает около 1,4 дм³ материала, что при объемном весе руды от 2,5 до 4,5 составляет от 3,5 до 6,5 кг.

Задирковый способ отбора проб заключается в том, что в передовом забое, стенке, кровле или почве выработки снимается (задирается) слой руды толщиной 2—10 см. Весь полученный материал поступает в пробу. Размер заделки по вертикали в подземных выработках обычно равен 1 м; с каждых 10 см опробованной мощности рудного тела в пробу поступает от 5 до 40 кг материала в зависимости от глубины заделки и объемного веса руды. В канавах заделка делается более узкой и пробная выемка по своим размерам приближается к широкой борозде.

Валовой способ. При валовом опробовании пробой служит весь рудный материал, полученный при проходке выработок по данному участку рудного тела, или некоторая часть этого материала ($1/5$ — $1/10$), выделяемая путем отбрасывания в пробу каждой пятой или десятой лопаты.

Пунктирная проба составляется из кусочков (осколков) руды, отбиваемых вдоль линии, проведенной на обнаженной поверхности рудного тела в секущем по отношению к нему направлении.

В зависимости от характера оруденения отбиваемые кусочки могут располагаться с небольшими промежутками или вплотную друг к другу, образуя как бы узкую неоформленную борозду. Вес одного кусочка, отбиваемого при взятии пунктирной пробы на различных месторождениях, приблизительно от 10 до 50 г, общий вес пробы — от 0,4 до 2,0—2,5 кг.

Точечная проба составляется также из кусочков и осколков опробуемой руды или оруденелой породы. В отличие от пунктирного способа, куски отбиваются не по линии, а по правильной квадратной или ромбической сетке, намечаемой на обнаженной выработке поверхности рудного тела. Размеры ячеек сетки на различных месторождениях могут быть от 15×15 до 25×25 см, что дает от 16 до 40 точек на 1 м^2 опробуемой поверхности. В каждой точке отбивается от 25 до 100 г материала; в общую пробу поступает от 400 г до 4 кг.

Горстьевые пробы отбираются в процессе проходки выработки после отпалки забоев из отбитой руды. При отборе пробы по навалу руды, образовавшемуся после очередной отпалки забоя, намечается квадратная или ромбическая сетка. Из середины ячеек сетки или в ее узлах берутся порции руды, так называемые частичные пробы, из которых составляется общая проба по интервалу выработки, соответствующему данной заходке. От крупных кусков, попавших в середину каждого квадрата или в узел сетки, молотком отбивается один или несколько кусочков, которые служат частичной пробой данного квадрата или узла. Вес частичных проб принимается от 200—300 г до 1 кг и более в зависимости от характера оруденения, с таким расчетом, чтобы количество частных проб, составляющих одну общую пробу, было не менее 20—25 шт. Общий вес проб может быть от 4—5 до 50 кг.

2. Основные факторы, влияющие на выбор способа отбора проб

Способ взятия проб в условиях каждого данного месторождения устанавливается в зависимости от мощности слагающих его тел, особенностей их строения и характера распределения золота, с учетом получения наиболее достоверных результатов опробования при наименьших затратах труда и времени. Учитываются также крепость руд и размеры рудных тел, что определяет объем и трудоемкость опробования. От размеров рудных тел зависят протяженность опробуемых частей выработок и общая длина проб.

Строение рудного тела и характер распределения в нем золота

Если способ отбора проб находится не в соответствии с особенностями строения рудного тела и характером распределения в нем золота, то это может привести к серьезным односторонним ошибкам опробования. Последние, как известно, выражаются в искажении содержания большей части проб данного рудного тела в сторону либо его завышения, либо занижения. Вследствие этого искажаются в ту же сторону и средние значения определяемого содержания золота по выработкам, блокам и разведываемым участкам.

Возникновение указанных ошибок связано с двумя особенностями, свойственными рудным телам многих месторождений золота:

1) различием содержания золота в неодинаковых частях рудного тела, например содержания в полосах различного минералогического состава при полосчатом строении или содержания в обломках и цементе при брекчиевидной текстуре;

2) различной крепостью материала, слагающего различные части рудного тела и в разной степени обогащенного золотом.

При производстве выемки с целью взятия пробы в рудах, характеризующихся указанными особенностями, рудная мелочь и крупные куски руды оказываются в различной степени обогащенными. Выемка в местах пересечения ею более слабых участков приобретает большее поперечное сечение, и мелочь поступает в пробу в непропорционально большем объеме. Если рудная мелочь богаче золотом, чем крупные куски более крепких руд, что наблюдается очень часто, то проба показывает завышенное содержание; если мелочь беднее, то содержание пробы занижается.

Непропорциональное поступление в пробу в разной степени обогащенного золотом хрупкого и твердого материала, составляющего рудное тело, называют избирательным (с точки зрения величины содержания золота) измельчением руды. Происходящее вследствие этого повышение или понижение содержания золота в отбитом материале по сравнению с содержанием его в коренном залегании называют гранулометрическим обогащением или гранулометрическим разубоживанием.

Избирательное измельчение материала в процессе опробования в той или иной мере может быть свойственно рудам любого строения. Однако искажения данных опробования при различном строении руд имеют неодинаковую величину. Более сильные искажения бывают при опробовании руд пятнистой, брекчиевой и грубополосчатой текстур. Меньшие, чаще всего несущественные, искажения наблюдаются при массивном, мелкокрапленном и тонкополосчатом строении руд, допускающем применение любого способа опробования.

При достаточной величине мощности рудных тел рекомендуются облегченные способы — горстьевой и точечный. Применению горстьевого способа пятнистая, брекчиевая и конкреционная текстуры руд не препятствуют в том случае, если при этих текстурах мелочь и крупные фракции рудной массы, получаемой в процессе проходки выработок, не имеют существенного различия в содержании золота, т. е. когда не наблюдается гранулометрического обогащения. Последнее, как и избирательное истирание, при указанных текстурах руд может не наблюдаться, когда различные элементы текстуры либо имеют приблизительно одинаковые содержания золота, либо, различаясь по содержанию, имеют аналогичную твердость. При наличии этих условий пятнистое, брекчиевидное и конкреционное строение руд не препятствует также применению шпурового способа отбора проб.

Опробование руд, имеющих пятнистое, брекчиевидное, конкреционное, полосчатое и прожилковое строение, когда им свойственны избирательное измельчение и гранулометрическое обогащение, производится бороздой или задиркой. При взятии проб даже этими способами во избежание систематических погрешностей необходимо строго выдерживать принятое сечение пробы.

В выработках, направленных вкрест простирания рудных тел большой мощности, допускается взятие пробы шпурами. При очень осторожной работе не исключается возможность применения точечного опробо-

вания. Применение горстьевых пробоотбор с поверхности навала, как правило, исключается. Иногда горстьевой способ может быть применен и в тех случаях, когда имеет место гранулометрическое обогащение рудного материала. Тогда для составления точечной пробы порции материала необходимо брать не с поверхности навала, а из лунок (приямков) глубиной 20—30 см. Однако следует произвести предварительные испытания этого способа опробования путем сопоставления с другими способами отбора проб.

Грубополосчатое строение при различном содержании золота в полосах разного состава даже при одинаковой их твердости ограничивает взятие проб шпурами в выработках, ориентировка которых совпадает с направлением полосчатости. При наличии полос, различных по содержанию золота и по твердости, взятие проб одиночными шпурами и шпуровыми комплектами допускается только в забоях выработок, направленных вкострест простиранности полосчатости рудного тела.

В тех случаях, когда рудам свойственно избирательное измельчение, необходим периодический или постоянный контроль всех применяемых способов пробоотбора.

Характер распределения золота, связанный с особенностями строения рудного тела, следует учитывать при выборе способа отбора проб не только как фактор, обуславливающий возможность возникновения систематических ошибок, но и как условие, влияющее на представительность проб и величину случайных погрешностей опробования. Последние, как известно, имеют разные знаки, искажая показания одних проб в сторону завышения определяемого содержания золота, а других — в сторону занижения.

Под представительностью пробы понимается соответствие показанного ею содержания золота и других компонентов действительному содержанию их в том участке рудного тела, который должна характеризовать эта проба.

Одни и те же особенности распределения золота, свойственные данному рудному телу, оказывают различное влияние на представительность проб, отбираемых разными способами. Для одних способов они являются весьма неблагоприятным условием, на других отражаются сравнительно слабо или практически не оказывают никакого влияния.

Так, гнездовое распределение золота, чаще всего связанное с брекчиевым строением рудного тела или с текстурами пересечения, оказывает весьма неблагоприятное влияние на представительность линейных проб — бороздовых, пунктирных и шпуровых. На представительность плоских и объемных проб гнездовое распределение оказывает значительно меньшее влияние. В связи с этим при гнездовом распределении золота следует отдать предпочтение точечному способу отбора проб, если не препятствуют прочие условия.

При опробовании рудных тел с полосчатым или струйчатым распределением золота, где пробы должны располагаться поперек полос или струй, низка представительность проб, отбираемых точечным способом. В этих условиях более представительны бороздовые пробы.

Мощность рудного тела

К числу требований, выполнение которых необходимо для получения достаточно достоверных данных опробования, относится пересечение руд-

ного тела пробами на всю его мощность. Вместе с тем поступающий в пробы материал должен отбираться в таком количестве, какое необходимо для производства анализов, их контроля и других целей. В то же время не должно быть слишком много материала, чтобы не создавать больших затруднений при транспортировке и обработке проб. Необходимость выполнения этих требований при опробовании рудных тел различной мощности обуславливает некоторые различия способов отбора проб в зависимости от величины мощности.

Опробование тонких жил мощностью менее 0,1 м возможно только задириковым или бороздовым способами. Применение других способов пробоотбора исключается. При опробовании бороздовым способом, в целях получения проб достаточного веса, для каждой из них выбивается по 5—6 борозд, материал которых затем объединяется.

Основным способом отбора проб в рудных телах малой мощности (от 0,1 до 0,5—0,7 м) является бороздовый. Для каждой пробы отбивается от 2 до 3 борозд. Взятие проб другими способами, как правило, исключается.

Представительность бороздовых проб может быть очень низкой, когда распределение золота в поперечном сечении рудного тела, в связи с его текстурой, весьма неравномерное. В таких случаях может оказаться необходимым применение задири, обеспечивающей большую представительность проб. Однако, ввиду большой трудоемкости этого вида опробования, пользоваться им как основным способом можно лишь в случае небольшого объема работ и незначительной крепости руд. При большем объеме работ в крепких рудах следует повысить представительность бороздового опробования, увеличивая количество борозд, отбиваемых при взятии каждой отдельной пробы.

При опробовании рудных тел средней мощности (от 0,5 до 2—3 м), не превышающей обычной ширины разведочных и подготовительных выработок, чаще всего также применяется бороздовый способ пробоотбора. Кроме бороздового способа, при прочих благоприятных условиях может применяться точечное опробование. Взятие проб одиночными шпурами ограничивается теми случаями, когда направление выработки по отношению к рудному телу позволяет пересекать шпурами всю его мощность. В выработках, идущих по простиранию, падению или восстанию рудных тел, взятие горстьевых проб допускается, при прочих благоприятных условиях, только в случаях, когда ширина выработки строго соответствует мощности рудного тела. Иногда при исключительно неравномерном содержании золота в целях опробования рудных тел средней мощности может оказаться необходимым применение задирикового способа пробоотбора.

Опробование рудных тел большой (более 2—3 м) мощности, превышающей обычную ширину выработок, ведется в основном в секущих выработках. При этом, если не препятствуют другие условия, допускается применение всех способов пробоотбора. Выбор того или иного из них определяется характером распределения золота и других компонентов, текстурой, крепостью руд и объемом работ.

Если мощность рудного тела в большей части своего протяжения не превышает 6 м, то для опробования могут быть использованы и выработки прослеживания. В этом случае в штреках, штольнях, шурфах и восстающих могут отбираться бороздовые пробы, на продолжении которых за пределами выработок должны быть взяты шпуровые пробы до пересечения рудного тела по всей его мощности.

Крепость руд и пород и объем работ по опробованию

При опробовании крепких руд и пород производительность и стоимость отбора проб разными способами может различаться весьма значительно. Применение задирикового способа в крепких рудах вследствие малой производительности и высокой стоимости отбора проб чаще всего ограничивается лишь теми случаями, когда мощность рудного тела очень мала и задирика по существу является бороздовой, направленной по падению. В очень крепких рудах ручной отбор бороздовых проб также крайне малопроизводителен и дорог.

Учитывая технико-экономические показатели при опробовании крепких руд, взамен борозды и задирики следует, по возможности, применять выборочные способы отбора проб (см. табл. 23), а также отбор проб шпурами, при условии, если не возникает систематических погрешностей. Наличие или отсутствие последних должно быть проверено соответствующими испытаниями. Меньшая представительность выборочных проб часто может быть компенсирована взятием их в большем количестве через меньшие интервалы. В ряде случаев бороздовый способ отбора проб может быть механизирован; это в несколько раз повысит его производительность.

Применение различных способов отбора проб в мягких рудах не приводит к столь сильным различиям в производительности и стоимости опробования. Поэтому при опробовании руд малой крепости в ряде случаев целесообразнее применять более представительные пробы, отбираемые способами сплошной выемки, — бороздовые и задириковые.

При малом количестве отбираемых проб, например в начале разведки, следует выбирать те способы, которые в условиях данного месторождения обеспечивают наиболее достоверные результаты опробования. Производительность пробоотбора в этом случае не является решающим фактором.

3. Условия применения различных способов отбора проб

Целесообразность применения того или иного способа отбора проб в данных условиях определяется сравнительной оценкой различных способов по ряду их показателей, к числу которых относятся:

- возможность расположения проб таким образом, чтобы они полностью пересекали рудное тело и занимали секующее положение по отношению к полосам, прожилкам, трещинам и т. п. образованиям, с которыми связано распределение золота и других компонентов;

- возможность раздельной характеристики содержания золота и других компонентов в различных частях поперечного сечения рудного тела в тех случаях, когда это необходимо (см. ниже раздел «Секционные пробы»);

- возможность возникновения недопустимых по размерам систематических погрешностей определения содержания;

- представительность показаний отдельных проб и сравнительные размеры случайных погрешностей определения средних содержаний;

- техничко-экономические показатели — производительность и стоимость отбора и обработки проб данным способом, необходимое оборудование и наличие последнего.

Бороздовый способ пробоотбора дает наибольшие возмож-

ности располагать пробы в требуемом направлении по отношению к рудному телу, с учетом особенностей распределения в нем золота. При тщательном производстве пробоотбора этим способом размер систематических погрешностей опробования может быть сведен к допускаемому минимуму.

Однако при разработке некоторых месторождений золота известны односторонние расхождения данных бороздового опробования с результатами добычи. Учитывая свойственную золотым рудам склонность к избирательному измельчению, есть основания предполагать, что наблюдаемые расхождения иногда обусловлены систематическими погрешностями бороздового опробования. В некоторых случаях расхождения объясняются неправильным составлением баланса металла по руднику или по фабрике.

По представительности отбираемых проб бороздовый способ чаще всего мало уступает задирковому, более значительно — валовому. В условиях крайне неблагоприятного распределения золота приходится прибегать к задирковому опробованию вследствие недостаточной представительности бороздовых проб.

При бороздовом опробовании на участках, где мощность рудного тела более 0,5 м, каждая отдельная проба забоя, стенки или кровли выработки может быть взята путем проведения одной борозды. При мощности рудного тела от 0,2 до 0,5 м в каждом опробуемом забое проводятся две борозды; при мощности 0,1 до 0,2 м — три борозды. В тонких жилах мощностью менее 0,1 м пробы берутся задиркой.

Размеры борозд не должны быть меньше указанных в табл. 24.

Таблица 24

Размеры борозд				
Характер оруденения	Мощность рудного тела в м			
	более 2,0	от 0,5 до 2,0	0,1—0,5	менее 0,1
Сечение борозд в сантиметрах				
Неравномерный с мелким золотом	6×2,0	8×1,5	8×2,0	Пробы берутся задиркой глубиной 2—5 см
Весьма неравномерный со средним и крупным золотом	6×2,0	8×2,0	10×2,0	

В отношении производительности и стоимости пробоотбора бороздовый способ значительно уступает пунктирному, точечному и шпуровому, а в большинстве случаев также и горстьевому. Однако он имеет весьма значительные преимущества по сравнению с задирковым способом, не говоря уже о валовом. Все же при крепких рудах, которыми представлено большинство коренных месторождений золота, производительность бороздового опробования невысока, а стоимость сравнительно велика. Поэтому необходимо механизировать этот наиболее распространенный и удобный способ пробоотбора.

В единичных случаях при опробовании месторождений золота практикуется механизация отбойки бороздовых проб с помощью пневматического отбойного или клепального молотка, снабженного укороченным обушком с пирамидальным заострением.

При опробовании одного из золоторудных месторождений производительность отбора бороздовых проб с переходом на механическую отбойку увеличилась в 2—3 раза. Однако сравнение механической отбойки и ручного пробоотбора показало наличие систематического расхождения между ними. Пробы механической отбойки имели более высокое содержание, в среднем на 30—35%. Руды этого месторождения имеют полосчатое строение. Основная масса металла сосредоточена в кварцево-сульфидных жидках мощностью в среднем около 4 см. Жилы залегают в дайках, которые также содержат золото, но концентрация его здесь преимущественно непромышленная. Дайки сложены крепкими гранитоидами, по сравнению с которыми слагающий жилы материал является значительно более хрупким.

В начале применения механического отбора проб опробование даек производилось на массу без разделения на секции по гранитоидам и жилам. При этом большая часть протяжения каждой отдельной пробы (в среднем около 95%) проходила по гранитоиду и лишь небольшая часть пересекала кварцевые жилы. По обнаружении систематических погрешностей при механическом бороздовом опробовании даек на массу были произведены опыты раздельного опробования комбинированным способом: по гранитоидам отбирались бороздовые пробы с помощью отбойного молотка, а по кварцевым жилам — задиркой вручную. Сравнение результатов опробования этим комбинированным способом с данными ручного бороздового опробования не обнаружило систематического расхождения.

Изложенное показывает, что при неблагоприятном распределении золота в рудном теле увеличивается возможность систематических ошибок опробования при механической отбойке проб столь тяжелым и непригодным для опробования инструментом, каким является отбойный молоток. Однако при правильной организации работ ошибки могут быть устранены. Учитывая технико-экономические преимущества механизированной отбойки бороздовых проб, следует рекомендовать проведение опытов отбора проб этим способом на всех тех месторождениях, где практикуется бороздовое опробование вручную. На многих месторождениях эти опыты могут дать положительные результаты и применение механизированной отбойки проб значительно повысит производительность опробования и удешевит его. Однако до внедрения в производство механизированного пробоотбора он должен быть испытан в условиях каждого типа руд, имеющихся на данном месторождении. В процессе испытаний по каждому типу руд должно быть взято не менее чем по 100 проб механизированным способом и вручную. Первичные материалы испытаний и данные их обработки прилагаются к подсчету запасов по месторождению.

Шпуровой способ. Применение этого способа, в связи с трудностью ориентировки проб в требуемых направлениях, рекомендуется главным образом для рудных тел большой мощности. При разведке мощных рудных тел секущими выработками шпуровой способ может являться основным приемом отбора проб. В выработках прослеживания он служит для опробования частей рудного тела, расположенных за стенками выработок, в дополнение к бороздовым пробам или пробам, отбираемым другими способами внутри выработок. В этом случае применение шпурового способа пробоотбора ограничивается мощностью рудного тела, которая допускает полное пересечение его шпурами максимальной длины, достигаемой имеющимися перфораторами.

Раздельное секционное опробование при шпуровом способе отбора проб вполне возможно, но ограничивается в основном теми случаями, когда разделение пробы на секции целесообразно производить равными интервалами определенной длины, без учета изменения состава руды на протяжении каждой данной пробы. При опробовании рудных тел большой мощности, сложенных вкрапленными или «сплошными» сульфидными рудами, такое разделение проб на секции в большинстве случаев удовлетворяет предъявляемым требованиям.

По своей представительности шпуровые пробы аналогичны бороздовым.

Правильность формы шпура и большая возможность соблюдения постоянства его сечения при проходке в твердых и мягких частях рудного тела, по сравнению с сечением борозды, представляет большие возможности избежать возникновения систематических погрешностей опробования, связанных с избирательным измельчением материала.

Последнее преимущество и значительно большая производительность отбора проб шпурами в крепких породах позволяют рекомендовать его взамен бороздового при опробовании рудных тел, сложенных крепкими рудами, конечно, в тех случаях, когда он удовлетворяет требованиям, предъявляемым к расположению проб.

Пунктирный или точечно-линейный способ отбора проб, являясь выборочным аналогом бороздового способа, в основном характеризуется теми же показателями, что и последний, но отличается от него значительно более высокой производительностью. По представительности отбираемых проб данный способ чаще всего уступает бороздовому, особенно при неблагоприятном распределении золота в связи с тонкополосчатой, прожилковой или брекчиевой текстурой. Систематические погрешности пунктирных проб в связи с избирательным измельчением руд могут быть больше, чем погрешности бороздовых проб.

Пунктирный способ употребляется на некоторых месторождениях свинца, цинка, меди, но при опробовании золоторудных месторождений до настоящего времени не применялся. Учитывая относительно высокую производительность отбора проб этим способом, его следует рекомендовать для опробования рудных тел средней и большой мощности при более или менее равномерном распределении золота, наблюдаемом главным образом при массивном строении рудного тела или при вкрапленном сруднении. Перед применением этого способа отбора проб, совсем не испытанного на месторождении золота, обязательна проверка его путем постановки специальных опытов по сопоставлению с бороздовым или задиrkовым.

Задирковый способ. Задирка может рассматриваться как широкая борозда. В связи с этим указанный способ характеризуется в основном теми же качествами, что и бороздовый. Вследствие больших размеров выемки он отличается от бороздового способа следующими особенностями:

- 1) большая представительность проб при кустовом распределении золота, связанном с брекчиевой, прожилковой и другими текстурами руд;
- 2) в связи с большей выемкой меньше влияет непропорциональное поступление в пробу хрупкого материала, что уменьшает систематические ошибки;

- 3) значительно более низкие технико-экономические показатели — меньшая производительность, большая стоимость отбора, транспортировки и обработки проб.

Вследствие неблагоприятных технико-экономических показателей задирковый способ имеет ограниченное применение. Чаще всего им следует пользоваться:

- а) при опробовании руд малой крепости и выветрелых руд — в канавах, траншеях, иногда в мелких шурфах, дудках и рассечках;
- б) при опробовании тонких жил мощностью менее 0,1 м;
- в) при особо неблагоприятном распределении золота в рудных телах малой и средней мощности в случае небольшого объема работ.

Точечный способ отбора проб, являющийся выборочным по отношению к задирковому, обладает высокой производительностью, уступая в представительности проб задирковому способу. При мелкоструйчатом распределении золота в связи с тонкополосчатыми текстурами и трещиноватостью представительность точечных проб ниже представительности не только задирковых, но и бороздовых проб.

При сильно выраженном избирательном измельчении руд точечный способ пробоотбора может дать значительные по величине систематические погрешности.

Ввиду большой производительности отбора проб точечным способом он может найти более широкое распространение, чем в настоящее время. Применение его следует рекомендовать с проведением в каждом случае предварительных испытаний.

Валовой способ в качестве основного способа отбора проб, как правило, не практикуется. Это объясняется большой стоимостью и трудоемкостью взятия и обработки проб. Применяется он главным образом с целью отбора технологических проб и для контроля опробования другими методами.

Представительность каждой валовой пробы, взятой в отдельности, выше представительности проб, отбираемых всеми другими способами. Вместе с тем в отношении блока или рудного тела в целом она может быть различной и чаще всего невысокой, что зависит от протяжения участка выработки, при проходке которого она была взята.

При опробовании рудных тел малой и средней мощности в выработках прослеживания валовые пробы дают возможность определить содержание золота не в рудном теле, а в горной массе, полученной при проходке выработки, в которой наряду с рудой находятся вмещающие породы; последние вблизи рудного тела обычно всегда имеют то или иное содержание золота. В связи с этим для установления содержания золота в рудном теле по данным валового опробования при проходке выработки необходимо вести опробование вмещающих пород в коренном залегании в забоях и точный учет количества вмещающих пород и чистой руды, поступающих в валовые пробы. При наличии этих данных может быть вычислено количество золота, поступившее в пробу из рудного тела, а через него и содержание в рудном теле в пределах объема, взятого в валовую пробу.

При валовом опробовании мощных рудных тел в секущих выработках валовые пробы показывают содержание непосредственно.

Во избежание систематических ошибок при валовом опробовании необходимо тщательно зачищать почву выработок, собирая всю рудную мелочь, часто имеющую повышенное содержание золота. Кроме того, необходимо принимать меры для предотвращения потерь мелочи во время транспортировки материала проб и при их обработке. В противном случае возможны значительные систематические ошибки.

Горстьевой способ. Пробы, отбираемые этим способом, при малой и средней мощности рудного тела характеризуют не рудное тело, а отбитую горную массу. Горстьевым пробам при склонности руд к избирательному измельчению могут быть свойственны систематические погрешности, приводящие к завышению содержания. Для их предотвращения набор порций материала необходимо производить не с поверхности навала, а из лунок глубиной 20—25 см.

Производительность отбора проб горстьевым способом в крепких рудах выше, чем при отборе бороздовых проб, и несколько ниже, чем при точечном пробоотборе. Этот способ может найти применение при опробовании мощных рудных тел в секущих выработках, когда представительность линейных и точечных проб очень низка. В настоящее время он применяется главным образом в очистных выработках, когда опробование рудного тела и вмещающих пород в коренном залегании невозможно или очень сложно по условиям применяемой системы разработки.

В тех случаях, когда несколько различных способов отбора проб в условиях данного месторождения обеспечивают достаточную и приблизительно одинаковую достоверность получаемых результатов опробования, предпочтение следует отдать тому способу, который характеризуется наиболее благоприятными технико-экономическими показателями.

В настоящее время опробование подавляющего большинства коренных месторождений золота ведется бороздовым способом; он наиболее проверен как практикой долголетнего применения на многочисленных предприятиях, так и большим количеством специальных опытов. Некоторое распространение имеет также задиrkовый способ, применяемый в процессе опробования жил весьма малой мощности и сильно выветрелых выходов рудных тел малой и средней мощности при вскрытии их канавами и мелкими шурфами. Валовое опробование применяется в редких случаях, чаще всего имея специальное назначение.

Остальные способы пробоотбора (шпуровой, пунктирный, точечный, горстьевой) в настоящее время имеют ограниченное распространение. Тем не менее некоторые из них (шпуровой, пунктирный и точечный), по точности не уступая в соответствующих условиях бороздовому опробованию, имеют несомненные преимущества перед ним в части значительно более высокой производительности. В ряде случаев другие способы (горстьевой, шпуровой) обеспечивают получение более представительных проб по сравнению с бороздовым способом.

4. Размещение проб в рудных телах и выработках

В распределении золота внутри рудных тел, помимо случайных колебаний величины его содержания, наблюдаются повышения и понижения среднего уровня содержания в различных направлениях, так называемые направленные изменения. Вследствие этого даже значительное количество проб, расположенных в рудном теле без определенной системы (в одних местах часто, а в других редко), не позволяет правильно определить величину среднего содержания золота на опробованном участке и выявить его изменения внутри участка.

Данные опробования могут быть достаточно представительными лишь в случае, когда точки наблюдений (места взятия проб) расположены по правильной сетке.

Следует иметь в виду, что практикуемое иногда при подсчете запасов взвешивание содержаний золота в пробах на расстояния между пробами,

предназначенное для устранения неточностей опробования, возникающих при неравномерном расположении проб, в действительности вносит дополнительные случайные погрешности.

В начальных стадиях разведки все пробы должны полностью пересекать рудное тело и захватывать вмещающие породы на некотором протяжении в сторону от лежащего и висячего боков залежи. В этом случае опробование должно быть секционным (см. ниже). Если анализы первых проб покажут отсутствие содержания или бесспорно непромышленную его величину во вмещающих породах, то в дальнейшем последние могут быть опробованы не во всех сечениях, а лишь в небольшой их части.

Направление образуемых пробами сечений рудных тел не должно отклоняться от направления нормали более чем на 45° . В рудных телах с углом падения более 45° пробы ориентируются от нормали до горизонтали, в залежах, падающих положе 45° , — от нормали до вертикали.

Ориентировка проб ближе к нормали обусловлена стремлением к минимальной их длине, а также тем, что геологически это сечение более полноценно. При изменчивом угле падения иногда целесообразно установить постоянный угол наклона проб, например горизонтальное расположение всех проб при крутом падении или вертикальное при пологом.

В зависимости от направления выработок по отношению к рудному телу и углу его падения пробы берутся в стенках или в забоях. Взятия проб в почве следует, по возможности, избегать ввиду трудности предотвратить их засорение. Однако в ряде случаев пробы берутся и в почве, например при разведке канавами или когда взятие проб в забое, кровле или в стенках подземных выработок невозможно осуществить по техническим причинам. Опробование кровли допускается также только в тех случаях, когда взятие проб в забое или стенках невозможно.

В канавах, вскрывающих вкрест простирания пологопадающие (под углом менее 45°) рудные тела, пробы берутся в одной или обеих стенках и ориентируются по нормали или по вертикали. В мощных рудных телах, когда одна проба, ориентированная по одному из этих направлений, не может пересечь всего рудного тела, допускается косое или ступенчатое сечение.

В канавах, пересекающих вкрест простирания крутопадающие рудные тела, пробы берутся в почве (дне), где руды менее выветрелы. Если рудное тело выветрено незначительно, то пробы могут отбираться также в одной или обеих стенках канавы, ориентируясь нормально в маломощных рудных телах, горизонтально — в случае большой мощности.

В траншеях, пройденных по простиранию крутопадающих маломощных жил, пробы берутся в почве и ориентируются вкрест простирания.

В вертикальных и наклонных выработках (шурфы, шахты, гезенки и восстающие), пройденных по падению или пересекающих рудные тела под разными углами, пробы берутся в стенках, образующих поперечные сечения рудного тела. Они ориентируются по нормали с допускаемыми отклонениями до горизонтали — при крутом падении, до вертикали — при пологом.

В подземных горизонтальных, разведочных и подготовительных выработках, проходимых по простиранию рудных тел, пробы отбираются в передовых забоях. В крутопадающих рудных телах они ориентируются по нормали или горизонтально, в пологопадающих — по нормали или вертикально.

В случае невозможности отбора проб в передовых забоях выработок, например в случае их форсированной проходки, при пологом падении

рудных тел допускается опробование в стенках. Взятие проб в кровле при крутом падении допустимо лишь в крайних случаях.

В подземных выработках, проходимых вкрест простирания рудного тела, пробы располагаются в стенках. Взятия проб в кровле и почве следует избегать в кровле ввиду неудобства работы, а в почве — в связи со сложностью работ по отводу воды и зачистке. При опробовании по стенкам крутопадающих рудных тел мощностью до 2 м борозды ориентируются по нормали, при большей мощности располагаются горизонтально или образуют ступенчатое сечение.

Пробы, отбираемые в забое, кровле или в стенках выработок, пройденных по простиранию и падению мощных рудных тел, не образуют полного сечения. Они оставляют неосвещенными части рудных тел, расположенных за пределами выработок. Такие пробы не могут правильно представлять содержание золота в рудном теле, особенно когда наблюдаются следующие особенности его распределения: обогащение одного из боков или части его, струйчатость, связанная с полосчатостью строения; постепенные изменения содержания от центральной части к периферии и т. п. В этих случаях пробы выработок прослеживания не могут быть использованы при подсчете запасов высоких категорий.

Если за пределами выработки, пройденной по простиранию или падению, остаются (в одну или в обе стороны от нее) небольшие части залежи мощностью не более 2,0 м, то для получения полноценных результатов опробования взятые внутри выработки пробы следует дополнить шпурами. Последние нужно располагать так, чтобы они служили продолжением проб, взятых в выработках, и образовали с каждой из них одну секционную пробу, находящуюся на одной линии, которая пересекает рудное тело от висячего до лежачего бока.

Когда мощность частей рудного тела, остающихся за пределами выработки, превышает 2,0 м, опробование их шпурами с помощью обычных перфораторов не выполнимо. В этих условиях следует применять специальные перфораторы, позволяющие пробуривать шпуры глубиной до 10—20 м. В противном случае следует проходить достаточное количество ортов или скважин горизонтального бурения, с таким расчетом, чтобы все ответственные задачи опробования решать только на основе проб, полностью пересекающих рудное тело, не используя проб штреков и восстающих.

5. Секционные пробы

При разведке рудных тел, в поперечном сечении которых обнаруживаются прослойки и линзы, различающиеся между собой по минералогическому составу или физическим свойствам, следует определять содержание золота и сопутствующих компонентов не только по рудному телу в целом, но и по каждой из его частей в отдельности. Это необходимо потому, что величина содержания золота, а с нею ценность руды или способы разработки различных частей могут оказаться неодинаковыми. В таких условиях пересекающие рудное тело пробы расчленяются на отрезки или секции соответственно частям рудного тела, требующим раздельной характеристики состава.

Секционное опробование может быть систематическим и выборочным. В первом случае на секции расчленяются пробы каждого сечения, во втором лишь часть сечений представлена секционными пробами, а в остальных отбирается по одной общей пробе.

Секционное опробование ведется при следующих условиях:

1. На первых этапах разведки новых, ранее неразведывавшихся месторождений, в целях изучения характера изменений содержания золота и других компонентов вкрест простираения рудных тел.

Если будет установлено, что руды представлены одним технологическим сортом, а содержание золота во вмещающих породах непромышленное, то в дальнейшем в рудных телах, мощность которых не превышает 1,5—2 м, секционные пробы следует брать лишь периодически. Они должны отбираться на новых участках, а также в тех пунктах, где это требуется в связи с задачами геологического изучения месторождения. В остальных сечениях берется по одной общей пробе.

В рудных телах, мощность которых превышает 1,5—2 м, пробы всех секущих выработок на первых этапах разведки должны быть секционными. Величина (длина) секций определяется мощностью частей рудного тела, различающихся между собой по минералогическому составу или другим свойствам, дающим основание предполагать различия между ними по величине содержания золота или по способу его извлечения. Если таких различий не наблюдается, то каждое сечение может быть представлено двумя или тремя секциями, соответствующими всяческому и лежащему бокам и центральной части. В рудных телах, мощность которых более 7—8 м, количество секций следует увеличить с таким расчетом, чтобы длина каждой из них не превышала 2,0 м.

2. При опробовании разведочных, подготовительных и эксплуатационных выработок на месторождениях, когда ведется селективная (раздельная) выемка различных частей рудных тел, вскрываемых в поперечном разрезе.

3. В процессе разведки еще не разрабатываемых месторождений, характер оруденения которых дает основание предполагать возможность селективной выемки.

Вопрос о селективной добыче может быть поставлен при наличии следующих условий:

а) При локализации богатых руд в одном из боков или в центральной части залежи, остальные части которой представлены более бедными рудами, причем богатые руды могут направляться для переработки непосредственно на пирометаллургический завод, а бедные требуют предварительного обогащения.

Такое распределение руд свойственно ряду месторождений, представленным сульфидными залежами, сопровождающимися вкрапленным оруденением вмещающих пород, а также некоторым жильным зонам и штокверкам, при разработке которых богатые руды, слагающие жилы, целесообразно направлять в плавку на пирометаллургические заводы (в качестве золотосодержащих флюсов), а вмещающие их оруденелые породы должны перерабатываться гидрометаллургическим способом (например, на ФЗЦО).

б) Если в одном и том же рудном теле находятся руды, содержащие различные сопутствующие компоненты, требующие раздельной переработки и локализующиеся в различных частях поперечного разреза рудного тела.

в) При наличии в рудном теле пустых или слабо оруденелых пород, присутствующих в виде прослоев или кусков, размеры которых (при других благоприятных условиях) позволяют извлекать их отдельно от промышленных руд.

При таком строении рудных тел секционное опробование необходимо не только в случае, когда выделение пустых пород возможно в процессе выемки из целика, но также и тогда, когда разделение может быть осуществлено путем рудоразборки, которую можно рассматривать как один из способов селективной добычи.

Проводя секционное опробование в этих условиях, необходимо также обеспечить возможность раздельного учета количества руд и пустых пород внутри рудного тела, например путем систематических замеров мощности прослоев, обмеров площади кусков пород непосредственно в забоях или на зарисовках.

Если малая мощность прослоев или малый размер кусков пустых пород, находящихся в рудном теле, исключают постановку вопроса о раздельной добыче или сортировке руд, то секционное опробование систематически производить не следует. В этом случае каждое сечение может быть представлено одной пробой, если в секционном опробовании нет необходимости по другим причинам, не связанным с присутствием пустых пород.

4. Во всех стадиях разведки и разработки рудных тел, промышленные части которых не имеют четких геологических границ с боковыми породами, а оконтуриваются по величине содержания золота, определяемого на основании данных опробования.

При этом характере оруденения величина (длина) секций устанавливается в зависимости от мощности залежи и скорости изменения содержания золота от центральных ее частей по направлению к периферии. При мощности промышленного оруденения, не превышающей 1,5 м, длина секций принимается равной 0,3—0,5 м. Количество секций должно быть не менее трех. Крайние секции должны захватывать породы, лежащие вне контура промышленной части оруденения. При большей мощности оруденения длина секций может быть увеличена, но с таким расчетом, чтобы внутри контура укладывалось не менее трех секций, не считая крайних за контуром. Максимальная длина секций не должна быть более 2,0 м. Секции такой длины могут быть приняты для центральных частей весьма мощных рудных тел. По мере удаления от центральных, заведомо промышленных, частей к периферии длина секций в пределах каждого сечения должна уменьшаться и на участке предполагаемого контура не должна превышать 1 м. Величина приконтурных секций в 1 м допустима на месторождениях, разработка которых предполагается или ведется с применением одной из систем с обрушением (этажным, подэтажным, слоевым).

На месторождениях, разрабатываемых с применением иных систем, при которых возможно более тщательное отделение руды с промышленным содержанием от боковых пород, величина краевых секций должна быть меньше в целях более точного определения контура рудного тела.

6. Расстояния между пробами

Расстояния между пробами определяются их количеством, требующимся для достоверной характеристики содержания золота в изучаемом рудном теле или его участке, и зависят также от размеров последних.

Количество проб, которое необходимо отобрать в разведываемом рудном теле или его участке данного размера, зависит от степени неравномерности содержания золота и необходимой точности определения его средней величины.

При определении количества проб имеются в виду только полноценные пробы, каждая из которых образует полный разрез от висячего до лежащего бока, так называемые сквозные пробы. При этом не делается различия между сквозными пробами, состоящими из нескольких секций при секционном опробовании, и сквозными пробами, не разделенными на секции, т. е. состоящими только из одной общей секции. Те и другие при подсчете среднего содержания используются как равноценные. Только по каждой секционной пробе сначала должно быть подсчитано среднее из содержаний всех ее секций, лежащих внутри промышленного контура. Несквозные пробы, захватывающие в поперечном разрезе только часть рудного тела, в расчет не принимаются и рассматриваются как дополнительные, используемые для решения некоторых вопросов, недостаточно освещенных пробами основной сети.

При разведке рудного тела секущими выработками количество сквозных проб определяется принятой плотностью разведочной сети.

В случае применения выработок прослеживания в стадии предварительной разведки пробы следует отбирать в них через 1 м.

При детальной разведке выработками прослеживания количество проб в каждом блоке должно быть достаточным для определения среднего содержания золота по контуру блока с точностью, соответствующей намечаемой категории разведанности данного участка.

Приблизительные нормы расстояний между пробами в выработках прослеживания приведены в табл. 25.

Таблица 25

Характер оруденения	Расстояния между пробами в м
Неравномерный	4—2
Весьма неравномерный	2,5—1,5
Крайне неравномерный	1,5—1

При опробовании задиркой рудных тел мощностью до 0,2—0,3 м задирка может рассматриваться как борозда, ориентированная по падению. В этих условиях вес задирковой пробы немногим отличается от обычного веса бороздовых проб; необходимость же в задирковом опробовании чаще всего обуславливается недостаточным весом бороздовых проб вследствие малой мощности залежи. Поэтому количество задирковых проб в залежах этой мощности должно быть тем же, что и при бороздовом опробовании.

При опробовании задиркой рудных тел значительной мощности количество проб может быть в 1,5—2 раза меньше по сравнению с бороздовыми.

Количество проб выборочной отбойки должно быть несколько больше по сравнению с аналогичными им пробами сплошной выемки; увеличение количества этих проб в каждом конкретном случае устанавливается опытным путем.

II. ОПРОБОВАНИЕ БУРОВЫХ СКВАЖИН

Скважины колонкового бурения опробуются по всем интервалам, пересекающим как само рудное тело, так и оруденелые изме-

ненные вмещающие породы. Опробование скважин должно проводиться с учетом внутреннего строения перебуренных пород и руд.

Для руд массивного строения могут быть приняты одинаковые интервалы опробования скважин, но не выше 2 м. При наличии в рудном теле полос или струй, существенно различающихся по своему строению, минералогическому составу или содержанию золота, опробование скважин, так же как и секущих выработок, должно осуществляться секционно в соответствии с мощностью перебуренных полос. Отдельными секциями должны быть опробованы также вмещающие породы со стороны висячего и лежащего боков рудного тела. При малой мощности рудного тела (менее 0,5 м) и слабо выраженном изменении вмещающих пород интервал опробования скважин по вмещающим породам с обеих сторон рудного тела обычно должен быть не менее мощности рудного тела.

При разведке золоторудных месторождений в процессе бурения скважин самым важным является пересечение рудного тела и получение по нему возможно большего количества керна в наилучшей сохранности, чтобы иметь возможность взять из него пробу. Поэтому при приближении скважины к месту проектного пересечения рудного тела, как и при бурении по самому рудному телу, принимаются все меры для наиболее полного выхода керна и тщательного сбора шлама, а также мути с целью их опробования.

При проходке буровых скважин в рудах, которым свойственно избирательное измельчение, обычно происходит избирательное истирание керна, в результате чего содержание в нем золота нередко весьма значительно отличается от содержания в шламе, которое в таких случаях чаще всего бывает более высоким. В связи с этим сбор и опробование шлама для такого типа руд имеют особое важное значение. Кроме того, необходимо установить относительное количество мути и определить в ней содержание золота.

Керн, извлекаемый после каждого подъема при бурении скважин, укладывается в ящик и документируется в порядке, изложенном выше, в разделе геологической документации.

На основании наблюдений, сделанных при просмотре и описании керна, намечаются интервалы его опробования. Керн, представленный одной и той же породой с равномерной минерализацией, разделяется на интервалы, длина которых обычно принимается равной 1 м. Разделение керна по интервалам опробования в связи со сменой состава пород и изменением характера их минерализации производится в соответствии с приведенными выше указаниями о раздельном опробовании в горных выработках.

При опробовании скважин дробового бурения в пробу берется половина керна, выделяемая раскалыванием каждой его плашки с помощью кернокола вдоль оси на две равные части. После раскалывания одна половина каждой плашки керна данного интервала составляет пробу, другая подлежит обработке в порядке, изложенном в разделе о документации скважин.

К составленной таким образом пробе прилагается этикетка установленного образца; проба записывается в журнал опробования, упаковывается в мешочек и направляется в лабораторию для обработки и производства анализа на содержание золота и других полезных компонентов.

Получаемый из скважин алмазного бурения керн обычно более надежен для опробования, чем керн дробового бурения. Керн при бурении алмазными коронками диаметром 56 мм и более опробуется так же, как

и керн скважин дробового бурения. При меньшем диаметре скважин для опробования разрешается использовать весь керн, однако при условии особо тщательного просмотра и описания его геологом.

По скважинам как дробового, так и алмазного бурения наряду с керном опробованию должен подвергаться также буровой шлам. Опробование шлама производится по интервалам углубки скважин за один рейс.

Шлам, накопившийся в шламовой трубе при дробовом бурении в процессе очередного рейса проходки скважины, после подъема бурового снаряда извлекается из шламовой трубы и собирается.

К собранному шламу прилагается этикетка, после чего он упаковывается и направляется для обработки в коллекторскую, где из него с помощью магнита извлекают буровую дробь и кусочки металла, образовавшиеся в результате истирания бурового снаряда. Затем шлам взвешивается и описывается. Подготовленная таким образом проба записывается в журнал опробования, упаковывается и направляется в лабораторию для анализа.

При алмазном бурении шлам собирается в специальные отстойники, изготовленные по общепринятым образцам. Перед началом очередного рейса проходки отстойники тщательно очищаются. Шлам, накопившийся в отстойниках в процессе данного рейса проходки, отстаивается. Осветленная вода сливается и шлам выгружается из отстойников на железный лист с закраинами. Отстойники тщательно очищаются и промываются для приема шлама следующего рейса.

Шлам, собранный при очистке и промывке ящиков-отстойников, присоединяется к ранее выгруженному на лист, после чего проба проходит такие же подготовительные операции, как и проба шлама при дробовом бурении.

Во время пересечения скважиной рудного тела, кроме сбора шлама, должны быть приняты меры по отсаживанию мути для установления относительного количества ее выхода и определения содержания в ней золота. Порядок и организация сбора мути должны быть такими же, как и при сборе шлама. Аналогично берется из нее и проба.

Опробование скважин ударно-канатного бурения, применяемого при разведке некоторых типов коренных месторождений золота, представляет собой самостоятельную задачу.

При проходке рудного тела скважиной ударно-канатного бурения поднятая желонкой из скважины порода перемещается в мерное ведро. Это делается следующим образом: по выходе желонки из трубы она ставится дном на мост, затем постепенно наклоняется над колодой и верхней частью кладется в вырез задней стенки колоды. После этого желонка опрокидывается и ее содержимое выливается в колоду. Для полного освобождения желонки ее держат в наклонном положении, ударяя по ней деревянной колотушкой и обмывая снаружи и изнутри водой. Из колоды порода поступает самотеком в мерное ведро, откуда после осаждения и измерения объема выгружается в железные ендовки или противни. Здесь она этикируется, сушится, взвешивается и пересыпается в мешочки для проб, снабженных бирками с номерами. Во избежание ошибок опробования необходимо обращать внимание на фактический вес проб, сравнивая его с расчетным, так как трещиноватость рудных тел может обусловить потери мелко и тонко раздробленного долотом рудного материала.

Важно также учитывать возможное обогащение или разубоживание пробы за счет соскабливания канатом со стенок скважины рудного

материала; для предотвращения этого прибегают к креплению скважины, хотя бы последнее и было связано с «потерей» диаметра или разбуркой (расширением) скважины.

Интервалы опробования рудных тел и оруденелых пород устанавливаются в 0,25—1,0 м проходки скважины в зависимости от мощности рудного тела и отдельных его полос или горизонтов, например при разведке железных шляп.

В процессе отбора проб следует обращать внимание на цвет породы, так как различная окраска часто соответствует различным горизонтам зоны окисления рудных тел, а также руде и пустым вмещающим породам. Изменение окраски обычно указывает на смену пород или характера оруденения. Вещественный состав породы, поднятой с каждого интервала опробования, изучают визуально по наиболее крупным кусочкам, а затем от нее отбирается небольшая навеска (30—50 г) для просмотра и изучения под биноклем. Вся остальная порода с одного интервала опробования соответствующим образом измельчается, квартуется, и половина ее направляется как проба в лабораторию для анализа, а другая половина остается как дубликат в партии или ГРО рудника.

Предварительное изучение под биноклем породы, подлежащей анализу, позволяет избежать лишних анализов пустых пород, а также пропуска при опробовании прослоев руды, если по внешнему виду она не отличается от пустой породы.

III. ОБРАБОТКА ПРОБ

1. Назначение обработки проб и составляющих ее операций

В процессе обработки пробы из материала, поступившего в нее в результате пробоотбора, выделяется небольшая часть, так называемая конечная или лабораторная проба, требующаяся для производства химического анализа и сохранения некоторого остатка на случай повторных, контрольных и дополнительных определений. Выделение конечной пробы из состава начальной осуществляется путем сокращения количества материала последней, проводимого один или несколько раз в зависимости от разницы между весами той и другой проб и от применяемого способа сокращения.

Обработка пробы должна производиться таким образом, чтобы конечная проба по своему химическому составу как можно точнее представляла начальную пробу. Пробы руд неоднородны; они состоят из кусков, в различной степени обогащенных исследуемым компонентом, имеющих разную величину и притом неравномерно распределенных в общей массе пробы. В связи с этим перед сокращением их проводятся подготовительные мероприятия, без которых конечные пробы, получаемые в результате сокращения, не могли бы достаточно точно представить состав исходного материала. Одной из этих подготовительных операций является перемешивание.

Перемешиванием достигается равномерное распределение в пробе составляющих ее кусков, различающихся по крупности и содержанию золота, но не устраняются и не могут быть устранены сами эти различия. Ввиду этого получить в результате сокращения конечную пробу состава, совершенно тождественного с исходным, невозможно. Между содержанием исходной пробы и пробы, полученной в результате ее сокращения, всегда будет некоторая разница, зависящая: а) от степени неравномер-

ности обогащения золотом различных кусков (частиц) рудного материала, составляющего исходную пробу; б) от различия их размера и от числа кусков (частиц), оставшихся в пробе после сокращения.

Каждый прием сокращения пробы является взятием пробы от пробы.

Содержание золота в исходной пробе равно средневзвешенному из содержащий всех составляющих ее кусков. Вторая проба, в которую берется только часть этих кусков, является выборкой по отношению к всей совокупности их в исходной пробе. Среднее содержание второй пробы служит выборочным приближенным значением действительного среднего значения изменчивой (от куска к куску) величины содержания исходной пробы. Одна частица (один кусок) второй пробы является, таким образом, одним измерением — одной вариантой — меняющегося содержания исходной пробы, а общее количество их во второй пробе n — числом измерений (числом вариантов).

Если степень неравномерности содержания отдельных частиц материала пробы характеризуется вариационным коэффициентом и если все частицы пробы имеют одинаковый размер, то величина вероятного отклонения содержания второй пробы от содержания первой, т. е. погрешность сокращения, выраженная в процентах к содержанию, P_c будет

$$P_c = \frac{v_c}{\sqrt{n}}.$$

Отсюда видно, что величина вероятной погрешности второй пробы будет прямо пропорциональна показателю неравномерности содержания рудного материала v_c и обратно пропорциональна корню квадратному из числа частиц, взятых для нее от исходной пробы.

Той же зависимости подчинено отклонение содержания третьей пробы от содержания второй и всякой последующей пробы от предыдущей.

Проведение каждого из ряда следующих друг за другом приемов сокращения пробы при одной и той же крупности рудного материала уменьшает количество частиц в ней и тем самым расширяет пределы вероятной погрешности. В результате ряда сокращений пробы до такого количества частиц, при дальнейшем уменьшении которого возможная погрешность превысит допустимые пределы, уже нельзя продолжать сокращение пробы при данной крупности материала. Дальнейшее сокращение будет возможно только при условии, если будет уменьшена крупность материала и тем самым увеличено количество частиц пробы.

Таким образом, в процессе обработки проб, кроме перемешивания и сокращения, необходима еще одна операция — дробление или измельчение. Дроблением обычно и начинается обработка большинства бороздовых и задирковых проб, исходный вес которых почти всегда мал по сравнению с относительно большой начальной крупностью.

Перед дроблением материал пробы пропускается через сито (грохот), размер отверстий которого равен тому размеру кусков (частиц), до которого требуется измельчить пробу. Дроблению подвергается только часть материала, оставшаяся после просеивания на сите. Эта операция, называемая вспомогательным грохочением или просеиванием, производится для того, чтобы избежать переизмельчения материала и облегчить работу дробления.

После дробления производится проверочное грохочение или просеивание на том же сите (грохоте) или на другом сите аналогичного размера.

Материал, не прошедший через сито, подвергается дальнейшему измельчению и повторному проверочному грохочению.

Дроблением, перемешиванием, сокращением и грохочением (просеиванием) исчерпываются операции, составляющие процесс обработки проб. Каждая из операций имеет свое самостоятельное назначение:

дробление имеет целью увеличить в пробе количество частиц рудного материала с таким расчетом, чтобы при последующем сокращении этой пробы число частиц не было бы меньше минимально необходимого при заданной точности сокращения;

при перемешивании достигается равномерное распределение различных по составу и крупности частиц материала в массе пробы;

сокращением преследуется цель уменьшить количество материала, взятого в пробу, до лабораторного веса или, иначе, отобрать от исходной пробы лабораторную пробу, что является конечной задачей процесса обработки проб в целом.

Если обрабатываются пробы небольшого исходного веса, например бороздовые пробы весом до 4—5 кг, то при наличии механических дробильных приспособлений они могут измельчаться сразу до такой степени, которая допускает сокращение до намеченного конечного (лабораторного) веса. При больших начальных весах проб, а также в тех случаях, когда дробление ведется вручную, измельчать весь материал исходной пробы до размера зерен, позволяющего выделить лабораторной пробы, невыгодно, так как это потребовало бы больших затрат труда и времени. В таких случаях дробление и обработка в целом расчленяются на несколько стадий. В первой стадии обработки начальная проба измельчается только в той степени, которая допускает сокращение материала в 2—4 раза, затем производится перемешивание и сокращение. Во второй стадии снова производится дробление, но более мелкое, позволяющее осуществить дальнейшее сокращение еще в 2—4 раза. Таким же образом ведется работа в третьей и последующих стадиях, до получения конечной пробы в последней стадии. При расчленении обработки на несколько стадий основная масса пробы проходит только первое, наиболее крупное и наименее трудоемкое, дробление, после чего удаляется из обработки. Для последующих стадий более мелкого дробления остается все меньше и меньше материала и наиболее тонкому дроблению подвергается только незначительная часть его.

2. Определение необходимого веса и измельчения проб в процессе их обработки

Вес, до которого допустимо сократить пробу при данной крупности составляющих ее кусков, и, наоборот, тот размер частиц, до которого должна быть измельчена проба перед сокращением ее до намеченного веса, выводится из уравнения

$$Q = Kd^a,$$

где Q — вес пробы в килограммах;

d — диаметр максимальных частиц (кусков) пробы в миллиметрах.

Значение коэффициента K уравнения $Q = Kd^a$ при обработке разведочных проб различных типов руд устанавливается в соответствии с табл. 26.

Значение коэффициента K формулы $Q = Kd^a$ для обработки проб золотых руд

Краткая характеристика	Величина коэффициента « K » формулы $Q = Kd^a$
Неравномерные золотые руды с мелким золотом (в основной массе до 0,1 мм)	0,20
Весьма неравномерные руды с золотом средней крупности (в основной массе не более 0,5—0,6 мм)	0,40
Крайне неравномерные руды с крупным золотом (значительная доля металла представлена частицами крупнее 0,5—0,6 мм)	0,8—1,0

Для бороздовых и задирковых проб, характеризующихся обычно малым весом, показатель степени a в практике вполне возможно принять постоянным для всех типов руд, равным 2, и обработку проб вести по более простому уравнению $Q = Kd^2$. В тех случаях, когда приходится оперировать с пробами большого веса, например валовыми, или пробами товарных руд, состоящими из большого количества крупного материала, следует пользоваться уравнением $Q = Kd^{1,8}$.

Веса проб, подсчитанные в соответствии с приведенными уравнениями при указанных в табл. 26 значениях K , помещены в табл. 27. Эти веса проб, при указанной для них крупности материала (1-я графа табл. 27), являются минимальными, и не допускается сокращать пробы менее этих весов, ранее чем они будут измельчены более тонко.

При составлении схем обработки проб следует учитывать, что веса лабораторных проб должны быть достаточными не только для производства основных, параллельных и контрольных определений, но и для составления групповых проб (см. ниже). Надо также иметь в виду обязательность длительного хранения проб в связи с необходимостью проведения в дальнейшем повторного анализа некоторых из них, или дополнительных определений, например на сопутствующие компоненты.

Кроме того, при обработке проб золотых руд, в связи с наблюдающимся иногда более поздним измельчением золота по сравнению с измельчением других минералов или пород, а также вследствие потерь, зараженности и прочих технических причин, могут возникнуть значительные погрешности, не зависящие от принятых значений K и a ; они могут иметь особое значение в последних стадиях обработки, когда веса проб становятся уже малыми.

В целях ограничения величины этого вида погрешности при обработке проб руд со средним и крупным золотом (после дробления до 2 мм и сокращения до соответствующего веса) следует измельчать пробы при этом весе до крупности 0,15—0,07 мм, не прибегая к сокращениям в промежуточных стадиях измельчения, если таковые применяются. Это необходимо в целях предотвращения значительных погрешностей, которые могут возникнуть в связи с тем, что при измельчении до 1 мм и более тонком в пробах появляются выделяющиеся из сростков частицы свободного золота. В этих же целях при контрольном просеивании, которым должен сопровождаться каждый прием измельчения, следует внимательно просматривать материал, остающийся на ситах. Обнаруживающиеся при этом золотишки извлекаются из пробы и взвешиваются. Должны

взвешиваться и сами пробы в каждой из тех стадий обработки, в которых обнаружены золотины. Все извлеченное золото должно быть учтено при вычислении содержания в пробах.

В процессе обработки проб руд, содержащих большое количество крупного золота, последнее должно извлекаться из проб до начала их сокращения. Обработка проб таких руд должна вестись по следующей схеме: 1) измельчение всей пробы до 0,2—0,3 мм; 2) извлечение крупного золота амальгамацией в шаровых мельницах, или отсадкой, или на вибрационных столах; 3) отбор пробы хвостов, отходящих при обработке начальной пробы одним из указанных способов; 4) пробирный анализ пробы хвостов.

Содержание металла в пробе вычисляется по извлечению крупного металла, отнесенного к начальному весу пробы, и данным пробирного анализа (в сумме).

При механическом производстве тонкого измельчения вспомогательное просеивание (грохочение) совсем не следует применять. Проверочному грохочению нужно подвергать не всю пробу, а лишь небольшую часть ее в целях контроля. Если при этом степень измельчения окажется недостаточной, то всю пробу нужно вторично загрузить в измельчающий аппарат.

Таблица 27

Минимальный вес проб золотых руд в зависимости от крупности материала и характера руды

Измельче- ние, минус мм	Значение a	Веса проб золотых руд в кг			
		Неравномерные руды с мелким золотом $K=0,2$	Весьма неравно- мерные руды с золотом сред- ней крупности $K=0,4$	Крайне неравномерные руды с крупным золотом	
				$K=0,8$	$K=1,0$
50	1,3	230	460	920	1150
40	»	150	300	600	750
30	»	92	184	368	460
20	»	44	88	176	220
15	»	26	52	104	130
10	»	12,5	25	50	62
8	»	8,5	17	34	42
5	2,0	5,0	10	20	25
3	»	1,8	3,6	7,2	9,0
2,35 (мет)	»	1,1	2,2	4,4	5,6
2	»	0,8	1,6	3,2	4,0
.	Конечные пробы				
0,15—0,07	—	0,8	0,8	1,6	2,0

Указанными в табл. 27 значениями a , равными 1,8 и 2,0, исходя из которых подсчитаны приведенные в ней веса проб, можно руководствоваться только тогда, когда сокращаются пробы, не разделенные по крупности материалов. При этом они могут применяться лишь в тех случаях, когда сокращение ведется квартованием, делителем Джонса, сократителем Брауна, делительной лопаткой и вообще способами, состоящими из повторяющихся операций деления пробы на две равные части. Если же проба представлена материалом, из которого мелкие или мелкие и средние фракции отсеяны, то веса проб, подсчитанные при $a=1,8$ или $a=2,0$, не применимы (недостаточны).

В тех случаях, когда сокращение ведется способом фракционного отбора (откидывание в пробу пятой, десятой лопаты, тачки, вагонетки) или вычерпыванием, построенным на ином принципе, чем квартование, тогда нельзя руководствоваться не только приведенными значениями K и a , но не следует применять и само уравнение $Q = Ka^a$.

Применяя способ фракционного сокращения или способ вычерпывания, веса проб следует определять, исходя из равенства

$$Q = qn,$$

где Q — искомый общий вес пробы после сокращения;

q — вес частичных проб, составляющих общую пробу, т. е. вес материала, набираемого в одну лопату, тачку, вагонетку, или же материала, взятого из одного квадрата сетки при сокращении вычерпыванием;

n — число частичных проб веса q , которые требуется взять при сокращении предыдущей пробы в последующую.

Чем крупнее материал, тем больше должен быть вес частичных проб. Величина q принимается с таким расчетом, чтобы каждая частичная проба в пункте ее взятия по своему гранулометрическому составу соответствовала таковому сокращаемой пробы.

Число частичных проб n вычисляется по уравнению

$$n = v_c^2 : P_c^2$$

Входящая в это уравнение величина v_c в применении к сокращению уже отбитых из целика и в той или иной степени перемешанных руд будет иная, обычно значительно меньшая, чем при исчислении необходимого количества проб в процессе их взятия из рудного тела в коренном залегапии. При этом в различных условиях сокращения, хотя бы одного и того же рудного материала, величина v_c будет неодинакова. При прочих равных условиях она будет тем больше, чем крупнее материал и чем меньше вес частичных проб. Поэтому для расчета по величине числа частичных проб (при сокращении способом фракционного отбора или вычерпыванием) следует определять ее (величину v_c) для каждой крупности каждого сорта руд отдельно. Вес частичных проб при определении n должен быть такой, который принят для производства сокращения проб данной крупности.

3. Использование и хранение дубликатов и остатков проб

Пробы, взятые в начальных стадиях разведки новых, еще недостаточно изученных, месторождений, обрабатываются и анализируются каждая в отдельности. Если при этом ведется секционное опробование, то каждая секция должна быть обработана и подвергнута анализу отдельно от других секций той же пробы и соседних проб. В тех случаях, когда для основной пробы выбиваются две или три борозды в одном и том же пункте, материал их объединяется для производства обработки и анализа.

Каждая проба, а в случае секционного опробования и каждая секция, анализируется в стадию предварительной разведки на золото и все другие заключающиеся в руде полезные компоненты. В дальнейшем можно отказаться от определений тех компонентов, содержание которых окажется явно непромышленным, если они не могут извлекаться из руд попутно.

Материал, оставшийся от последнего сокращения каждой самостоятельной обработанной пробы или секции, должен быть собран и сохранен в качестве дубликата. Сохраняется также остаток каждой лабораторной пробы после взятия из нее навесок для производства анализов.

Из дубликатов проб составляются групповые пробы для производства полных химических анализов. Остатки и дубликаты проб используются также для производства повторных, дополнительных (например, на ранее не определявшиеся компоненты) и контрольных определений. Когда в момент возникновения потребности в этих анализах лаборатория, где хранятся остатки проб, находится поблизости от заказчика, то лучше анализировать остатки проб. Если лаборатория находится в отдалении, то для составления групповых проб можно пользоваться дубликатами. Ими же следует пользоваться при производстве контрольных и повторных определений, если возникает подозрение, что номера основных проб перепутаны лабораторией, а также если они утеряны или материал их полностью израсходован.

Для производства полных анализов групповые пробы составляются из небольших порций материала, отбираемого от соответствующих дубликатов или остатков лабораторных проб. Вес этих порций должен быть пропорционален мощности рудного тела; выделение их из дубликатов или остатков проб производится вычерпыванием (квадратованием).

Для каждой групповой пробы должен быть составлен особый паспорт с указанием количества и номеров объединенных проб, а также величин взятых от них навесок.

Если на месторождении разведано несколько рудных тел, то каждое из них должно быть представлено самостоятельными групповыми пробами. В пределах одного и того же рудного тела самостоятельные групповые пробы для полных химических анализов должны представлять участки, относящиеся к различным зонам месторождения, а также участки, различающиеся между собой по величине содержания золота или по минералогическому составу.

До окончания разведки и выяснения промышленной ценности месторождения дубликаты проб хранятся организацией, производящей разведку.

Если по окончании разведки месторождение получает положительную оценку и передается в эксплуатацию, то дубликаты проб вместе со всеми документами по этому месторождению передаются той организации, которая будет вести разработку. В случае отрицательной оценки месторождения из дубликатов составляются групповые пробы, аналогичные пробам для полных анализов. Они передаются в архив, где и хранятся неограниченное время. После передачи в архив групповых проб дубликаты могут быть ликвидированы. Остатки проб сохраняются лабораторией до окончания разведки, подсчета запасов и утверждения последних, после чего лаборатории дается разрешение на их ликвидацию.

На разрабатываемых месторождениях группы «б», с целью сокращения количества анализов, для совместного анализа могут объединяться по две соседние пробы; на месторождениях групп «в» и «г» допустимо объединять до трех проб. Объединение большего количества проб чаще всего нецелесообразно, так как затрудняет разграничение участков рудного тела, различающихся между собой по величине содержания золота.

При систематическом секционном опробовании объединению подлежат не полные пробы, а секции одних и тех же разновидностей руд, выделяемых для раздельной оценки их качества.

Объединение проб может проводиться двумя способами:

1) после отбойки сразу, до производства обработки, без предварительного измельчения, непосредственно в выработке или в пробоподготовительном помещении лаборатории;

2) после обработки, когда каждая отдельная проба доведена до конечного (лабораторного) веса и конечного измельчения (0,10—0,15 мм).

Количество материала, отбираемого от каждой индивидуальной пробы, должно быть пропорционально мощности рудного тела в месте ее взятия или же начальному весу пробы.

Первый способ целесообразно применять в случае, когда веса объединяемых проб невелики, т. е. при бороздовом, точечном, шпуровом и иногда при горстьевом опробовании. Объединение проб большого веса, например задирковых, целесообразно проводить вторым способом. Объединение проб первым способом не только сокращает количество анализов, но и уменьшает затраты труда на обработку. Это не достигается при объединении проб вторым способом. Однако второй способ имеет то преимущество, что позволяет в случае необходимости подвергнуть анализу отдельные пробы. Вторым способом следует пользоваться при выборочном секционном опробовании, когда на секции расчленяются не все пробы, а лишь известная часть их, например каждая третья, пятая или десятая пробы.

Если в рудах наряду с содержанием золота определяются также и другие, значительно более постоянные по своему содержанию компоненты, то их не всегда следует определять при анализе каждой пробы. Например, при опробовании золотосодержащих полиметаллических руд нет необходимости определять содержание свинца, цинка и меди в каждой пробе, так как содержание их значительно более постоянное, чем содержание золота.

На разрабатываемых месторождениях как дубликаты, так и остатки проб должны сохраняться до начала следующего календарного года и утверждения пересчитываемых в это время запасов. После этого могут быть ликвидированы или остатки (при обязательном хранении дубликатов), или же дубликаты (при обязательном хранении остатков). Предпочтительнее сохранять остатки, так как они более тонко измельчены и дальнейшая их обработка менее сложна.

В хранении и использовании дубликатов и остатков проб на каждом руднике должна быть установлена определенная система, которую в дальнейшем необходимо строго соблюдать во всех деталях. В основном работа должна осуществляться по следующей схеме:

а) До окончания года и подсчета запасов на начало следующего года сохраняемые лабораторией остатки проб используются для производства повторных, дополнительных и контрольных анализов. Дубликаты хранятся в ГРБ рудника на случай утери основных проб, полного израсходования их лабораторией или путаницы с номерами. В этих случаях дубликаты заменяют основные пробы, но и при полной сохранности последних могут быть использованы для контрольных анализов.

б) Дубликаты (по ликвидации остатков) или остатки (по ликвидации дубликатов) хранятся до окончания отработки того блока, в котором взяты пробы. После погашения блока из сохраняемых до этого момента остатков или дубликатов проб составляются групповые блоковые пробы, сами же остатки или дубликаты подлежат ликвидации.

Количество групповых проб, подлежащих составлению и хранению, определяется в зависимости от сортов руд (окисленные, сульфидные, бед-

ные и богатые, сплошные, вкрапленные и т. п.), а также местоположения блока внутри залежи, например на переходе от столба к пережиму или от окисленных руд к сульфидным.

в) Групповые блоковые пробы хранятся до окончания отработки (погашения) этажа, после чего из них составляются групповые этажные пробы и блоковые пробы могут быть ликвидированы. Однако при наличии характерных (с точки зрения изучения месторождения) изменений химического или минералогического состава руд по простираанию залежи целесообразно дальнейшее сохранение блоковых проб. Дополнительное исследование их состава впоследствии может дать ценный материал при изучении других рудных тел того же месторождения или сходных с ними.

г) Этажные групповые пробы сохраняются до полной отработки того рудного тела, к которому они относятся, а по наиболее интересным из них — до полной отработки месторождения.

Исследование блоковых и этажных групповых проб, помимо освещения общих вопросов геолого-промышленной характеристики месторождения, может дать материал для решения конкретных практических задач, например в случаях обнаружения в рудах месторождения новых, ранее неизвестных компонентов или изменения технологии извлечения и экономической целесообразности спутников золота, ранее считавшихся непромышленными.

IV. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОГО ВЕСА

При подсчете запасов необходимо определять и вводить в расчет объемный вес руды в ее естественном залегании. Объемный вес рыхлых, трещиноватых, кавернозных и сильно пористых руд может значительно отличаться от удельного веса того вещества, из которого состоит руда. Для плотных руд это различие незначительно.

Объемный вес кавернозных, трещиноватых и пористых руд следует определять посредством выемки из целлика некоторого объема руды правильной геометрической формы, определения этого объема путем замера выемочного пространства и, наконец, взвешивания вынутой руды.

Объем выемочного пространства каждой такой пробы может колебаться от долей кубического метра до нескольких десятков кубических метров в зависимости от характера руды. Для определения объемного веса такие пробы берутся в местах, типичных для каждого сорта руды, и могут носить либо единичный, либо массовый характер.

В наиболее ответственных случаях проходятся специальные выработки — рассечки, весь материал из которых используется для определения объемного веса. Так как объемный вес даже в пределах одного сорта руды почти всегда характеризуется некоторой изменчивостью, то следует брать несколько (не менее 15—20 выемок) проб в разных местах рудного тела и выводить среднее.

Объемный вес рыхлых и пористых руд можно определить также в порошке пикнометрическим способом с применением поправочного коэффициента пористости. Особенно целесообразно применение этого способа для руд, характеризующихся постоянным коэффициентом пористости (отношение удельного веса к объемному).

Для вывода коэффициента пористости следует сделать не менее 15—20 параллельных определений объемного и удельного веса, отбирая при выемке руды из целлика образцы для пикнометрических определений.

Коэффициент пористости следует определять и применять отдельно для каждого типа или сорта руд, в пределах которого коэффициент пористости характеризуется постоянством. Зная коэффициент пористости, нетрудно устанавливать объемный вес для каждого блока на основании среднего из ряда определений удельного веса по этому блоку, выполнен-ных пикнометрическим способом по отобраным в нем пробам. Необходи-мое количество определений зависит от изменчивости удельного веса в пределах блока.

Объемный вес плотных руд обычно устанавливается в образцах. Так можно определять объемный вес и пористых руд, но пред-варительно требуется покрыть образцы тонкой водонепроницаемой обо-лочкой парафина или лака, чтобы при взвешивании образца в воде последняя не могла попасть в поры и трещинки.

Количество образцов, определяемых по каждому сорту руды, должно быть не менее 15—20 даже при постоянстве удельного веса. Это требо-вание объясняется тем, что при небольших размерах образцов опасность случайной ошибки отдельных определений значительно выше, чем в слу-чае проб большого размера. Образцы следует брать равномерно из участков месторождения или рудного тела, представленных определяемым сортом руды. По объемным весам всех образцов выводится средний объемный вес этого сорта руды.

Приближенное значение объемного веса руды можно определять путем вычисления его по минералогическому составу. По данным хими-ческих анализов определяется минералогический состав и удельный вес вычисляется по следующей формуле:

$$d = \frac{100}{\frac{a}{d_a} + \frac{b}{d_b} + \dots + \frac{f}{d_f}},$$

где d — удельный вес руды;
 $a, b, \dots, f$ — содержания отдельных минералов в руде в процентах;
 $d_a, d_b, \dots, d_f$ — удельные веса этих минералов.

Для определения объемного веса нужно еще учесть коэффициент пористости.

Таким способом наиболее просто можно узнать приближенный объ-емный вес мономинеральной руды, например золотосодержащей кварце-вой руды, где не учитывается ничтожное влияние удельного веса золота на объемный вес руды. Во многих случаях объемный вес таких руд при-нимается 2,5, т. е. равным величине удельного веса кварца, округленной в сторону уменьшения. Подобное округление следует считать правиль-ным, так как при любой плотности строения руды в ней всегда имеются трещинки и поры, трудно различаемые глазом.

В случае полиминеральных руд определение объемного веса по ми-нералогическому составу усложняется и оказывается менее точным. По-этому рассматриваемый способ имеет практическое значение в основном при мономинеральной руде.

Определение объемного веса по минералогическому составу или по аналогии с однокислыми рудами допустимо лишь при подсчете запасов низких категорий. Для запасов высоких категорий (А и В) объемный вес должен быть установлен обязательно опытным путем.

Учет влажности. В тех случаях, когда руда имеет значитель-

ную влажность, при определении объемного веса необходимо исключать ее. Определению подлежит объемный вес сухой породы. Химические анализы, как известно, устанавливают содержание полезного компонента в сухой руде.

Иногда подсчитывают запасы сырой руды и в этом случае для подсчета запасов металла перечисляют данные химических анализов, полученных для сухой руды. Такую практику следует признать неудовлетворительной; она вызывает необходимость вести громоздкие вычисления, кроме того, влажность в одном и том же объеме руды меняется во времени, при транспортировке ее, при добыче и в процессе обработки. Следовательно, запасы нужно обязательно подсчитывать на сухую руду, исключая воду, которая является непостоянной по своему количеству добавкой к руде. Помимо этого, влажность имеет значение как качественный показатель. Если, например, руда перед обработкой подвергается обжигу, то влажность влияет на технологические расчеты, на стоимость рудничной доставки, выдачу руды на поверхность и транспортировку ее на фабрику.

Таким образом, влажность нужно определять: 1) для внесения поправки при вычислении величины объемного веса способом выемки из целика; 2) для качественной характеристики руды; 3) при расчетах транспортировки руды, работы шахтного подъема и т. д.

Пробы на влажность должны быть сопряженными с пробами на объемный вес. При определении объемного веса методом выемок из целика пробы на влажность должны отбираться из материала, полученного при производстве выемок для определения объемного веса. При каждом взвешивании материала, определяемого из выемок, следует отобрать некоторое количество его для пробы на влагу. Необходимое количество проб на влажность зависит от степени изменчивости ее в пространстве.

Если объемный вес определен для сырой руды, то он может быть пересчитан по величине влажности на объемный вес сухой руды по следующей формуле:

$$d_{\text{сух}} = d_{\text{сыр}} - \frac{p \cdot d_{\text{сыр}}}{100},$$

где p — процентное содержание воды в сырой руде.

V. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КУСКОВАТОСТЬЮ РУДЫ

Для характеристики золоторудного месторождения в целом большое значение имеют материалы наблюдений за кусковатостью руды и вмещающих пород; они необходимы как для рационального ведения горных работ при разработке месторождения, так и для установления общей схемы процесса обработки руды. Однако данные о кусковатости руды и пород в процессе геолого-разведочных работ ограничиваются материалами наблюдений в горнопроходческих выработках. Они несколько отличаются по своим параметрам от данных по кусковатости руды и вмещающих пород, получаемых при наблюдении стбитой горной массы в очистных выработках, где имеется несравненно ббльшая площадь обнажения породы и применяются совершенно другие системы расположения шпуров. Наблюдения за кусковатостью руды и вмещающих пород проводятся

в стадию детальной разведки. В ряде случаев для этих наблюдений могут быть использованы выработки, где производится отбор больших технологических проб (см. раздел «Технологическое опробование»), а также, как исключение, дубликаты больших технологических проб. Иногда для наблюдений за кусковатостью руд и вмещающих пород используются пробы, отбираемые с целью определения объемного веса.

Наблюдения за кусковатостью руд и вмещающих пород должны проводиться на месторождении отдельно для каждого технологического сорта руды, в частности для лимонитовых и ярозитовых руд зоны окисления сульфидных залежей, первичных сульфидных сплошных и вкрапленных руд, кварцевых и сульфидных руд и т. д. Кроме того, наблюдения за кусковатостью должны проводиться отдельно: на рудных телах, резко различающихся по мощности, — на мощных и маломощных, а также по углам падения — на пологих и крутопадающих рудных телах; на крупных участках месторождения, характеризующихся различными по физико-механическим свойствам вмещающими породами, являющимися кровлей или почвой рудных тел; при наличии различной трещиноватости в связи с мощными зонами пострудных нарушений, захвативших значительную часть рудных тел.

Для получения данных о кусковатости руд и вмещающих пород кровли и почвы берутся пробы в заранее намеченных местах с учетом указанных особенностей месторождения. Обычно пробы отбираются в горизонтальных выработках и лишь для пологозалегающих рудных тел — в вертикальных. Для большинства месторождений они отбираются из подземных тяжелых горных выработок вне влияния поверхностных условий. Только для месторождения с мощной зоной окисления, представляющей объект самостоятельной отработки, пробы могут быть взяты из канав или мелких шурфов.

Проба составляется из всего объема породы, полученной за две-три уходки одного забоя выработки. Таких проб берется 3—5 в разных местах для характеристики каждого из вышеперечисленных случаев отдельно: разных технологических сортов, неодинаковых вмещающих пород кровли и почвы, различных участков трещиноватости и т. д. Объем взятой пробы измеряется на основании специально проведенных маркшейдерских наблюдений.

С целью установления гранулометрического состава взятой пробы, т. е. данных о кусковатости руды и вмещающих пород, всю пробу подвергают разделению на классы крупности.

Обычно применяются следующие классы крупности:

I. Более 500 мм — куски пород и руды, встречающиеся при отпалке, которые приходится разбивать дополнительно в выработках обычно с применением взрывчатых веществ.

II. От 300 до 500 мм — куски, заклинивающиеся в люках рудоспусков и разбиваемые кувалдой в выработках.

III. От 100 до 300 мм — куски руд и пород, поддающиеся сортировке в выработках, обеспечивающие нормальный выпуск руды из выработок и идущие при необходимости на ватержакетную плавку.

IV. От 50 до 100 мм — куски, обеспечивающие нормальный выпуск породы из выработок и поступающие непосредственно на механизированную сортировку на поверхности, а также в случае необходимости на ватержакетную плавку.

V. От 25 до 50 мм — куски руды и породы, слеживающиеся в выра-

ботках и затрудняющие выпуск руды, в исключительных случаях могут подвергаться механизированной сортировке после грохочения; идут на конверторную плавку.

VI. От 10 до 25 мм — куски, слеживающиеся в выработках, не подающиеся сортировке в производственных масштабах, но иногда имеющие повышенное содержание золота; идут также на конверторную плавку.

VII. Менее 10 мм — сильно слеживающаяся часть мелочи, несортируемая, но, как правило, имеющая более богатое содержание золота; идет в отражательные печи.

Из отобранного материала в выработке отделяются куски руды и пород первого и второго классов; количество их фиксируется и размеры кусков замеряются. Затем они выдаются на поверхность и взвешиваются (каждый класс отдельно).

Вся оставшаяся проба подвергается грохочению и разделяется на указанные выше классы. Пробы всех классов по кусковатости взвешиваются отдельно и подвергаются разборке на руду и пустую породу. Два последних мелких класса общей рудоразборке не подвергаются; самый мелкий (VII) не разбирается совершенно, от VI класса отквартовывается 100 кг материала, подвергающегося разборке.

Руда и отсортированная порода каждого класса взвешиваются. От пустой породы и руды каждого класса для химического анализа отбираются пробы в обычном порядке. От самого мелкого класса проба для анализа отбирается также квартованием, но без сортировки. Произведенные операции позволяют установить кусковатость руды и породы в отбитой горной массе и определить процент выхода каждого класса. Кроме того, это дает возможность определить количество пустой породы, которая может быть удалена путем рудоразборки каждого класса, а также золото в отобранной руде и отсортированной пустой породе.

Для определения общего количества золота в отбитой горной массе и составления полного баланса металла в пробе первые два класса следует подвергнуть дроблению до минус 300 мм, а затем рудоразборке и опробованию.

VI. ДОКУМЕНТАЦИЯ ОПРОБОВАНИЯ

Поскольку при разведке месторождений золота основным назначением горных выработок и скважин является обнажение рудного тела в определенном месте с целью взятия проб, то точная фиксация проб в местах их взятия и перенесение мест их взятия в соответствующем масштабе на графические геологические документы являются неотъемлемой и очень ответственной составной частью опробования.

При взятии пробы в выработке рулеткой точно измеряется расстояние от какой-нибудь опорной топо-маркшейдерской точки или от предыдущей пробы до места взятия данной пробы. Единичные пробы в поверхностных выработках также привязываются к одному из концов канавы. Пробы буровых скважин привязываются к интервалам глубины проходок.

На первичную зарисовку выработки наносятся: место взятия пробы в горных выработках, расположение пробы по отношению к элементам залегания или строения рудного тела, рудного проводника, опробуемого тектонического нарушения или измененной вмещающей породы, а также контуры пробы; при этом измеряются длина, ширина и глубина пробы, которые фиксируются в описании зарисовок выработки, где особо тща-

тельно записываются данные, касающиеся опробования (мощность, минеральный состав, строение рудного тела, наличие видимого золота, характер оруденения вмещающих пород); при опробовании маломощных рудных тел задиркой мощность рудного тела замеряется в нескольких местах.

При взятии в процессе разведки месторождения небольшого количества проб одним пробником каждой пробе присваивается ее порядковый номер, который указывается на зарисовке в описании, а также на этикетке или бирке, помещенной в мешочке, куда положена взятая проба. Если проба помещается в нескольких мешочках, то в каждый из них обязательно должна быть положена этикетка или бирка с номером пробы. Перепутывание номеров проб и мест их взятия всегда влечет за собой неприятности, вызывающие дополнительные расходы.

Если при разведке каждый день отбирается большое количество проб разными пробниками, то каждый из них ежедневно ведет свою нумерацию проб, ставя на первичной этикетке или бирке вместе с номером пробы свою фамилию или инициалы. В тот же день все пробы доставляются в коллекторскую или другое помещение для камеральной работы и заносятся в порядке последовательности в общий журнал опробования (табл. 28). На первой странице журнала помещается схема обработки проб.

Занесение проб в общий журнал опробования ведет тот, кому специально поручена данная работа. При этом пробе присваивается ее окончательный номер, который должен быть сохранен за ней во всех документах на всех стадиях работы и отчетности. Окончательный номер пробы сразу же заносится на первичную зарисовку и описание к ней, а в мешочки с пробой вкладывается новая полная этикетка. На полной этикетке указываются: месторождение, горизонт, название и номер выработки, место взятия пробы, дата ее отбора и подпись производившего пробоотбор. К мешочку, где помещается проба, привязывается деревянная бирка, на которой проставляется номер пробы.

Если проба помещается в нескольких мешочках, то все мешочки связываются вместе. Внутри каждого мешочка должна быть этикетка, а снаружи привязана бирка, причем на бирках, кроме номера пробы, указывают количество мешочков.

После занесения пробы в общий журнал опробования (при обработке первичной геологической документации) пробы с их номерами наносятся на чистовые зарисовки или карточки горных выработок, а также на разрезы буровых скважин. При этом должен заполняться еще журнал опробования рудного тела (табл. 29). Последний составляется отдельно для каждого значительного по размерам рудного тела, из которого берется много проб. Составление этого журнала не исключает необходимости ведения общего журнала опробования.

Такая форма документации облегчает камеральную обработку материалов при значительном объеме разведочных работ и большом количестве рудных тел.

Задокументированная проба направляется в лабораторию для измельчения и анализа. Если лаборатория удалена от месторождения на большое расстояние (это обычно бывает, когда месторождение еще не передано для разработки), то в партии выделяется специальная группа людей для обработки проб с соблюдением тех указаний, которые приведены в соответствующем разделе об обработке проб. В этом случае на

ГЛАВЗОЛОТО МЦМ СССР

Трест, комбинат, контора
Рудник, партия
Месторождение

ЖУРНАЛ ОПРОБОВАНИЯ

Начат 19... г.

Окончен 19... г.

Номера проб

Ответственное лицо, ведущее журнал..... (фамилия)

Начальник партии или главный геолог рудника
(фамилия)

Расчетные веса проб при сечении борозды 5×2 см (пример)

Длина проб в см	Веса проб в г	
	Сульфидные руды (объемный вес 3,2)	Вкрапленные руды (объемный вес 2,8)
1	32	28
2	64	56
3	96	84
4	128	112
5	160	140
6	192	168
7	224	196
8	256	224
9	288	252
10	320	280

№ пробы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
№ паспорта или записки	Название рудного тела, название и номер выработки			Место взятия пробы (расстояние от маркшейдерской точки, устья выработки и т.п.)	Краткое описание опробованной руды или породы	Способ отбора и сечение пробы в см	Длина пробы в см	Расчетный вес пробы по принятому сечению и длине в кг	Фактический начальный вес пробы в кг	Конечный вес пробы в кг	Дата взятия пробы	Фамилия лица, производившего отбор пробы	Номер и дата накладной, сопроводжающей пробу в лабораторию	Номер и дата ведомости с результатом анализа	Золото г/т	Серебро г/т	Результаты анализов					Примечание

ГЛАВЗОЛОТО МЦМ СССР

Трест, комбинат, контора
Рудник, партия
Месторождение

ЖУРНАЛ ОПРОБОВАНИЯ РУДНОГО ТЕЛА

.....
(название и № рудного тела)

Начат 19 .. г.

Окончен 19 .. г.

Номера проб с по

Ответственное лицо, ведущее журнал
(фамилия)

(Вкладные листы)

[illegible]

пробу и ее дубликат составляются две одинаковые этикетки с пометкой на одной, что это дубликат. Последний остается в партии, а проба направляется в лабораторию.

При посылке проб в лабораторию для производства анализов на них составляется накладная в двух экземплярах, которая подписывается лицом, сдающим пробы в лабораторию.

При транспортировке проб в лабораторию должны соблюдаться предосторожности, предотвращающие потерю проб, разрывы мешочков и заражение одних проб другими.

При поступлении проб в лабораторию оба экземпляра накладной должны быть подписаны сдавшим их лицом и ответственным работником лаборатории. Один экземпляр накладной остается в лаборатории с пробами, другой возвращается в партию или ГРО рудника и хранится в деле.

По выполнении анализов лаборатория сообщает их результаты на специальном листе — ведомости (по форме табл. 30). Образец этой ведомости следует направить в лабораторию, производящую анализы, с указанием о необходимости заполнения всех имеющихся в ней граф, в частности 6-й и 7-й.

Полученные из лаборатории результаты анализов заносятся в соответствующую графу общего журнала опробования против номеров данных проб. Эту работу производит обязательно тот, кто ведет общий журнал опробования; она не может быть передована второстепенным, случайным техническим работникам. Общий журнал опробования является основным документом опробования, а следовательно, главным документом результатов разведки. Он должен вестись в прошнурованной и опечатанной книге и храниться наравне с наиболее ответственными документами.

В процессе текущей камеральной обработки содержание золота по результатам анализов выносится в соответствующие места зарисовок, на документационной карточке горных выработок, в разрезы буровых скважин, а также проставляется в журналы опробования рудных тел.

Для документации контрольных проб, которая ведется в процессе опробования, также составляется отдельный журнал (табл. 31), хотя результаты контрольных анализов обязательно заносят в соответствующую графу общего журнала опробования. При так называемом внутреннем контроле те же самые пробы обычно отправляются в лабораторию в зашифрованном виде под другими номерами, которые во избежание путаницы должны быть занесены в журнал контрольных проб, чтобы иметь возможность сличать результаты контрольных и рядовых анализов.

Отдельный журнал составляется также при документации проб, взятых для определения объемного веса, в случае если они берутся в значительном количестве (табл. 32). Каждая взятая проба для определения объемного веса из целика должна оформляться специальным актом.

Кроме того, при обработке данных опробования составляются планы опробования и соответствующие им разрезы и проекции с нанесением данных опробования.

Планы опробования, разрезы и проекции входят в общий комплекс сводных геологических документов, составление которых было рассмотрено выше (глава седьмая). Все сводные документы опробования (планы, разрезы, проекции) составляются, по возможности, в том же масштабе, что и соответствующие им сводные геологические документы. Некоторые из сводных документов опробования, в частности планы, составляют в более крупном масштабе, чем сводные геологические документы. Это обус-

ВЕДОМОСТЬ №

результатов анализов проб

№ п/п.	№ проб	Начальный вес	Конечный вес	Размер навески	Содержание золота в г/т		
					по первому определению	по второму определению	принято лабораторией
1	2	3	4	5	6	7	8

Зав. лабораторией (фамилия)

Аналитик (фамилия)

Результаты анализа принял (фамилия)
(ответственное лицо, ведущее журнал опробования)

ГЛАВЗОЛОТО МЦМ СССР

Трест, комбинат, контора

Рудник, партия

Месторождение

ЖУРНАЛ КОНТРОЛЬНЫХ АНАЛИЗОВ

Начат 19....г.

Окончен 19....г.

Ответственное лицо, ведущее журнал
(фамилия)

Начальник партии или главный геолог рудника
(фамилия)

№ п.п.	№ проб	Вид контроля (внешний, внутренний)	Лаборатория, производящая анализы, и дата их выполнения	Содержание золота по данным первичных анализов в г/т			Дата отправки проб для контрольных анализов	Шифр (номер) пробы при отправке в лабораторию для контроля	Лаборатория, производящая анализы, и дата их выполнения	Содержание золота по данным контрольных анализов в г/т		
				по первому определению	по второму определению	принятое лабораторией				по первому определению	по второму определению	принятое лабораторией
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Пр и м е ч а н и е. Первые десять граф журнала заполняются при отправлении проб на контрольные анализы; остальные графы заполняются по получении ведомости результатов контрольных анализов.

ГЛАВЗОЛОТО МЦМ СССР

Трест, комбинат, контора

Рудник, партия

Месторождение

ЖУРНАЛ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ОБЪЕМНОГО ВЕСА РУДЫ

Начат 19...г.

Окончен 19...г.

Ответственное лицо, ведущее журнал
(фамилия)

Начальник партии или главный геолог рудника
(фамилия)

Если определения объемного веса производились работниками партии или ГРО рудника, то наряду с заполнением журнала в отдельной тетради записываются результаты всех измерений и взвешиваний, выполненных в процессе определения объемного веса каждой пробы или образца, а также расчет полученной его величины.

Если определения производились способом выемок, то указываются: размеры и объем выемки, где отбирался материал для определения объемного веса; вес сырой руды, взятый в выемке, и ее объемный вес; номер пробы на влажность, ее вес до и после просушивания и вычисленная влажность; расчет объемного веса сухой руды.

Тетрадь с этими сведениями хранится вместе с журналом. Внесенные в нее данные должны быть подписаны лицом, производившим определения, по каждой партии проб в отдельности.

ловлено техническими причинами — необходимостью выписывать на чертеже на близком расстоянии друг от друга большое количество цифр.

На сводные документы опробования на основании точной топо-маркшейдерской привязки, соответствующей масштабу чертежа, наносятся точки взятия проб, их номера, содержания золота и мощность рудного тела или длина пробы, к которой относятся данные содержания. Обычно номер пробы ставится около точки, обозначающей место взятия пробы; против него проводится черта, над которой выписывается цифра содержания золота в граммах на тонну, а под чертой — цифра мощности рудного тела в сантиметрах.

На всех оригиналах графических документов данные опробования, как правило, наносятся красной тушью.

Как уже указывалось в разделе, посвященном составлению геологических карт поверхности (глава седьмая), если проб много и большое количество цифр не умещается на чертеже непосредственно около точки взятия пробы, то их номера, цифры содержаний и мощностей могут быть вынесены в сторону с помощью указательных линий. В некоторых случаях около точек взятия проб ставятся только их номера, а цифры содержаний и мощностей выписываются сбоку того же чертежа на отдельную таблицу.

Планы опробования являются основными документами для оконтуривания рудных тел при подсчете запасов, а также для направления горных выработок при разведке и разработке месторождений. Они служат также основным документом для контроля за правильностью отработки месторождения.

Планы опробования должны составляться в самом начале работ по опробованию месторождения и систематически пополняться не реже, чем раз в месяц, в процессе всей разведки и разработки месторождения.

VII. КОНТРОЛЬ ОПРОБОВАНИЯ

В процессе опробования могут возникнуть погрешности, снижающие достоверность его результатов. Поэтому необходимы контроль за производством всех операций и наблюдение за величиной возникающих погрешностей.

Под погрешностью пробы понимается разница между показанием анализа пробы и действительным содержанием полезных компонентов в той части рудного тела, которая должна была бы быть взята из целика в пробу в соответствии с принятым сечением борозды или принятыми размерами выемки для пробы другого типа.

Отклонение содержания золота той части рудного тела, которая отбирается в пробу, от содержания в рудах всего участка, тяготеющего к этой пробе, является следствием изменчивости оруденения. Это отклонение не является погрешностью пробы и относится к понятию о представительности пробы.

Погрешности проб разделяются на случайные и систематические. Первые при опробовании рудного тела искажают показания одних проб в сторону завышения против действительного содержания, показания других — в сторону занижения. Систематические погрешности искажают показания преобладающего большинства проб на данной стадии работы в одну и ту же сторону.

Особенностью случайных погрешностей является их способность взаимопогашаться при вычислении среднего содержания по ряду, составленному из результатов большого количества единичных проб. При малом числе отдельных проб случайные погрешности погашаются в меньшей степени, сильно влияя на величину среднего содержания при его вычислении. При большом количестве их влияние менее сильно. Путем подбора соответствующего количества проб влияние случайных погрешностей на величину среднего можно в любой мере ограничить, а в ряде случаев практически устранить. Влияние случайных погрешностей нельзя устранить и не следует ограничивать путем введения каких-либо поправочных коэффициентов.

Систематические погрешности влияют на величину среднего содержания, вычисленного по ряду проб, в такой же мере, в какой они искажают, в среднем, показания отдельных проб. Размер искажения среднего содержания за счет влияния систематических погрешностей, в отличие от влияния случайных погрешностей, не зависит от количества проб. Следовательно, оно не может регулироваться взятием большого количества проб. Влияние систематических погрешностей в известных условиях может быть устранено путем введения поправочных коэффициентов.

Контроль опробования в целом разделяется на контроль пробоотбора, контроль обработки проб, контроль анализов и общий контроль опробования.

В первую очередь контролю подвергаются результаты анализов проб, которыми устанавливается содержание золота в руде, поскольку анализами в окончательном виде реализуются показания всего процесса опробования.

1. Контроль анализов

Результаты анализов проб на золото, а также сопутствующие ему полезные компоненты, должны контролироваться. Представление в ГКЗ объективных данных контроля, свидетельствующих об удовлетворительном качестве анализов, является обязательным условием утверждения запасов.

Контроль анализов проводится с целью установления размера случайных погрешностей определения данной лабораторией содержания металла в пробах и выяснения наличия или отсутствия систематических погрешностей.

Размер случайных погрешностей определяется путем производства контрольных анализов в той же лаборатории, которая выполняет массовые анализы, используемые при подсчете запасов; это называется *внутренним контролем анализов*. Наличие или отсутствие систематических ошибок выясняется контрольными анализами в арбитражной или другой достаточно авторитетной лаборатории, не участвующей в производстве анализов всей массы проб данного месторождения; это называется *внешним контролем*.

В стационарных разведочных партиях и на действующих рудниках контрольные анализы необходимо вести систематически. На тех объектах, где за год отбирается более 1500—2000 проб, следует ежемесячно направлять в арбитражную лабораторию 12—15 проб и такое же количество

контрольных анализов производить в лаборатории, выполняющей основные анализы. На объектах с меньшим объемом опробования нужно контролировать 5—10% их общего количества проб, но не менее 50—60 проб ежегодно.

По окончании каждого календарного месяца в целях внутреннего контроля в лаборатории отбираются по заранее заготовленному списку остатки проб из числа подвергнутых ею анализам в течение этого месяца, в количестве 10—12 на крупных месторождениях; на мелких объектах — по 10—12 проб в течение каждого двух-трех месяцев. Номера этих проб должны быть зашифрованы (заменены новыми, неизвестными лаборатории) и занесены в журнал контрольных проб, затем пробы возвращаются в лабораторию для контрольных анализов.

Мерой, характеризующей абсолютный размер случайной погрешности, служит средняя величина полуразности между показаниями первичных и контрольных анализов.

В пределах одного и того же сорта руд величина погрешности лаборатории обычно зависит от содержания золота в рудах. При малом содержании абсолютная величина погрешности, т. е. величина погрешности, выраженная в тех же единицах, что и содержание, обычно мала. Относительная же величина погрешности, выражаемая в процентах к содержанию, при малом содержании золота высока. При высоких содержаниях, наоборот, велика абсолютная и сравнительно мала относительная погрешность.

Поэтому при обработке результатов внутреннего контроля анализов пробы каждого сорта руд следует обязательно разделять по величине содержания в них золота на классы и вычислять размер погрешности для каждого класса в отдельности.

Размеры классов лучше всего установить с таким расчетом, чтобы содержание золота на границах классов возрастало в геометрической прогрессии, при этом объединив все пробы с содержанием, меньшим 1 г/т, в один общий класс с нижней границей, равной нулю (см. первый столбец табл. 33). Разбивка проб на классы производится по величине содержания золота в контролируемых пробах.

Средние значения случайных погрешностей не должны превышать размеров, указанных в табл. 33, в противном случае качество анализов признается неудовлетворительным.

Пример обработки материалов внутреннего контроля анализов руд с мелким золотом приведен в табл. 34. Средние значения полуразностей, показанных в этой таблице, не выходят из пределов, помещенных в табл. 33, за исключением класса 16—64 г/т, где всего 2 пробы. Таким образом, в приведенном примере случайные погрешности, имеющие место при производстве анализов на золото в контролируемой лаборатории, следует считать допустимыми.

Представление материалов внешнего контроля, дающих исчерпывающий ответ по вопросу о наличии или отсутствии систематической погрешности анализов, положенных в основу подсчета, является обязательным условием утверждения запасов ГКЗ. При отсутствии внешних контрольных анализов или недостаточном числе их запасы, как правило, ГКЗ не утверждаются.

Примерные пределы допустимого размера случайных погрешностей анализов проб на золото

Содержание золота в г/т (от—до)	Допустимый размер случайных погрешностей анализов					
	Пробы руд с тонким дисперсным золотом, главным образом в сульфидах		Пробы руд со средним по крупности золотом в сульфидах и кварце (до 0,4—0,6 мм)		Пробы руд с крупным, часто видимым золотом, главным образом в кварце	
	г/т	в %	г/т	в %	г/т	в %
0—1	не более 0,2	20	не более 0,4	40	не более 0,6	60
1—4	0,2—0,4	20—10	0,4—0,8	40—20	0,6—1,2	60—30
4—16	0,4—0,8	10—5	0,8—1,6	20—10	1,2—2,4	30—15
16—64	0,8—1,6	5—2,5	1,6—3,2	10—5	2,4—4,8	15—7,5
Более 64	—	2,5	—	5	—	7,5

Если материалы внешнего контроля достаточно отчетливо указывают на систематические погрешности анализов, использованных при подсчете, но не обеспечивают возможности установления вполне надежного поправочного коэффициента, то запасы также не утверждаются.

Таблица 3

Пример обработки материалов внутреннего контроля анализов руд на золото

Основные анализы		Контрольные анализы		Среднее между анализами	Отклонение от среднего (полураз- ность)
№ проб	Содержание г/т	№ проб	Содержание г/т		
Пробы с содержанием золота от 0 до 1 г/т					
24	0,65	414	1,01	0,82	0,18
32	0,80	417	0,60	0,70	0,10
36	0,73	469	0,60	0,66	0,06
55	0,56	445	0,60	0,58	0,02
61	сл.	441	сл.	сл.	0,00
63	0,93	442	0,40	0,66	0,27
72	0,50	412	1,00	0,75	0,25
115	0,46	454	0,40	0,43	0,03
125	0,60	450	0,60	0,60	0,00
146	0,46	421	1,33	0,90	0,44
278	сл.	401	сл.	сл.	0,00
323	сл.	432	1,20	0,60	0,60
340	0,13	434	сл.	0,06	0,06
282	1,33	400	0,66	1,00	0,34
14	7,15	14	8,39	7,76	2,35
Среднее	0,51	—	0,59	0,55	0,16

Продолжение табл. 34

продолжение табл. 34

Основные анализы		Контрольные анализы		Среднее между анализами	Отклонение от среднего (полуразность)
№ проб	Содержание г/т	№ проб	Содержание г/т		
Пробы с содержанием золота от 1 до 4 г/т					
1	1,13	408	0,90	1,02	0,12
22	2,88	411	1,00	1,94	0,94
23	1,46	413	1,67	1,56	0,11
25	0,60	415	2,07	1,84	0,74
38	1,53	449	1,66	1,60	0,06
43	2,50	447	2,50	2,50	0,00
46	3,00	448	2,80	2,90	0,10
51	2,26	446	2,10	2,18	0,08
54	1,46	445	1,73	1,60	0,13
62	2,26	443	0,60	1,43	0,83
70	1,46	416	1,30	1,38	0,08
71	2,13	404	3,10	2,61	0,44
89	1,60	457	1,47	1,04	0,06
107	1,23	456	0,80	1,92	0,22
116	1,00	419	1,47	1,24	0,24
117	1,53	455	1,50	1,51	0,01
120	0,48	453	5,13	2,80	2,28
124	1,06	452	1,10	1,08	0,02
125	1,86	451	1,40	1,63	0,23
161	1,50	425	2,13	1,81	0,32
245	2,86	402	3,11	2,98	0,12
166	3,20	426	4,80	4,00	0,80
363	1,12	438	1,26	1,19	0,07
369	1,70	439	1,33	1,51	0,19
76	3,86	444	4,00	3,93	0,07
153	3,06	422	4,00	3,53	0,47
360	2,26	436	4,26	3,26	1,00
330	3,20	433	3,00	3,10	0,10
28	51,19	28	62,19	58,19	9,83
Среднее	1,82		2,22	2,07	0,35
Пробы с содержанием золота от 4 до 16 г/т					
8	4,53	406	3,90	4,22	0,32
39	5,20	418	6,70	5,95	0,75
121	3,30	420	5,67	4,48	1,19
159	0,76	423	9,60	5,18	4,42
160	4,46	424	6,73	5,59	1,13
265	6,23	467	2,00	4,12	2,12
284	5,76	462	7,33	6,54	0,78
371	3,72	440	5,22	4,47	0,75
312	2,16	431	6,00	4,08	1,92
65	7,06	409	7,00	7,03	0,03
287	6,30	408	6,38	6,59	0,29
242	11,10	468	4,16	7,63	3,47
6	8,26	407	8,20	8,23	0,03
169	13,46	427	15,20	14,33	0,87
277	8,40	459	8,66	8,58	0,13
279	13,60	466	11,33	12,46	1,13
288	14,66	461	14,66	14,66	0,00
358	9,26	435	8,93	9,10	0,17
361	14,26	437	9,56	11,90	2,35
19	142,48	19	137,73	140,14	21,85
Среднее	7,49		7,25	7,37	1,11

Основные анализы		Контрольные анализы		Среднее между анализами	Отклонение от среднего (полуразность)
№ проб	Содержание г/т	№ проб	Содержание г/т		
Пробы с содержанием золота от 16 до 64 г/т					
269	28,10	463	33,50	31,30	2,70
275	16,80	465	17,00	16,90	0,10
2	44,90	2	50,50	48,20	2,80
Среднее	22,45		25,25	24,10	1,40
По всем пробам					
63	245,72	63	258,81	254,29	36,83
Среднее	3,90		4,11	4,03	0,58

В связи с изложенным систематический внешний контроль анализов и тщательная обработка материалов его имеют особо важное значение.

Способ обработки материалов внешнего контроля анализов показан в табл. 35, где приведено сопоставление результатов анализов 60 проб, сделанных контролируемой лабораторией рудника, с результатами контрольных анализов тех же проб, выполненных контрольной лабораторией.

Среднее содержание $\bar{C}$, вычисленное по анализам лаборатории рудника, равно здесь 31,09 г/т, среднее содержание по контрольным анализам $\bar{C}_k = 30,05$ г/т, а разность между ними $\bar{C} - \bar{C}_k = 1,04$ г/т, что составляет приблизительно 3,5% по отношению к $\bar{C}_k$.

В табл. 35 проставлены знаки разности $\Delta = C - C_k$ (четвертый столбец) между содержаниями золота, показанными для одних и тех же проб контролируемой (C) и контрольной (C_k) лабораториями. Величины этих разностей помещены в пятом столбце таблицы. Внизу таблицы указано общее количество положительных и отрицательных знаков разности и количество случаев равенства $C = C_k$.

Из 60 подсчитанных разностей $C - C_k$ положительный знак имеют 43 разности, отрицательный — 13 разностей, в четырех случаях $C = C_k$ и разности равны нулю.

Руководствуясь только полученной сравнительно небольшой величиной разности $\bar{C} - \bar{C}_k$, можно было бы прийти к выводу об отсутствии систематического расхождения между показаниями сопоставляемых анализов. Однако очень большое превышение количества положительных значений разности, подсчитанных по отдельным пробам, над отрицательными (в 3,3 раза) дает основание предположить наличие систематических ошибок в одном из сопоставляемых рядов определений. Если достоверность определений контрольной лаборатории не вызывает никаких сомнений, то полученное соотношение количества положительных и отрицательных значений разности дает основание сомневаться в достоверности анализов контролируемой лаборатории.

Справедливость предположения о систематических (в данном случае положительных) ошибках анализов контролируемой лаборатории, при отмеченном соотношении количества противоположных знаков разностей (43 плюс и 13 минус), является весьма вероятной, но не может считаться вполне доказанной. Для более полного освещения вопроса следует оценить вероятность случайного

происхождения наблюдаемого соотношения знаков разности методами, применяемыми в математической статистике.

Для этого сначала распределим случаи равенства $C = C$ и $\Delta = 0$ между положительными и отрицательными значениями Δ пропорционально наблюдаемой их частоте (количеству) и, таким образом, вычислим исправленные величины этих частот.

Обозначив через n общее количество сопоставляемых пар проб, а через m количество (частоту) положительных значений разности, заметим, что количество отрицательных значений будет $n - m$.

Исправленная величина m в рассматриваемом примере будет:

$$m = 43 + \frac{4 \times 43}{43 + 13} = 43 + \frac{172}{56} = 46,07.$$

Исправленная величина $n - m = 60 - 46,07 = 13,93$.

Допустим теперь, что наблюдаемые разности между показаниями сравниваемых рядов проб являются случайными, т. е. систематические различия этим рядам проб не свойственны. При этом допущении вероятность иметь положительное значение разности $C - C_k$ в каждой данной паре проб — P и вероятность отрицательного значения ее — q равны друг другу и каждая порознь равны 0,5, так что:

$$P = q = 0,5 \text{ и } P + q = 1.$$

Вероятность значений m меньше, чем наблюдаемая величина ее, равная 46,07, обозначаемая $P(m < 46,07)$, будет

$$P(m < 46,07) = \Phi(t),$$

где:
$$t = \frac{m - \frac{n}{2}}{\sigma_m};$$

$$\sigma_m = \sqrt{n \cdot p \cdot q}.$$

В приведенном примере

$$\sigma_m = \sqrt{60 \times 0,5 \times 0,5} = 3,87$$

и

$$t = \frac{46,07 - \frac{60}{2}}{3,87} = 4,15$$

Вероятность, соответствующая найденному значению t , отыскивается в таблицах значений $P(\alpha \leq t)$ (Каллистов, 1952). Значению $t = 4,15$ отвечает вероятность 0,99999. Подсчитанная величина вероятности означает, что в случае отсутствия систематических расхождений между сравниваемыми рядами проб при $n = 60$ с вероятностью 0,99999 можно ожидать, что количество положительных значений разности $\Delta = C - C_k$ будет меньше наблюдаемых в рассмотренном опыте 46,07 разностей с этим знаком. Следовательно, вероятность обратного случая получить в результате сопоставления больше, чем 46,07 разностей, с положительным знаком $P(m > 46,07)$ будет равна $1 - 0,99999$, т. е. 0,00001. Вероятность 0,00001 весьма мала; следовательно, наблюдаемое количество положительных знаков разности в отсутствие систематических расхождений между сопоставляемыми рядами проб было бы невозможным. Поэтому оно может быть объяснено только систематической ошибкой, наличие которой таким путем является установленным.

В данном случае установленная систематическая ошибка, равная 3,5%, ввиду небольшой ее величины не является основанием для отказа от утверждения запасов, тем более что контрольные анализы производились не в арбитражной, а в рудничной лаборатории того же приблизительно типа, что и лаборатория, производившая основные анализы. Если же величина ошибки оказалась бы более существенной, то наличие ее могло бы послужить препятствием, не позволяющим утвердить запасы.

При решении задач по схеме табл. 35 вполне обоснованным доказательством наличия систематической ошибки в математической статистике считают величину $t = 3,0$. При оценке результатов контроля анализов достаточным доказательством наличия систематической ошибки можно считать вероятность $P = 0,99$ и соответствующую ей величину $t = 2,33$ или, округляя, 2,3.

Таблица 35

Способ обработки материалов внешнего контроля анализов

№ п/п.	Содержание золота по анализам контролируемой лаборатории C	Содержание золота по анализам контрольной лаборатории C_k	Разность между показаниями лабораторий в содержании отдельных проб $C - C_k$		№ п/п.	Содержание золота по анализам контролируемой лаборатории C	Содержание золота по анализам контрольной лаборатории C_k	Разность между показаниями лабораторий в содержании отдельных проб $C - C_k$	
			Знак	Абсолютная величина				Знак	Абсолютная величина
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	15,8	13,6	+	2,2	31	26,6	28,8	—	2,2
2	21,9	15,2	+	6,7	32	4,8	2,8	+	2,0
3	1,4	0,4	+	1,0	33	73,2	74,1	—	0,9
4	50,0	58,4	—	8,4	34	77,2	73,6	+	3,6
5	0,9	0,2	+	0,7	35	0,9	0,2	+	0,7
6	55,2	47,4	+	7,8	36	0,2	сл	+	0,2
7	1,0	сл	+	1,0	37	1,3	0,6	+	0,7
8	34,0	30,2	+	3,8	38	20,4	17,4	+	3,0
9	1,5	0,5	+	1,0	39	14,8	21,9	—	7,1
10	0,8	0,4	+	0,4	40	8,2	6,4	+	1,8
11	0,9	0,9	=	0,0	41	45,4	39,0	+	6,4
12	1,1	сл	+	1,1	42	0,8	0,4	+	0,4
13	2,5	1,0	+	1,5	43	13,4	13,4	=	0,0
14	1,6	1,4	+	0,2	44	26,0	21,8	+	4,2
15	13,6	14,8	—	1,2	45	10,1	10,2	—	0,1
16	0,9	0,8	+	0,1	46	20,8	18,8	+	2,0
17	3,5	1,6	+	1,9	47	10,8	9,0	+	1,8
18	22,4	20,8	+	1,6	48	166,0	149,6	+	16,4
19	2,0	5,6	—	3,6	49	23,9	21,8	+	2,1
20	0,8	0,4	+	0,4	50	1,7	1,8	—	0,1
21	11,7	10,6	+	1,1	51	1,6	0,7	+	0,9
22	91,2	99,5	—	8,3	52	634,0	654,0	—	20,0
23	1,0	0,8	+	0,2	53	1,1	0,6	+	0,5
24	1,5	2,2	—	0,7	54	2,5	0,8	+	1,7
25	1,0	0,5	+	0,5	55	1,1	0,4	+	0,7
26	0,5	0,2	+	0,3	56	56,4	64,0	—	7,6
27	84,0	64,0	+	20,0	57	2,1	2,1	=	0,0
28	152,8	136,8	+	16,0	58	4,2	4,2	=	0,0
29	3,8	4,8	—	1,0	59	1,9	1,4	+	0,5
30	27,6	25,8	+	1,8	60	7,2	4,2	+	3,0
					1865,5		1802,8	+123,9	
					31,09		30,05	— 61,2	
								+ 62,7	

$$C - \bar{C}_k = 31,09 - 30,05 = 1,04$$

Положительных значений разности	43 случая
Отрицательных » »	13 случаев
Равенства $C = C_k$	4 случая
60 случаев	

Сумма положительных значений разности	123,9
» отрицательных » »	61,2

Общая сумма 62,7

Среднее значение разности 1,04

При величине t , большей 1,65 (вероятность 0,95), но меньшей 2,3 (вероятность 0,99), анализы следует взять под сомнение и увеличить число контрольных анализов до такого количества, при котором t либо достигнет 2,3 и вполне ясно укажет на наличие систематической ошибки, либо снизится до величины, меньшей 1,65, что позволит считать наблюдаемые расхождения случайными.

Если по величине коэффициента t и соответствующей ему вероятности наличие систематической ошибки считается установленным, то контролируемые анализы в отдельных случаях могут быть использованы с поправочным коэффициентом F . Однако это допустимо только в том случае, если в ГКЗ могут быть представлены данные, позволяющие установить, что введение поправочного коэффициента действительно устраняет систематические ошибки анализов и придает показаниям их необходимую достоверность. Обоснования возможности использования при подсчете запасов результатов анализов, которым свойственны систематические ошибки (с применением к ним поправочного коэффициента), могут считаться достаточными при следующих условиях:

а) Величина поправочного коэффициента была надежно обоснована контрольными анализами.

б) Контрольные анализы производились систематически и в достаточном количестве в течение всего периода опробования, материалы которого используются при подсчете запасов данного месторождения. Это требуется для того, чтобы обработку материалов контроля возможно было произвести отдельно по разным отрезкам времени, слагающим указанный период. Раздельная по времени обработка материалов контроля позволит установить, какие из имеющихся анализов являются верными и каким анализам свойственна систематическая ошибка. При этом можно будет также выявить величину поправочного коэффициента и установить степень ее устойчивости.

в) Величина поправочного коэффициента, которая относится к различным периодам производства анализов, нуждающихся в поправке, должна быть устойчивой. При больших колебаниях поправочного коэффициента во времени запасы, подсчитанные с применением его, не могут быть утверждены ГКЗ.

г) Лаборатория, выполняющая внешние контрольные анализы, должна быть вполне авторитетной в производстве анализов руд тех типов, пробы которых ей направляются для контроля.

Предприятия золото-платиновой промышленности, входящие в состав того или иного треста или комбината, обычно направляют пробы для контрольных анализов в лабораторию другого треста или комбината той же промышленности. При этом иногда не учитывается состав руд, массовые анализы которых составляют основной объем работы лаборатории, избранной в качестве контрольной, что в ряде случаев сопровождается неблагоприятными последствиями.

Рудничные лаборатории чаще всего выполняют массовые анализы проб какого-либо одного месторождения, или группы в общем однотипных месторождений, характеризующихся сравнительно постоянным минералогическим составом руд. Накапливая большой опыт работы над рудами данного типа, некоторые рудничные лаборатории производят анализы высокого качества. Однако это не является гарантией того, что анализы руд другого состава, с которым данная лаборатория мало знакома, будут выполнены ею столь же высококачественно. Поэтому для контрольных анализов пробы следует направлять в те лаборатории, которые в своей массовой продукции имеют дело с рудами приблизительно аналогичного

типа, что и руды, пробы которых должны быть подвергнуты контрольным анализам.

Направляя пробы для контрольных анализов в лаборатории различных научно-исследовательских институтов, также следует учитывать основной профиль работы этих лабораторий.

2. Контроль обработки проб

Кроме систематического контроля и руководства технической частью обработки проб с целью предупреждения возможных случаев обогащения одних проб за счет других, необходим специальный контроль обработки проб для выяснения возможных случайных, и систематических погрешностей. Он обязателен на действующих рудниках и в разведочных партиях с крупным объемом опробования (свыше 500 проб в год). На действующих рудниках он повторяется ежегодно, если наличие тех или иных погрешностей было установлено ранее хотя бы один раз.

Материалы контроля должны прилагаться к подсчетам запасов, представляемых на утверждение ГКЗ.

В разведочных партиях с небольшим объемом опробования в тех случаях, когда не представляется возможным совместить специальные пробы для контроля обработки с пробами для технологических испытаний, можно ограничиться особо тщательным производством операций обработки проб, исключая возникновение систематических погрешностей, и повседневным наблюдением за выполнением этих операций.

Случайные погрешности. Размер случайных погрешностей обработки проб выявляется путем испытания, которому подвергаются 15—25 проб, взятых в процессе текущего опробования или же специально отобранных. Испытание каждой пробы состоит в следующем.

Проба измельчается до той степени крупности, которая предусмотрена в первом приеме дробления схемой обработки рядовых проб, после этого перемешивается и делится путем квартования или делителем Джонса на две равные части. Каждая часть обрабатывается затем как самостоятельная проба по той же схеме и при том же значении K уравнения $q = Kd^2$, которое принято при обработке рядовых проб. Полученные таким образом две опытные пробы после обработки направляются для анализа в ту же лабораторию, где анализируются прочие пробы данного месторождения. По получении анализов подсчитываются среднее арифметическое из содержаний обеих проб опытной пары и полуразность между ними. Она условно принимается как величина, характеризующая собой размер абсолютной случайной погрешности обработки и анализа этих проб. Та же полуразность, выраженная в процентах по отношению к среднему, рассматривается как величина, характеризующая размер относительной погрешности обработки и анализов.

Результаты испытания опытных проб сводятся в виде таблицы. По столбцам ее вычисляются для всего ряда опытных проб средние арифметические величины: содержания, абсолютной погрешности и относительной погрешности.

Точность обработки проб считается достаточной, если выявленная испытаниями средняя относительная погрешность обработки и анализа не более чем на 15—20% превышает допустимую среднюю относительную погрешность анализов (см. табл. 33). При большем превышении точность обработки признается недостаточной. В целях повышения точности обработки должно быть увеличено значение коэффициента K уравнения

$q = Kd^2$; схема обработки в связи с этим должна быть изменена и проверена новыми испытаниями.

Однако и заведомо достаточная величина K при обычной обработке проб руд, характеризующихся наличием крупного и ковкого самородного золота и самородного серебра, не исключает возможности появления высокой погрешности. Причиной ее может явиться отставание измельчения частиц золота и серебра от измельчения других минералов и их агрегатов.

В целях предотвращения погрешностей, связанных с наличием в руде свободного ковкого золота, при обработке проб следует внимательно просматривать материал, остающийся на ситах при контрольном просеивании, которым сопровождается каждый прием измельчения. Обнаруживающиеся при этом золотишки извлекают из пробы и взвешивают. Должна взвешиваться и сама проба в тех стадиях обработки, в которых были обнаружены золотишки. Все извлеченное золото учитывается при вычислении содержания пробы.

При большом количестве в рудах крупных золотишек применяют способы обработки проб, предусматривающие извлечение из них свободного металла (см. выше раздел «Обработка проб»).

Систематические погрешности. Контрольные работы, проводимые для выявления систематической погрешности обработки проб, а также размера погрешности, состоят в следующем:

а) Собираются остатки от сокращения достаточно большого количества (не менее 30—40) рядовых проб, которые затем объединяются и используются в качестве контрольной пробы.

б) Пробы, из остатков от сокращения которых составлена контрольная проба, анализируются в лаборатории, производящей анализы рядовых проб данного месторождения.

в) Вычисляются разности $\Delta = C - C_k$ между содержаниями отдельных контролируемых проб C и содержанием контрольной пробы C_k . Подсчитывается количество положительных и отрицательных знаков разности. По соотношению количества положительных и отрицательных разностей вычисляется величина коэффициента вероятности t по формулам, приведенным в разделе о контроле анализов. В зависимости от величины t делается вывод о наличии или отсутствии систематической погрешности обработки проб.

Если результаты испытаний установят наличие систематической погрешности обработки, то немедленно должны быть приняты меры по улучшению качества выполнения всех операций процесса обработки, а также усилен контроль за ними. После этого испытания повторяются.

К показаниям проб, обработанным до проведения этих мероприятий, вводится поправка, равная отношению $\frac{C_k}{C}$; наиболее же ответственные участки месторождения опробуются заново. Использование проб с применением поправочного коэффициента допускается в этом случае только при соблюдении условий, перечисленных при рассмотрении поправочного коэффициента в контроле анализов.

Достаточно правильное в целях контроля определение содержания золота в контрольной пробе может быть осуществлено путем извлечения содержащегося в ней металла в условиях обоганительной или металлургической лаборатории. Эту работу целесообразнее совмещать с предварительными технологическими испытаниями, проведение которых являет-

ся необходимым условием для утверждения в ГКЗ запасов разведываемых и еще не разрабатывающихся золоторудных месторождений. Если упомянутые испытания производятся, то технологическую пробу для них можно составлять из остатков от сокращения контролируемых рядовых химических проб. Последние отбираются в пунктах, удовлетворяющих требованиям отбора технологической пробы, которая одновременно является и контрольной пробой по обработке химических проб.

На разрабатываемых месторождениях точное определение содержания золота в контрольной пробе может быть произведено в лаборатории обогатительной фабрики или металлургического завода, где перерабатываются руды данного месторождения.

3. Контроль пробоотбора

Правильность взятия проб в выработках определяет все дальнейшие результаты опробования и должна проверяться на месте геологом и главным геологом рудника (партии).

По окончании отбора проб в каждой выработке или части её геолог осматривает опробованную поверхность рудного тела и проверяет соответствие границ интервалов опробования с геологическим строением участка и характером оруденения; фактическое местоположение проб сверяется с показанным на зарисовке.

Правильность отбора проб проверяется по оставшимся следам проб на стенках выработок, наблюдением за процессом производства пробоотбора и периодическим контрольным опробованием наиболее ответственных пересечений рудного тела выработками.

Вес проб, записанный в журнал опробования, сравнивается с теоретическим весом проб, имеющих определенную длину, которая указана на лицевой стороне журнала. При обнаружении значительных расхождений проба бракуется и отбирается заново.

Наряду с систематическим контролем пробоотбора производится также выборочный контроль опробования. Пробы для выборочного контроля намечаются геологом по мере поступления результатов анализов.

Поступившие результаты анализов выносятся на зарисовки выработок и скважин, а также в журналы опробования и буровые журналы.

Геолог должен просмотреть пополненные таким путем зарисовки выработок и колонки по скважинам с точки зрения соответствия полученного результата анализа составу опробованной породы.

В случае несоответствия полученного результата анализа какой-либо пробы составу и степени минерализации породы, указанным на зарисовке и в геологическом описании, геолог обязан осмотреть место взятия пробы, если она отобрана в выработке, или оставшуюся половину керна, если проба составлена из керна. Если осмотр подтвердит правильность описания и зарисовки опробованной породы, то проба подвергается повторному анализу в порядке внутреннего контроля. В случае обнаружения ошибки или неточности документации представленного пробой участка вносятся соответствующие исправления и дополнения. Если с учетом этих изменений расположение взятой пробы оказывается неправильным, то опробование представляемого ею интервала производится заново.

Наряду с указанными общеобязательными мероприятиями по контролю результатов отбора проб в ряде случаев возникает необходимость в проведении специальных контрольных работ для проверки правильно-

сти этой стадии опробования. Специальный контроль отбора проб осуществляется в следующих случаях:

а) При очень больших расхождениях между результатами опробования разведочных и подготовительных выработок с результатами опробования очистных выработок по отдельным блокам. В этом случае контролируют представительность проб, отбираемых принятым на месторождении способом, для выявления размеров случайных погрешностей.

б) При испытаниях новых, ранее не применявшихся на данном месторождении способов отбора проб, по являющихся более производительными или более удобными в условиях этого месторождения. В этом случае контрольное опробование в первую очередь должно выяснить вопрос: может ли испытываемый способ отбора проб обеспечить получение результатов опробования, свободных от систематических ошибок.

в) При наличии указаний на значительные односторонние расхождения между результатами опробования с применением принятого способа отбора проб и результатами эксплуатации. В этом случае целью контроля также является выяснение вопроса о систематических погрешностях отбора проб принятым способом.

Контроль результатов опробования в целях получения данных для характеристики размера случайных погрешностей отбора проб может быть выполнен многими способами. Наиболее наглядные результаты дает следующий способ:

При опробовании одного или нескольких участков месторождения после отбора каждой очередной пробы принятым способом берется вторая контрольная проба тем же способом. Размеры рядовой и контрольной проб должны быть одинаковыми. Выемка контрольной пробы должна быть вложена в выемку рядовой пробы или же располагаться рядом, по возможности соприкасаясь с нею.

В процессе контрольного опробования берется не менее 100 сдвоенных таким путем пар проб. Результаты контроля следует обрабатывать по схеме обработки данных внутреннего контроля анализов, показанной в табл. 34.

В таком же порядке выполняется контроль отбора проб для выявления систематических погрешностей, лишь с той разницей, что контрольные пробы берутся не тем способом, который подвергается контролю, а другим, более точным. В отдельных случаях контроль может быть осуществлен тем же способом, которым отбираются рядовые пробы, но размеры контрольных проб должны быть больше. Если контролю подвергается бороздовый способ пробоотбора, то контрольным способом может служить задииковый способ или борозда увеличенного сечения (в 5—10 раз больше по сравнению с нормальным). Для пунктирных проб контрольными пробами могут быть бороздовые пробы нормального размера, для точечных проб — задииковые.

Обработка материалов контроля может выполняться по схеме обработки данных внешнего контроля анализов, приведенной в табл. 35.

В случае, если результаты контроля выявляют систематические погрешности отбора проб контролируемым способом, при опробовании месторождения необходимо перейти к другому, более надежному способу. Ранее полученные данные опробования могут быть использованы с применением поправочного коэффициента при соблюдении тех же условий, при которых допускается использование анализов с введением поправок.

4. Общий контроль результатов опробования

Общий контроль проводится в целях проверки правильности конечных результатов всего процесса опробования (без выявления ошибок отдельных операций) и выяснения вопросов о наличии или отсутствии систематических ошибок. Определение величины случайных погрешностей не входит в задачу общего контроля.

Общий контроль опробования осуществляется сопоставлением результатов опробования отдельных участков месторождения в разведочных и подготовительных выработках с данными контрольного валового опробования тех же участков. Он может выполняться также сопоставлением данных опробования разрабатываемых рудных тел в очистных выработках с результатами переработки добытых руд на фабрике или заводе в процессе разработки месторождения.

При проведении контроля работы по опробованию необходимо организовать с таким расчетом, чтобы на основании его данных среднее содержание золота характеризовало не только рудное тело, но всю рудную массу, поступающую затем в валовую пробу или перерабатываемую на фабрике или заводе. При наличии содержания золота во вмещающих породах последние опробуются с той же детальностью, что и рудное тело. Количество вмещающих пород, поступающих в рудную массу, точно учитывается, независимо от наличия или отсутствия в них металла.

При контроле опробования путем сопоставления его показаний с данными эксплуатации содержание золота по результатам переработки определяют по извлечению металла, с возможно более полным учетом потерь в хвостах и временных потерь в перерабатывающих агрегатах, например: в классификаторах обогатительных фабрик, под футеровкой металлургических печей, под вкладышами бегуновых чаш и т. п. Следует также учитывать металл, поступающий на фабрику из отвалов ранее добытых руд, эфельных отвалов и других источников. Примерная форма обработки материалов общего контроля опробования путем сопоставления с результатами эксплуатации показана в табл. 36.

Содержание золота по контрольным валовым пробам надежнее устанавливать также путем переработки их на фабрике или заводе. Однако определение его в валовых пробах возможно и с помощью химического анализа.

В последнем случае в процессе обработки валовой пробы при производстве первых трех или четырех приемов сокращения остаток пробы от сокращения не выбрасывается, а используется в качестве параллельных проб. Таким путем из состава начальной пробы выделяют 8—16 параллельных проб, каждая из которых обрабатывается затем как самостоятельная проба и анализируется также при трех-четыре параллельных определениях (навесках). Среднее содержание золота, подсчитанное по всем параллельным пробам, принимается за содержание исходной пробы.

В тех случаях, когда общий контроль данных опробования выполняется валовым опробованием, материалы контроля в зависимости от их характера могут обрабатываться различными способами:

а) При соответствии каждой контролируемой пробе отдельной валовой контрольной пробы (нерациональный вариант) обработка материалов контроля и оценка полученного расхождения ведется способом, показанным в табл. 35 (см. раздел «Контроль анализов»).

б) Если валовых контрольных проб несколько и каждой контрольной пробе соответствует определенная группа контролируемых проб, то

Таблица 36

Сравнение результатов опробования руды в горных выработках с данными переработки руды на фабрике

Месяцы	Добыто и направлено для переработки на фабрику по данным рудничного опробования и маркшейдерских замеров												Переработано по данным фабрики		
	В подземных выработках рудника						Из отвалов		В с е г о			Товарной руды	Металла	Среднее содержание	
	Рудной массы в т	пустой породы в т	горной массы в т	Среднее содержание		металла в кг	горной массы в т	металла в кг	товарной руды в т	металла в кг	Среднее содержание в т				
				в рудной массе г/т	в горной массе г/т										
				1	2							3	4	5	6
Январь	8860	1117	9977	11,8	10,5	104,2	304	2,8	10281	107,0	10,4	10231	83,8	8,15	
Февраль	9210	1516	10726	11,7	10,0	107,3	395	3,9	11121	111,2	10,0	11121	108,3	9,8	
Март	10261	1844	12105	13,6	11,5	140,0	932	8,9	13037	148,9	11,4	13037	126,8	9,8	
Апрель	11000	1479	12479	12,9	11,4	142,4	1017	11,0	13496	153,4	11,4	13496	140,3	10,4	
Май	9703	1271	10974	11,6	10,2	112,3	793	8,5	11767	120,8	10,3	11767	135,9	11,5	
Июнь	10702	1507	12209	11,5	10,1	123,0	962	6,2	13171	123,2	9,8	13171	162,0	12,3	
Июль	11905	1967	13872	10,5	9,0	125,4	330	1,4	14202	126,8	8,9	14202	139,7	9,8	
Август	11554	1703	13262	11,2	9,8	123,7	550	2,2	13812	131,9	9,5	13812	132,2	9,6	
Сентябрь	9953	2775	12728	11,8	9,2	117,2	935	3,8	13653	121,0	8,9	13663	119,1	8,7	
Октябрь	13850	2375	16825	13,4	11,0	185,5	443	3,1	17268	188,6	10,9	17268	173,3	10,0	
Ноябрь	11159	1762	12121	12,1	10,5	135,2	81	0,4	13002	135,6	10,4	13002	110,1	8,5	
Декабрь	10835	2198	13033	13,0	10,8	140,8	11	—	13044	140,8	10,8	13044	121,2	9,3	
Итого за год	128992	22119	151111	12,1	10,3	1563,0	6753	52,2	157864	1615,2	10,2	157864	1552,7	9,8	

по каждой такой группе подсчитывается среднее содержание. Дальнейшая обработка ведется по форме табл. 35, причем с показаниями контрольных валовых проб сопоставляются средние содержания соответствующих им групп контролируемых проб.

в) В том случае, если всем контролируемым пробам соответствует одна валовая проба, обработка материалов контроля ведется так же, как указано выше для выяснения систематических погрешностей при контроле обработки проб.

Одним из видов общего контроля результатов опробования золоторудных месторождений, детально разведанных, но еще не переданных для разработки, является пробная эксплуатация, которая, будучи проведена по хорошо продуманному плану, является своего рода валовым спробованием. Поэтому с целью общего контроля данных опробования при организации пробной эксплуатации добывается валовая проба большого объема и передается в обработку на опытной обогатительной фабрике одного из действующих предприятий. Постановка пробной эксплуатации особенно целесообразна:

а) при крайне неравномерном распределении содержания золота в рудных телах, чтобы при обработке большой массы руды, взятой при валовом опробовании (большой выборкой), получить данные о содержании золота в руде, более близкие к действительному среднему содержанию металла в рудных телах месторождения в целом;

б) при окончании детальной разведки до сдачи в разработку месторождения, руды которого по своему составу представлены типами, еще мало освоенными промышленностью;

в) на месторождениях группы «г», имеющих сложной или неправильной формы рудные тела малых размеров, для решения вопроса о возможности разработки месторождения в более широком масштабе.

Кроме того, пробная эксплуатация позволяет заранее решить ряд вопросов, связанных с специфическими горнотехническими условиями разработки данного месторождения, которые не могут быть выяснены в процессе собственно геолого-разведочных работ.

К таким вопросам относятся:

а) устойчивость пород кровли, почвы и самих руд при больших обнаженных площадях (от 50 до 500 м²), что может быть выяснено только в очистных выработках; устойчивость пород в очистных и горноподготовительных выработках во времени; наличие так называемой ложной кровли;

б) обрушаемость руды и вмещающих пород;

в) крутизна откосов карьеров при открытых работах;

г) кусковатость пород и руды при отбойке в очистных выработках;

д) слеживаемость отбитой руды и вмещающих пород в зависимости от времени, а также от наличия воды и промерзания;

е) необходимость и возможность селективной (раздельной) добычи;

ж) расчет выемочной мощности при наличии маломощных рудных тел;

з) применимость рудоразборки, сортировки и т. д.

Все это дает возможность выбора наиболее рациональной системы разработки месторождения или его отдельных рудных тел и участков.

VIII. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОПРОБОВАНИЕ

1. Назначение технологического опробования и технологических испытаний

Технологическое опробование имеет целью отбор и приготовление проб для технологических испытаний. Последние проводятся для разработки новых или выбора уже известных способов извлечения золота и сопутствующих ему полезных компонентов, содержащихся в руде опробуемого месторождения, а также для установления наиболее эффективного технологического режима процесса извлечения.

Технологические испытания чаще всего выполняются в три стадии: лабораторные, полужаводские и заводские.

Лабораторные испытания осуществляются с целью определения качественного и количественного минералогического состава руд, выяснения возможности и технико-экономической целесообразности извлечения золота и других полезных компонентов, установления наиболее эффективных способов добычи полезных компонентов, определения возможного процента извлечения и разработки общей (качественной) схемы технологического процесса.

Полужаводские испытания осуществляются с целью проверки на опытных установках полужаводского масштаба схемы технологического процесса, намеченной лабораторными испытаниями. В этой стадии исследования материалы лабораторных испытаний дополняются данными, необходимыми для проектирования перерабатывающих цехов и расчета стоимости переработки тонны руды. К таким данным относятся, например, первоначальный гранулометрический состав руд, сведения о котором необходимы для проектирования дробильного отделения, расход реагентов и оптимальный режим обогащения, состав шихты, температурный режим при плавке и другие факторы, влияющие главным образом на подготовительные операции или на количественную схему процесса, но в значительно меньшей степени отражающиеся на качественной схеме.

Заводские испытания проводятся с целью опытного применения разработанной качественной и количественной технологической схемы в производственных условиях.

Руды вновь осваиваемых месторождений обычно проходят все три стадии испытания: лабораторные, полужаводские и заводские. Руды разрабатываемых месторождений проходят все три стадии испытаний только в том случае, если окажется необходимым извлечение какого-либо из содержащихся (известных или вновь открытых) в руде, но ранее не извлекавшихся компонентов, а также в случае перехода на принципиально иные, по сравнению с ранее применявшимися, способы переработки руд. Если при разработке месторождений ставится задача лишь усовершенствовать существующий технологический процесс, то ограничиваются проведением лабораторных и полужаводских испытаний или же только лабораторных испытаний, после чего целесообразные изменения вносятся в технологию уже при разработке месторождения.

Пробы, предназначенные для лабораторных испытаний, называются малыми технологическими пробами; пробы для полужаводских испытаний — большими технологическими пробами и пробы для заводских испытаний — заводскими технологическими пробами.

2. Требования, предъявляемые к составу технологических проб

На выбор способа переработки руд, установление того или иного технологического режима работы и на извлечение металла могут оказать влияние:

- а) величина содержания в рудах золота и наиболее важных сопутствующих полезных компонентов;
- б) минералого-петрографический состав руд;
- в) характер минерализации: сплошное сульфидное или вкрапленное оруденение; текстуры руд; состав и размеры золотосодержащих рудных и жильных минералов; формы и размеры выделений золота; характер поверхности его частиц; проба и состав примесей золота; интенсивность и характер изменения первичных рудных минералов и общего минерального комплекса в зоне окисления;
- г) содержание компонентов, благоприятствующих технологическому процессу, и вредных примесей, усложняющих этот процесс, повышающих потери металла при извлечении;
- д) включения прослоек и пропластков вмещающих пород или пород иного состава в рудном теле;
- е) состав и количество вмещающих пород, неизбежно примешивающихся в том или ином количестве к руде в процессе ее добычи.

Технологические пробы должны представлять по своему составу и перечисленным свойствам руды опробуемого месторождения с точностью, соответствующей целям технологических испытаний.

Малые технологические пробы должны иметь вес 250—500 кг. Большие технологические пробы обычно имеют вес от 5 до 20 т. Вес заводских технологических проб устанавливается главным управлением, фабрикой или заводом, производящими испытания. Заводская технологическая проба обычно имеет вес от 250 до 500 т, устанавливаемый с таким расчетом, чтобы количество испытываемой руды было достаточно для загрузки золотоизвлекательной фабрики или завода в течение нескольких суток.

Для малых технологических проб не разрабатываемых месторождений следует брать руду, не засоренную примесью вмещающих пород, но со всеми безрудными прослоями, находящимися внутри рудного тела, если они являются невыдержанными, маломощными и раздельная выемка их при разработке залежи невозможна или нецелесообразна. Если эти прослои являются выдержанными мощностью не менее 15—20 см и горнотехнические условия месторождения позволяют выделять их в процессе выемки, не смешивая с рудой, то тогда пустая порода, слагающая такие прослои, не должна отбираться в пробу.

В случае опробования рудных тел мощностью менее 0,8—1,0 м, при разработке которых руда будет засоряться вмещающими породами, следует сообщать лаборатории, производящей испытания, в прилагаемой к пробе объяснительной записке величину мощности рудного тела и предполагаемое разубоживание. К пробе руды необходимо приложить в виде образца 15—20 кг вмещающих пород в отдельной упаковке, предотвращающей смешивание их с рудой.

На разрабатываемых месторождениях малые технологические пробы отбираются от рудной массы, засоренной при добыче вмещающими породами, после рудоразборки, если таковая применяется на руднике.

Большие технологические пробы должны представлять средний состав рудной массы, т. е. смеси чистой руды и разубоживающих ее вме-

шающих пород, приблизительно в том соотношении, в котором они будут выдаваться на поверхность в процессе эксплуатации.

Отбираемая в большую технологическую пробу руда в засоренном (разубоженном) виде не должна подвергаться рудоразборке на месторождении, хотя бы применение рудоразборки и предполагалось. Если рудоразборка в условиях будущей разработки опробуемого месторождения считается целесообразной, то большая технологическая проба должна быть подвергнута рудоразборке в лаборатории, которая будет производить испытания. Это позволит более точно определить положительный эффект применения сортировки, установить количество породы, которое может быть отсортировано, определить количество металла, теряемого при сортировке, и, основываясь на этих данных, более правильно решить вопрос о целесообразности применения сортировки.

Если же целесообразность применения рудоразборки ясна уже в период отбора большой технологической пробы, то рудоразборка может быть произведена и на месторождении до отправки пробы для испытания. В таких случаях следует производить рудоразборку готовой пробы, а не рудной массы, отбираемой в пробу. При этом отсортированную породу необходимо взвесить, взять от нее химические пробы, подвергнуть последние химическим анализам на содержание золота и сопутствующих полезных компонентов и подсчитать потери их при сортировке.

Заводские технологические пробы должны представлять состав рудной массы в том виде, в каком она будет подаваться в перерабатывающие цехи. Руда для нее должна добываться в тех условиях, в которых будет проводиться или ведется добыча при эксплуатации, с тем же приблизительно разубоживанием. Если в процессе ведущейся или проектируемой эксплуатации применяется рудоразборка, то последней должна быть подвергнута и руда, отбираемая в пробу, с обязательным учетом количества отсортировываемой породы, ее опробованием на содержание золота и других полезных компонентов, а также определением их потерь.

3. Технологическое опробование и технологические испытания в различных стадиях разведки и в процессе эксплуатации

Технологическое опробование производится на различных этапах разведки и в процессе разработки месторождения.

Если месторождение получает положительную, хотя бы и предварительную, промышленную оценку в стадии предварительной разведки, то в процессе или по окончании этой стадии разведки необходимо взять малую технологическую пробу. Отбор технологических проб в процессе предварительной разведки следует ввести как обязательное мероприятие в спецификацию этих работ в случае положительной оценки их результатов.

Когда по окончании предварительных разведок положительная промышленная оценка месторождения не может быть сделана, по возможности ее в дальнейшем, по проведении детальной разведки, не исключается, то взятие малой технологической пробы является также обязательным ввиду того, что результаты технологических испытаний могут оказать влияние на решение вопроса о разработке месторождения и, следовательно, о целесообразности производства детальных разведок.

Взятие малых технологических проб в процессе и по окончании предварительных разведок может не проводиться только в том случае, если

по результатам этих разведок можно уверенно дать отрицательную оценку промышленного значения месторождения и заключение о нецелесообразности дальнейших разведок по причинам, не связанным с технологической характеристикой руд.

Когда достаточно достоверная положительная оценка месторождения может быть сделана в стадии предварительной разведки и месторождение вскрыто в результате этих работ в нескольких, хотя бы в 3—4 пунктах, тогда малая технологическая проба должна быть отобрана уже в этой стадии изучения месторождения, если не препятствуют транспортные и прочие условия работы партии.

Технологические испытания малых проб, взятых в стадии предварительной разведки, следует проводить в течение периода камеральной обработки материалов. Результаты испытаний должны быть помещены в отчете партии самостоятельным разделом или в виде приложения. На дальнейших этапах разведок месторождения эти данные помогут точнее выделить и оконтурить различные технологические сорта руд. Это позволит при взятии больших технологических проб правильно определить необходимое количество их и наметить пункты пробоотбора.

В процессе детальных разведок месторождений берутся большие технологические пробы, которые в этой стадии изучения месторождения являются основным видом технологических проб.

Когда в процессе предварительной разведки малые технологические пробы по каким-либо причинам не были взяты, то они берутся при детальных разведках. В этих случаях их следует отбирать в первой половине периода детальных разведок с таким расчетом, чтобы испытания закончить к началу второй половины, и большие пробы отбирать с учетом результатов испытаний малых проб.

Заводские технологические пробы могут быть отобраны либо в заключительной стадии детальных разведок, либо позднее — в процессе подготовки месторождения к разработке, в зависимости от времени решения вопроса о вводе его в эксплуатацию, от времени окончания определения всех деталей технологического процесса, а также от наличия оборудования, позволяющего вести испытания в соответствующем масштабе на одном из заводов или в научно-исследовательской организации.

В соответствии с изложенным технологическое опробование вновь осваиваемых месторождений при нормальных условиях должно производиться в такой последовательности:

а) малые технологические пробы для лабораторных испытаний отбираются в процессе предварительной разведки или, в крайнем случае, в начале детальной разведки;

б) большие технологические пробы берут в процессе детальной разведки;

в) заводские технологические пробы отбирают в заключительной стадии детальной разведки или в процессе подготовки месторождения к разработке.

На разрабатываемых месторождениях необходимость технологического опробования возникает в случае, если ставится вопрос об усовершенствовании технологического режима процесса переработки руд по применяемому способу, или об изменении самого способа переработки, или об использовании присутствующего в руде, но ранее не извлекавшегося сопутствующего полезного компонента. Характер испытаний и тип необходимых для этого технологических проб устанавливаются по согла-

шению с лабораторией, которая будет проводить исследования, в зависимости от их назначения, от степени изученности способов извлечения данного полезного компонента и сложности способов, которые предполагается применять при испытаниях.

Отбор технологических проб в ряде случаев проводится тогда, когда вопрос о технологических сортах руд опробуемого месторождения не ясен и одной из задач технологических испытаний является изучение этого вопроса. В таких случаях при производстве технологического опробования каждая разновидность руд месторождения, значительно отличающаяся от других по признакам, оказывающим существенное влияние на технологию извлечения золота и других компонентов, должна быть представлена самостоятельной технологической пробой.

По определении технологических сортов в процессе испытаний пробы тех разновидностей руд, которые будут отнесены к одному сорту, могут быть объединены, и в дальнейших испытаниях количество проб будет соответствовать количеству сортов руд, требующих отдельной переработки. Вместе с тем наличие нескольких проб различных разновидностей руд, относящихся к одному технологическому сорту, может оказаться полезным для характеристики возможных колебаний состава руд данного сорта при поступлении их на золотоизвлекательную фабрику, а также для проверки испытываемых процессов извлечения не только на средних пробах, но и с учетом неизбежных отклонений в составе руд от средних показателей. С этой целью до объединения проб от каждой из них может быть отобрана некоторая часть материала и сохранена в качестве частной пробы определенной разновидности руд. Эти пробы могут быть использованы для проверки пригодности разработанного для данного сорта руд процесса извлечения золота.

При определении разновидностей руд, каждая из которых должна быть представлена отдельной технологической пробой, необходимо брать за основу способы переработки руд и режимы технологических процессов.

4. Отбор и приготовление малых технологических проб

В условиях разведочных работ

В условиях предварительной и детальной разведок малые технологические пробы берутся путем производства специальных выемок в виде борозд или задирок в стенках, кровле или почве выработок, вскрывающих рудное тело. Выемки должны захватывать рудное тело на всю его мощность.

С участков месторождений, разведываемых буровыми скважинами, в качестве материала для малых проб при колонковом бурении может быть использована половина или четвертая часть керна, а при ударно-канатном бурении такая же часть шлама, если количество скважин и мощность рудного тела обеспечивают получение керна или шлама в достаточном количестве.

Когда при колонковом бурении выход керна с рудных интервалов скважин не достигает 60—70%, то в малую пробу наряду с керном должен отбираться также и шлам, сокращенный в такой же степени, что и керн, т. е. до $\frac{1}{2}$ или $\frac{1}{4}$ части.

Начальный вес материала для малых технологических проб должен составить 500—1000 кг, что соответствует удвоенному конечному весу (250—500 кг), при котором они направляются в лабораторию.

В целях большей представительности малых проб материал для каждой из них должен отбираться не в одном, а в нескольких пунктах, по возможности равномерно расположенных в пределах площади распространения той разновидности руд, которую должна представлять данная проба.

При небольшом количестве выработок, вскрывающих данную разновидность руд, не превышающем 10—15, материал для малой пробы должен быть взят по возможности из всех имеющихся выработок, за исключением тех, где руда по составу, строению, мощности рудного тела и другим свойствам не характерна для этой разновидности. Когда опробуемая разновидность руд вскрыта более чем 10—15 выработками, рудный материал для малых проб можно отбирать не из всех имеющихся выработок, а в 10—15 пунктах.

Наметив пункты пробоотбора, необходимо по данным химического опробования этих пунктов подсчитать для них среднее содержание полезного компонента. Если это среднее содержание будет отличаться более чем на 20% от среднего содержания по всему участку, который должна представлять отбираемая малая технологическая проба, то расположение пунктов пробоотбора следует изменить, выбрав такой вариант, при котором различие в содержании будет не более 20%.

Количество материала, поступающего в малую пробу из каждого пункта, должно быть приблизительно пропорционально объему руды, прилежащему к этому пункту. При более или менее равномерном расположении выработок это достигается постоянством сечения выемок, из которых берется материал пробы. При очень неравномерном расположении выработок и пунктов пробоотбора для соблюдения необходимой пропорции поперечные сечения пробных выемок, расположенных в разных пунктах, должны быть приблизительно пропорциональны площадям или объемам прилежащих к ним участков рудного тела.

Рудный материал, взятый для малой технологической пробы в разных пунктах рудного тела, по мере его поступления насыпается в общий навал (кучу) на плотном полу в каком-либо помещении, или на специально изготовленную плотную (без щелей) деревянную площадку, или же на брезент.

Если размер максимальных кусков исходной пробы, полученной по взятии рудного материала во всех намеченных пунктах, превышает 30—40 мм, то проба просеивается на грохоте с отверстиями указанного размера, после чего оставшийся на грохоте материал подвергается дроблению, пока весь не пройдет через грохот. Если начальная крупность материала не превышает 30—40 мм, то операции грохочения и дробления не производятся.

После измельчения (если оно было необходимо) материал тщательно перемешивается трехкратным пересыпанием на кольцо и конус, затем отбирается одна десятая часть, используемая в дальнейшем в качестве контрольной химической пробы. Последняя выделяется путем пересыпания исходного материала совком, причем каждый десятый совок отбирается для контрольной пробы. Емкость совка не должна превышать 1 кг.

Контрольная проба обрабатывается до получения веса 2—3 кг, в соответствии с формулой $Q = Kd^{1.8}$ при величине K , принятой на данном месторождении при опробовании рудных тел. Готовая контрольная проба анализируется на содержание золота, сопутствующих ему полезных компонентов и вредных для технологического процесса примесей. Содержание наиболее важных из этих компонентов в контрольной пробе не

должно отличаться от среднего содержания их в рудах опробуемого участка более чем на 20%. Если различие окажется большим, то исходный материал, взятый для малой технологической пробы, признается непригодным и пробоотбор производится заново.

Материал исходной пробы, оставшийся после отбора контрольной пробы, при благоприятных показаниях ее анализа делится на две приблизительно равные части, одна из которых служит малой технологической пробой, а другая — дубликатом. Проба направляется для технологических испытаний в соответствующую лабораторию. Дубликат сохраняется до начала эксплуатационных работ на месторождении, а в случае отрицательной промышленной оценки его в процессе дальнейшей разведки — ликвидируется.

На разрабатываемых месторождениях

На разрабатываемых месторождениях малые технологические пробы могут отбираться, как и в условиях разведки, специальными выемками в выработках, вскрывающими рудное тело, а также от керна или от шлама буровых скважин, или от шлама и керна. При этом могут быть использованы не только разведочные и подготовительные, но и очистные выработки. Но так как в условиях разрабатываемых месторождений малые пробы должны представлять не руду в коренном залегании, а рудную массу в том виде, в каком она подается на переработку, то способ выемок применим только на тех месторождениях, где мощность рудного тела не менее минимальной ширины выемочного пространства (0,8—1,0 м), в силу чего величина разубоживания незначительна, а рудоразборка не применяется. На тех месторождениях, где мощность рудного тела меньше ширины выемочного пространства, вследствие чего при добыче имеет место значительное разубоживание и применяется рудоразборка, способ выемок мало пригоден. Материал, отбираемый в массиве при выдалбливании борозды или снятии задира, получается мелким. Это не позволяет произвести рудоразборку его с тем же эффектом, что и при эксплуатации, вследствие чего не соблюдается требуемое соотношение между количеством руды и количеством пустых пород в пробе.

Наиболее эффективным способом взятия малых технологических проб при разработке маломощных (менее 0,8—1,0 м) рудных тел является опробование добываемой на месторождении рудной массы. Этот способ дает наиболее точные результаты также и в применении к более мощным рудным телам.

Малые технологические пробы должны отбираться путем опробования рудной массы после рудоразборки, если она применяется при добыче. Если же при добыче рудоразборка не производится, то пробы могут отбираться непосредственно в забое после отпалки (из навала).

Опробование добываемой рудной массы с целью отбора малой технологической пробы должно вестись в течение достаточно длительного времени, что необходимо для получения пробы требуемой точности. Если в период опробования добыча производится в очистных забоях, расположенных более или менее равномерно по всему участку, с которого взята технологическая проба, то продолжительность отбора материала для нее можно ограничить 5—7 сутками. Если действующие очистные забои расположены неравномерно, количество их мало (менее 7—10) и подача руды из некоторых забоев ведется с перебоями, то длительность пробоотбора должна быть увеличена до 10—15 и в особо неблагоприятных случаях до 20—25 суток.

Материал для пробы можно брать из вагонеток при транспортировании, погрузке и разгрузке, а также во время отгрузки руды или из рудной массы, поступающей в перерабатывающие цехи (если они расположены в районе месторождения или непосредственно при руднике).

В случае, когда проба берется из навала в забое, материал для нее (частные пробы) надо брать во всех действующих забоях после каждой отпалки. Частные пробы, взятые в разных забоях и в разные смены, следует обязательно смешать. Так же надо поступать в том случае, если в качестве материала для пробы служит руда, взятая из вагонетки. Когда пробы берутся из бункера (лучше из разгрузочного люка), то материал должен отбираться через равные промежутки времени в период разгрузки или выгрузки из него руды.

В случаях, когда руда, добываемая из месторождения, которое нужно представить малой технологической пробой, подвергается химическому опробованию при поступлении на фабрику или завод, причем фабричные пробы руд этого участка берутся отдельно от других участков, тогда малая проба может быть составлена из суточных, месячных или квартальных проб. Это значительно упрощает работу.

Если пробы отбирают непосредственно в забоях, то в каждом забое после отпалки, перед уборкой руды, на поверхности рудного навала намечается 12—16 точек, равномерно расположенных в виде квадратной, прямоугольной или ромбической сетки. В каждой точке на поверхности навала делается выемка (лунка) глубиной 20—25 см, из которой совком или лопатой берется порция рудной массы весом 3—5 кг.

Количество порций, отбираемых во всех забоях, в течение всего периода пробоотбора, а также размеры и формы совков или лопат должны быть одинаковыми. Все отбираемые в одном и том же забое порциисыпаются вместе в ящик и выдаются на поверхность, где в специальном помещении с плотным полом или на специально подготовленной площадке объединяются с материалом, отобранном в других забоях.

При взятии малых технологических проб путем опробования добываемой рудной массы, находящейся в вагонетках, из каждой вагонетки берется по 5 порций весом около 5 кг каждая. Точки зачерпывания располагаются в вагонетках в виде конверта.

В случае, когда количество рудной массы данного технологического сорта очень велико и опробование выданной руды из всех вагонеток дало бы более 5—10 т материала, можно брать пробы не из всех вагонеток, а из каждой второй, третьей или четвертой вагонетки.

При транспортировке руд конвейером материал для малой пробы отбирается путем отсекаания равных порций от потока рудной массы, ссылающейся с ленты конвейера. Отсечки делаются через равные промежутки времени с интервалами 10—15 минут. Пробы отсекают при помощи ящика, длина которого должна быть равна ширине ленты конвейера, а ширина и глубина в три раза больше максимального размера кусков рудной массы.

Начальная проба, образовавшаяся по окончании отбора и объединении всех взятых порций рудной массы, измельчается до 50—60 мм, а затем перемешивается трехкратным пересыпанием на кольцо и конус и сокращается до 500—1000 кг. Сокращение производится перелопачиванием. В пробу откидывается каждая вторая, третья, четвертая или пятая лопата руды, в зависимости от требуемой степени сокращения. Если отношение начального веса к тому, который должен быть получен после

сокращения, больше пяти, то сокращение производится в два приема. Если это отношение равно, например, двенадцати, то проба сокращается в 4 раза, откидыванием четвертой лопаты руды, а затем в три раза, откидыванием каждой третьей лопаты руды.

Промежуточная проба весом 500—1000 кг, полученная после сокращения начальной пробы, перелопачивается, измельчается до 30—40 мм, после чего от нее отбирается контрольная химическая проба, а из оставшегося материала выделяются малая технологическая проба и ее дубликат в соответствии с указаниями, приведенными выше для приготовления проб в условиях разведочных работ.

5. Отбор больших технологических проб

Для отбора больших технологических проб делаются специальные выработки, большие высечки или восстающие, расположенные в нескольких местах (не менее чем в пяти) на площади распространения данного сорта руд. Содержание полезных и вредных компонентов в этих местах предварительно устанавливается путем химического опробования. Места взятия пробы выбираются с таким расчетом, чтобы подсчитанное по ним среднее содержание золота и других компонентов не отличалось от среднего содержания по всей представляемой пробой части залежи более чем на 10—15%. Пункты пробоотбора располагаются более или менее равномерно по всей площади этой части залежи. Объемы рудной массы, отбираемой в разных пунктах, должны быть приблизительно пропорциональны запасам на участках, тяготеющих к соответствующим пунктам. В залежах малой мощности подсчет содержания ведется на предполагаемую или принятую величину выемочной мощности; ей же должна равняться ширина выработок, в которых производится отбор пробы. Общий объем рудной массы, выдаваемой из всех пунктов пробоотбора, устанавливается исходя из объемного веса руды, с учетом примеси вмещающих пород и намеченного начального веса пробы, который должен быть равен удвоенному конечному весу, т. е. 10—40 т.

В процессе добычи рудной массы для большой технологической пробы забой всех выработок, откуда берется руда, в каждую смену подвергаются химическому опробованию. Взятые из этих забоев химические пробы анализируются на содержание полезного компонента, что позволяет следить за составом добываемой руды и регулировать его, останавливая по мере надобности некоторые высечки и производя взамен их другие. Для приема рудной массы, выдаваемой из рудника в большую технологическую пробу, на поверхности заблаговременно готовится ровная земляная площадка, освобожденная от растительного слоя и плотно утрамбованная. Над площадкой должен быть построен навес или же натянут тент.

Предназначенная для большой пробы рудная масса при выгрузке ее из вагонеток, бабьих или тачек на площадку делится на две равные части, одна из которых служит пробой, а другая — ее дубликатом. Если рудная масса подается на площадку в вагонетках, то сокращение производится перелопачиванием: одна лопата рудной массы откидывается в пробу, другая — в дубликат. Рудная масса, доставляемая в тачках, сокращается путем выгрузки каждой нечетной тачки, подаваемой из данной высечки, в пробу, а каждой четной — в дубликат, или наоборот. При этом тачки, подаваемые из разных забоев, должны маркироваться бирками с соответствующими надписями или обозначениями.

При выдаче рудной массы бадьями сокращение производится так же, как и в случае доставки тачками.

От пробы и от ее дубликата в процессе их накопления отбираются контрольные химические пробы. При доставке руды на площадку вагонетками для химической пробы отбрасывается каждая десятая лопата руды из числа предназначенных для большой пробы. В случае доставки руды на площадку тачками или бадьями из каждой бадьи или тачки берется по три лопаты руды. Материал, отбираемый при выгрузке нечетных тачек, составляет химическую пробу большой технологической пробы, а материал, отбираемый при выгрузке четных тачек, — пробу ее дубликата или наоборот, если в большую пробу выгружается руда четных тачек.

Начальный материал каждой химической пробы делится перелопачиванием на две равные части, которые в дальнейшем служат двумя контрольными параллельными пробами соответствующей большой технологической пробы или ее дубликата. Составленные таким образом химические пробы обрабатываются до получения конечных проб весом 2—3 кг. В процессе обработки сокращение производится в соответствии с формулой $Q = Kd^{1.8}$ при величине K , принятой при обработке проб данного месторождения.

По окончании обработки химические пробы сдаются в лабораторию для анализа на золото и сопутствующие полезные и вредные компоненты. Анализы должны быть произведены до отгрузки технологической пробы по месту испытаний.

Если анализы химических проб покажут достаточное соответствие среднему составу опробованной разновидности руд, то контролируемые ими большие технологические пробы направляются к месту производства испытаний. Дубликаты сохраняются до освоения производством технологического процесса, разработанного на основании испытаний этих проб.

Если на разрабатываемых месторождениях нет необходимости в пересмотре технологических сортов руд, то большие технологические пробы могут отбираться не только описанным способом специальных высечек, но также путем опробования добываемой рудной массы. При взятии больших технологических проб этим способом следует руководствоваться указаниями, приведенными выше, при рассмотрении способов отбора малых проб.

6. Отбор заводских технологических проб

На месторождениях, еще не введенных в эксплуатацию, пробы для заводских технологических испытаний отбираются тем же способом специальных высечек или выработок и в том же порядке, как указано выше для больших технологических проб, но в большем объеме.

Если проект разработки месторождения уже имеется, то выработки, которые должны проходиться для добычи руды, предназначенной в заводскую пробу, следует задавать в соответствии с предусмотренным проектом расположения нарезных и очистных выработок. Таким образом, добыча руды для заводской пробы явится пробной эксплуатацией месторождения.

На разрабатываемых месторождениях для заводской пробы используется рудная масса опробуемой технологической разновидности, добываемая рудником в течение 3—5 суток.

Если трех-пятисуточная добыча рудника в два раза или более превышает количество рудной массы, требующееся для заводских испытаний, то в пробу берется руда каждой второй, третьей или четвертой вагонетки, выдаваемой в течение периода опробования, в зависимости от того, во сколько раз добыча за это время больше, чем требуется руды для заводской пробы. В период добычи руды для заводской пробы во всех забоях, где ведется добыча, в каждую смену берутся химические пробы.

При выгрузке рудной массы для большой пробы из вагонеток или тачек на площадку отбирается материал для дубликата. Если рудная масса подается на площадку в вагонетках, то из каждой вагонетки берется для дубликата по две лопаты руды: одна из вагонетки перед загрузкой ее, другая — из навала в том месте, где была выгружена вагонетка. При подаче рудной массы в тачках берется по одной лопате руды из каждой тачки. Таким путем по окончании подачи рудной массы для большой пробы на площадку для дубликата пробы должно накопиться от 5 до 10 т материала.

От дубликата пробы путем откидывания каждой второй, третьей... десятой лопаты руды отбирается химическая проба начального веса от 0,5 до 1 т, которая разделяется перелопачиванием на две части, являющиеся двумя параллельными контрольными пробами; каждая из них обрабатывается так, как это было указано выше для химических проб больших технологических проб и их дубликатов.

7. Документация и паспорта технологических проб

Все выработки, из которых добывается руда для отбора технологических проб, подвергаются химическому опробованию и документируются после каждой отпалки. Химические пробы, взятые в выработках, анализируются на содержание золота и сопутствующих полезных и вредных компонентов.

Продвижение забоев и объемы руд и вмещающих пород, вынутых из массива, замеряются в каждую смену. Одновременно ведется ежедневный учет рудной массы, выдаваемой из каждого забоя для пробы. В тех случаях, когда при добыче применяется рудоразборка, ведутся также учет количества отсортировываемой пустой породы и опробование ее.

Приготовленные малые технологические пробы упаковываются в крафт-мешки. Каждый мешок взвешивается и нумеруется; номер и вес мешков вносятся в ведомость и надписываются на мешках. Кроме того, в каждый мешок вкладывается фанерная бирка, на которой указываются номер мешка и его вес. После упаковки каждый мешок помещается в отдельный ящик, на котором надписываются номер упаковочного в нем мешка и вес брутто и нетто.

Если на месторождении имеется несколько разновидностей руд, от каждой из которых взята отдельная технологическая проба, то пробы нумеруются отдельными литерами: А, Б, В и т. д. При нумерации мешков и ящиков с пробами перед номерами мешков должны проставляться литеры проб.

Большие технологические пробы должны упаковываться в плотные ящики, при изготовлении которых доски соединяются взакрой или же в шпунт. При хорошем качестве ящиков предварительная упаковка пробы в мешки не обязательна. На каждом ящике надписываются литер пробы, номер ящика и вес (брутто и нетто).

Заводские пробы могут грузиться непосредственно в вагоны, без тары. Но вся мелочь, оставшаяся на пробоподготовительной площадке и на погрузочной платформе, должна быть тщательно собрана.

О производстве технологического опробования месторождения составляется акт, который состоит из двух частей: объяснительной записки и паспортов проб.

Объяснительная записка должна содержать:

1) Краткое описание геологического строения месторождения (2—3 страницы): морфология рудных тел месторождения, их количество, взаимоположение, строение, элементы залегания, протяженность по простиранию и падению; минералого-петрографический состав руд и вмещающих пород; характер контактов рудных тел с вмещающими породами; содержание полезных и вредных компонентов.

2) Характеристики физических свойств руд и вмещающих пород; горнотехнические условия разработки месторождения; предполагаемую или принятую систему разработки; величину разубоживания или факторы, определяющие ее; условия производства рудоразборки, имеющей место или предполагаемой на будущее; эффективность рудоразборки и величину потерь или определяющие их условия.

3) Установленные или выделяемые предположительно технологические сорта руд; их распространение в месторождении; условия, определяющие возможность раздельной выемки, долю запасов разновидностей руд, представленных пробами, в общих запасах месторождения по ориентировочному расчету или по данным подсчета запасов.

4) Назначение и количество взятых технологических проб; номера проб, характеризующих разновидности руд различных рудных тел или различных участков их.

К объяснительной записке прилагаются:

а) схематический план месторождения в масштабе от 1 : 5000 и крупнее (в зависимости от размера рудного поля), на котором должны быть показаны рудные тела, представленные пробами;

б) один-два характерных разреза;

в) планы или продольные проекции каждого опробованного рудного тела в масштабах от 1 : 500 до 1 : 2000 с нанесенными на них горными выработками и контурами распространения руд, представленных самостоятельными пробами. Интервалы выработок, из которых добывалась руда для технологических проб, должны быть обведены на планах яркой цветной линией и заштрихованы. Возле каждого из этих интервалов надписывается количество руды и вмещающих пород, поступивших в технологическую пробу.

На каждую пробу составляется отдельный паспорт, в котором указываются:

1) название технологической пробы (малая, большая, заводская);

2) название месторождения, а также его участка или разновидности руд, которые характеризует проба;

3) краткое описание произведенного пробоотбора: способ и общий порядок взятия пробы; количество пунктов пробоотбора и размещение их на опробованном участке; количество руды и пустой породы, выпущенной из целика в каждом пункте.

К паспорту прилагаются:

а) Перечень пунктов взятия пробы с указанием сечения и объема выемки или количества вагонеток, от которых взяты порции рудной массы для малой пробы. К паспортам больших или заводских проб прилагается

ведомость объема и веса руд и вмещающих пород в массиве, вынутых из различных выработок, из которых подавалась руда в пробу.

Прилагается также посменная ведомость вагонеток с рудной массой, загруженных в этих выработках, с указанием в отдельной графе тех из них, которые поступили в пробу (если в пробу подаются не все вагонетки, а часть их).

б) Посменные данные о рудоразборке (если таковая производится) с указанием количества горной массы, подвергшейся рудоразборке, количества полученной рудной массы и отсортированных пустых пород.

в) Журнал химического опробования выработок, из которых подавалась рудная масса для большой или заводской пробы, или список проб, расположенных в пунктах выемок для малой пробы.

г) Данные опробования пустых пород, отсортированных в результате рудоразборки рудной массы.

д) Описание и схема операций, произведенных при отборе от исходного материала технологической пробы, ее дубликата, а также контрольных химических проб; схема обработки химических проб и результаты их анализов.

е) Зарисовки и описания забоев и стенок выработок, из которых добывалась руда для технологической пробы, и планы опробования этих выработок с нанесением контуров рудных тел.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ И УСЛОВИЯ ОТНЕСЕНИЯ ИХ К КАТЕГОРИЯМ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАПАСОВ ПО КАТЕГОРИЯМ РАЗВЕДАННОСТИ

Запасы коренных месторождений золота по степени их изученности и разведанности подразделяются на четыре категории: A_2 , В, С, и C_2 .

Степень разведанности запасов до категории A_1 , как правило, не доводится, так как в условиях большинства золоторудных месторождений это не может быть достигнуто без сгущения сети выработок сверх практически целесообразных пределов.

Категория разведанности запасов устанавливается в зависимости от принадлежности рудных тел месторождений к той или иной группе — «б», «в» или «г». В пределах данной группы она зависит от плотности сети разведочных выработок и их вида, а также от степени изученности вещественного состава руд, формы и условий залегания рудного тела, физических свойств руд, технологии извлечения из них золота и сопутствующих полезных компонентов, гидрогеологических и горнотехнических условий месторождения и ряда других факторов, сведения о которых необходимы для определения промышленной ценности руд, проектирования золотодобывающего предприятия и разработки рудного тела. При наличии всех необходимых сведений и надлежащей геологической изученности месторождения достоверность подсчитываемых запасов в основном определяется плотностью разведочной сети и видом разведочных выработок. От разведочной сети соответствующей плотности и вида выработок зависит также возможность обеспечить необходимую степень изученности остальных факторов, определяющих категорию запасов. Поэтому характер имеющейся разведочной сети является одним из главных признаков, обуславливающих оценку степени разведанности запасов данного рудного тела.

1. Запасы категории A_2

По категории A_2 могут подсчитываться запасы рудных тел месторождений золота, относящихся к группе «б». Запасы рудных тел групп «в» и «г» при нормальных расстояниях между разведочными выработками, как правило, не могут быть отнесены к категории A_2 . Запасы, расположенные в переходной зоне между окисленными и первичными рудами или в слож-

ных зонах тектонических нарушений, по категории A_2 не подсчитываются даже и в том случае, если рудные тела относятся к группе «б».

В рудных телах группы «б», мощность которых не превышает 2—3 м (рис. 85), к категории A_2 могут быть отнесены запасы, разведанные горными выработками, пройденными по простиранию и падению (восстанию) рудного тела, и расположенные в блоках, оконтуренных этими выработками со всех сторон, за исключением выхода к поверхности, который может быть вскрыт канавами или другими выработками секущего по отношению к рудному телу направления (мелкие штольни, рассечки). Таким образом, при соблюдении примерных норм расстояний между выработками, указанных в табл. 2 и 3 главы второй, к категории A_2 могут быть отнесены:

1. Блок прямоугольной формы, оконтуренный сверху и снизу штольнями или штреками, а с боков восстающими (рис. 85, блок 6).

2. Блок трапециoidalной формы, ограниченный с верхней и нижней сторон штольнями, с одного бока, образующего третью сторону трапеции, восстающим, а с другого бока, являющегося четвертой наклонной стороной трапеции, выходом рудного тела на поверхность, вскрытым траншеей или канавами.

3. Блок прямоугольной или трапециoidalной формы, оконтуренный снизу штольной или штреком, с боков восстающими, уклонами или шурфами, а сверху траншеей или канавами (рис. 85, блок 2).

4. Блок треугольной формы, оконтуренный снизу штольной, сбоку восстающим или шурфом, а со стороны выхода на поверхность, образующего верхнюю наклонную сторону треугольника, траншеей или канавами (рис. 85, блок 1).

Если мощность рудного тела более 2—3 м, то для подсчета запасов по категории A_2 необходимо иметь скважные выработки, пройденные из штреков или штолен на расстояниях, соответствующих примерным нормам, приведенным в табл. 6 (рис. 86).

Запасы рудных тел месторождений группы «б», вскрытые выработками в соответствии с приведенными выше требованиями и нормами, могут быть отнесены к категории A_2 при наличии следующих условий:

а) Выяснено местоположение границ зоны окисления, вторичного обогащения и первичных руд. Произведено разделение руд на технологические и природные сорта, подлежащие раздельной выемке и раздельному учету. Установлены границы распространения различных сортов руд и определены их объемы и веса (запасы). В пределах каждого блока определены контуры промышленных типов руд.

б) Рудное тело опробовано во всех вскрывающих его выработках, что позволяет определить среднее содержание золота и сопутствующих ему полезных компонентов в рудах каждого сорта раздельно с соответствующей точностью, которая может быть достигнута при имеющейся сети разведочных выработок.

в) Определены объемные веса плотных руд по образцам, рыхлых и кавернозных — способом выемок из целика. Количество определений достаточно для надежного вывода среднего значения объемного веса. Охарактеризован минералогический состав проб, послуживших для определения объемного веса.

г) Анализы на извлекаемые при разработке месторождения компоненты подвергнуты внутреннему и внешнему контролю. Данные контроля доказывают отсутствие недопустимых случайных погрешностей и систематических ошибок или позволяют ввести достоверные устойчивые поправки.

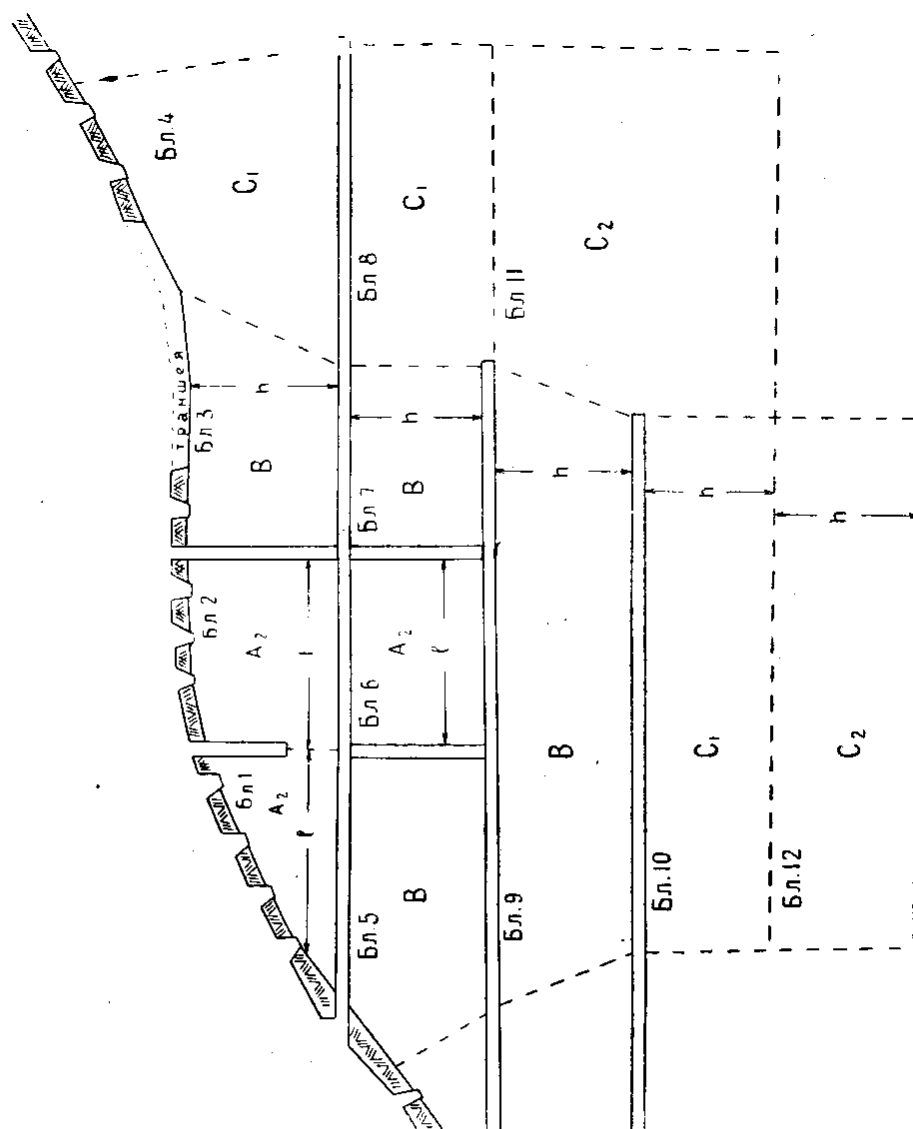


Рис. 85. Схема определения степени разведанности запасов рудного тела группы «б» мощностью менее 2—3 м, разведанного выработками прослеживания

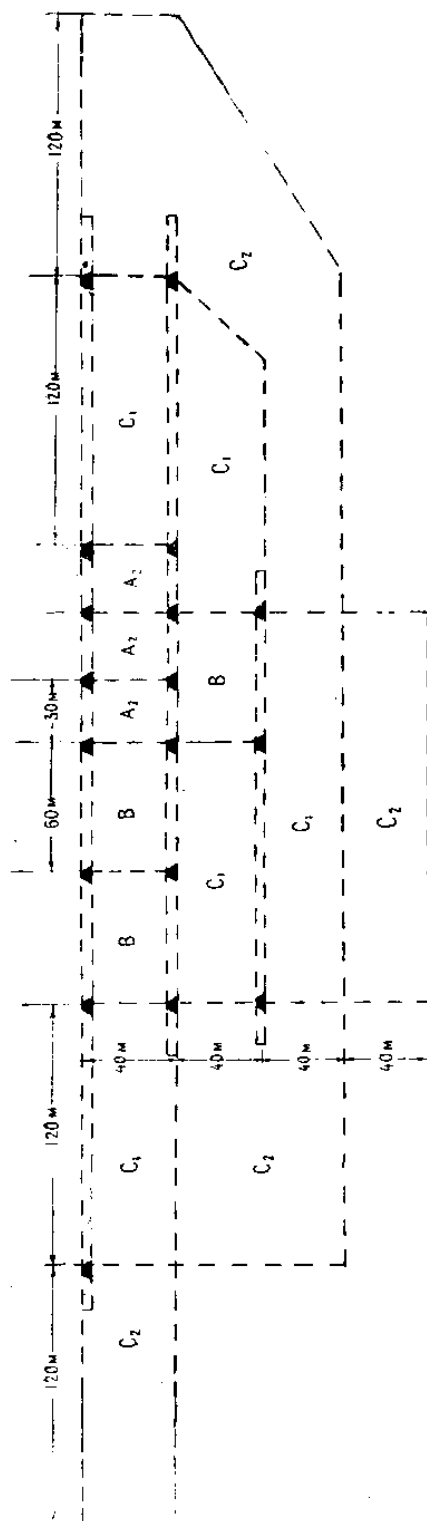


Рис. 86. Схема определения категорий разведанности запасов мощного рудного тела группы «б», разведанного секущими выработками

д) Имеются точные сведения о минералогическом и химическом составе руд не только в отношении основного цепного компонента, но и в отношении важных примесей, в том числе и вредных. Изучены характер изменений химического состава руд по всем полезным и вредным компонентам и состав золота в свободном и связанном состоянии. Дана характеристика оруденения боковых пород. Изучены характер распределения

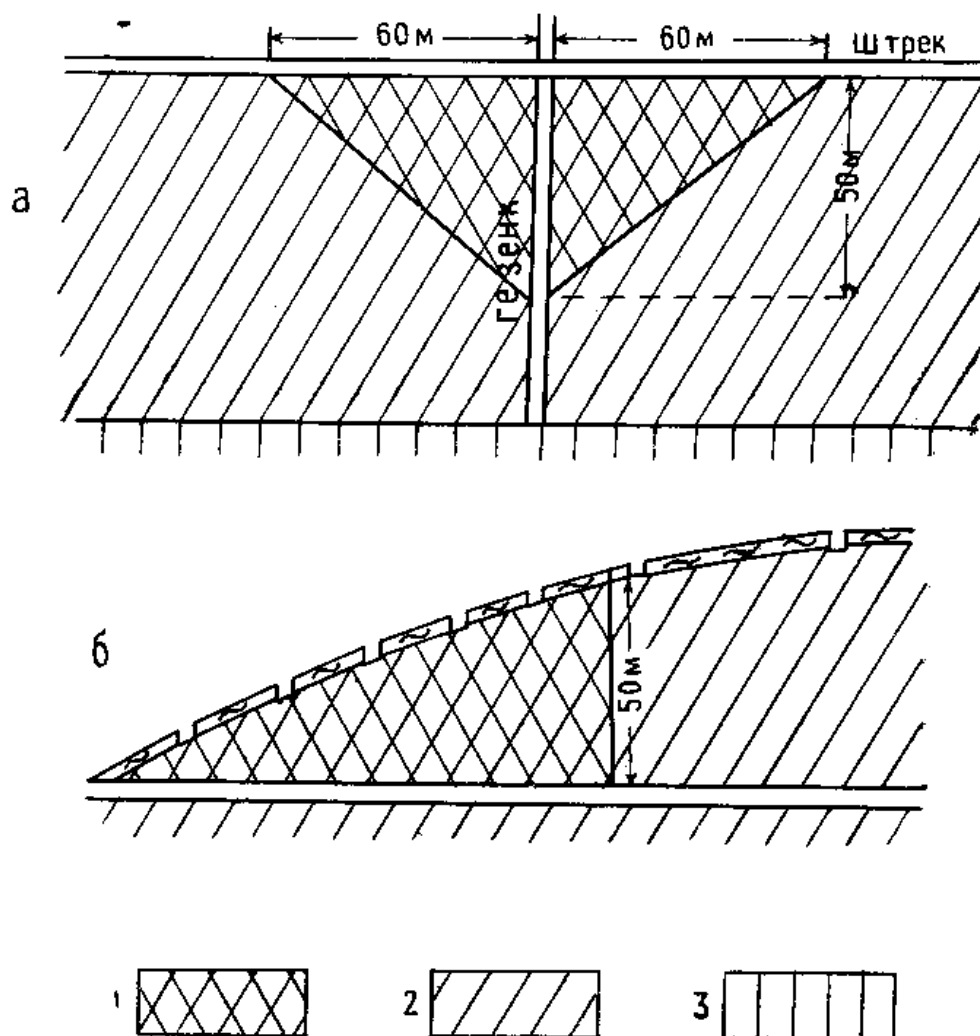


Рис. 87. Схема выделения запасов категории В из запасов категории С₁ на участках, окупленных горными выработками с двух сторон, в случаях рудного тела группы «б» мощностью менее 2—3 м
1 — категория В; 2 — категория С₁; 3 — категория С₂

и формы нахождения золота в руде, количественные соотношения между свободным и связанным золотом, а также размеры и формы частиц этих видов золота.

е) Проведены лабораторные и ползаводские испытания обогатимости руд.

ж) Выяснены физические и механические свойства руд и боковых пород (твердость, трещиноватость, устойчивость и др.), изучены гидро-

геологические условия с полнотой, достаточной для эксплуатации. Определены влажность руд и ее колебания по временам года в разных участках. Установлено расположение тектонических нарушений рудного тела и вмещающих пород; определены направления и амплитуды смещений с точностью, обеспечивающей возможность проектирования и отработки каждого блока.

з) Детально изучено геологическое строение месторождения по наблюдениям на поверхности и данным геологической документации разведочных выработок. Составлены геологическая карта рудного поля в масштабе 1 : 10 000 или 1 : 5000 на инструментальной топографической основе и разрезы к ней. Составлены геологическая карта поверхности месторождения, погоризонтные геологические планы и вертикальные разрезы по выработкам в масштабах 1 : 2000, 1 : 1000 или 1 : 500 и в отдельных случаях 1 : 200, на маркшейдерской основе. Имеются составленные в тех же масштабах погоризонтные планы опробования, а также разрезы с данными опробования вертикальных выработок, или результаты опробования помещены на погоризонтных геологических планах и геологических разрезах.

2. Запасы категории В

По категории В подсчитываются запасы рудных тел месторождений группы «б» и «в». Разведка запасов рудных тел месторождений группы «г» до категории В при нормальных расстояниях между выработками, как правило, не обеспечивается.

В рудных телах группы «б» мощностью не более 2—3 м, разведанных выработками, направленными по простиранию и падению (восстанию), к категории В могут быть отнесены запасы, расположенные в границах блоков, оконтуренных указанными выработками в соответствии с одним из следующих вариантов:

1. Блок, в котором наличие выработок по контуру позволяет квалифицировать запасы по категории А₂ (см. выше), но значительные расстояния между выработками, существенно превышающие нормы, препятствуют этому, заставляя отнести запасы к более низкой категории.

2. Блок прямоугольной или трапециoidalной формы, оконтуренный с трех сторон: сверху и снизу штреками или штольнями и с одного бока шурфом или восстающим (см. рис. 85, блоки 5 и 7), причем высота блока не должна превышать нормальной высоты этажа (30—50 м).

В тех случаях, когда одной из границ блока является выход рудного тела на поверхность, этот выход может быть разведан серией канав или других секущих выработок (см. рис. 85, блок 3), расстояния между которыми не должны превышать примерных норм, приведенных в табл. 3. Если мощность рудного тела менее 0,5 м, то выход рудного тела на поверхность должен быть разведан траншеей.

3. Блок треугольной формы, оконтуренный сверху и с одного бока, если высота и длина его не превышают высоты этажа (30—50 м) и нормальной длины блока (40—60 м).

Когда общая высота или длина треугольника, ограниченного выработками с двух сторон, превышает указанные размеры, то для подсчета запасов категории В из него выделяется часть, соответствующая этим размерам (см. рис. 87а). Если оруденение выдержано по содержанию и мощности, то длина блока по категории В может быть удвоена. Запасы остальной части подсчитываются по более низким категориям.

4. Блок, ограниченный снизу штольной, а сверху траншеей или серией канав, построенный в той части треугольника, образованного этими выработками, где расстояние от поверхности до горизонта штольной не превышает нормальной высоты этажа (рис. 87б).

5. Подсчетный блок длиной не менее трех эксплуатационных блоков, ограниченный сверху штреками или штольной, а снизу линией скважин, при условии, если:

РУДНЫЕ ТЕЛА ГРУППЫ «б»

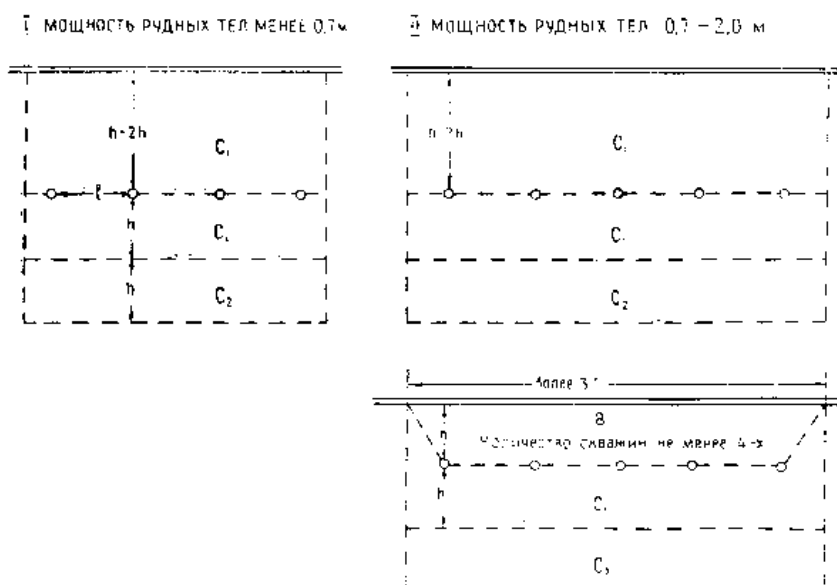


Рис. 88. Схема определения степени разведанности запасов рудного тела группы «б», разведанных штреком и линией буровых скважин

h — нормальная высота эксплуатационного блока;
 l — нормальная длина эксплуатационного блока

а) минимальная мощность рудного тела на протяжении блока не менее 0,75 м;

б) выход керна не менее 70%, наряду с керном опробован шлам; через каждые 50 м замерены азимуты и углы наклона скважин;

в) вертикальное расстояние между штольной или штреком и линией скважин не более 50 м (высота блока), интервалы между скважинами в линии не превышают 40—60 м, а количество скважин не менее 4 (см. рис. 88).

При мощности рудного тела свыше 2—3 м для отнесения запасов к категории В необходимо наличие секущих выработок, пройденных на каждом горизонте из штрека или штольной на расстояниях, не превышающих указанных в табл. 6. Наличие вертикальных выработок при этом не обязательно (см. рис. 86).

Если площадь сечений, оконтуривающих блок, или среднее содержание по ним отличаются друг от друга более чем в 3 раза, то данный блок не может быть отнесен к категории В.

Оконтуренность запасов категории В в рудных телах группы «в» должна удовлетворять требованиям, которые при подсчете запасов рудных тел группы «б» предъявляются к категории A_2 .

Относимые к категории В запасы должны быть разведаны до степени, необходимой для надежной оценки промышленного значения их и получения основных показателей, требующихся для составления технического проекта строительства предприятия. Если для отнесения запасов к категории A_2 обязательна полная детализация сведений по каждому отдельному блоку, то в отношении запасов категории В такого же характера сведения по каждому блоку могут быть схематичны, однако основные показатели по месторождению и по запасам, относимым к категории В, в целом должны быть вполне надежны. Представления о форме рудного тела и характере изменений оруденения по простиранию и падению должны базироваться на фактических материалах наблюдений, достаточных для обоснования общего контура подсчета запасов данной кате-

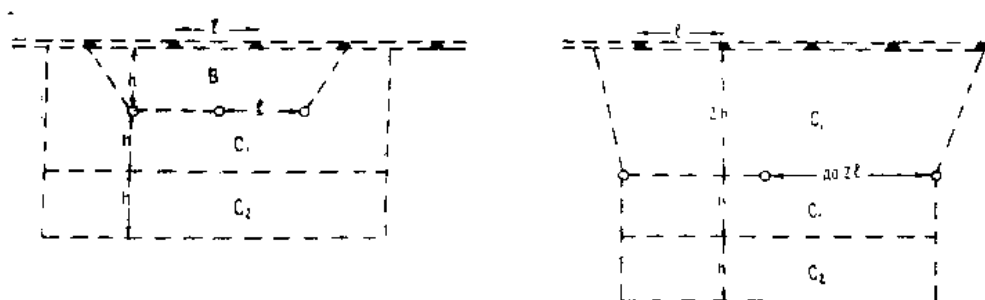


Рис. 89. Схема определения степени разведанности запасов рудного тела мощностью более 2 м, относящегося к группе «б», разведанного ортами на уровне штрека, а ниже линией буровых скважин

Слева — расстояние между линией ортов и линией скважин не более нормальной высоты эксплуатационного этажа

Справа — расстояние между линией ортов и линией скважин не более нормальной высоты двух эксплуатационных этажей

h — нормальная высота эксплуатационного этажа;

l — нормальная длина эксплуатационного блока

гории, выделения в нем природных типов и кондиционных сортов руд. Наличное количество и размещение в рудном теле разведочных выработок должны обеспечить возможность определения средних значений мощности рудного тела, объемного веса руд и содержания в них полезного компонента с приближением, достаточным для надежного подсчета запасов в пределах всего контура данной категории и для оценки месторождения в целом.

Изучение тектоники по блокам может быть схематичным. Сведения о горнотехнических условиях эксплуатации должны быть достаточными для определения способов обработки.

При наличии на месторождении запасов категории A_2 изучение вещественного состава руд, их текстур и технологии обработки выполняется для обеспечения запасов этой категории в соответствии с предъявленными к ней требованиями, изложенными выше (см. запасы категории A_2 , пункты «д» и «е»). При этом, если запасы категории В расположены в той же зоне и представлены рудами аналогичного сорта, что и запасы категории A_2 , то изучение указанных свойств руд обеих категорий ведется

совместно и никаких дополнительных исследований в контуре запасов категории В не требуется. Если запасы категории A_2 разведывались, подсчитывались и утверждались ранее, то необходимо лишь установить возможность распространения выводов об уже изученных рудах на запасы новых участков, подсчитываемых по категории В.

Если же запасы руд данного сорта подсчитываются по категории В впервые, причем запасов категории A_2 на месторождении не имеется, то для обоснования запасов категории В обязательно изучение вещественного состава, строения и технологии переработки руд.

На месторождениях, представленных рудными телами группы «б», где часть запасов, подсчитываемых по категории В, в дальнейшем будет разведана до категории A_2 , изучение руд может быть менее детальным, чем это требуется для категории A_2 . В этом случае изучение должно дать полные сведения о минералогическом и химическом составе руд; о характере выделений основных полезных компонентов, особенно золота, о местоположении его в структуре и текстуре руд, характере сростаний, размерах и форме зерен, генетических и пространственных связях с другими минералами и т. д. По другим компонентам руд представление таких данных обязательно в том случае, если наличие их оказывает решающее влияние на оценку промышленного значения руд.

Должно быть выяснено также распределение сортов руд в целом по месторождению, без детализации по каждому блоку; проведены лабораторные технологические испытания руд, по данным которых следует выяснить технико-экономическую целесообразность извлечения содержащихся в руде полезных компонентов и наметить общую качественную схему технологического процесса, без разработки его деталей и оптимального режима.

На месторождениях группы «в», запасы которых выше категории В, как правило, не разведываются, обязательным условием утверждения запасов этой категории является детальное изучение строения, вещественного состава и технологии обработки руд в соответствии с требованиями, предъявляемыми к месторождениям группы «б» при изученности запасов категории A_2 (пункты «д» и «е» раздела «Запасы категории A_2 »).

Наряду с указанными условиями отнесения запасов к категории В для обоснования последних необходимо также выполнять требования, касающиеся производства опробования, определения объемного веса, контрольных анализов, составления геологических карт, планов и топографической основы, в том же виде, в каком они требуются в отношении запасов категории A_2 .

3. Запасы категории C_1

По категории C_1 могут подсчитываться запасы, сосредоточенные в рудных телах всех распространенных на месторождениях золота групп: «б», «в» и «г».

В зависимости от характера и плотности разведочной сети к категории C_1 относятся:

а) Запасы рудных тел месторождений групп «б» и «в» в контурах интерполяции между горноразведочными выработками или горноразведочными выработками в сочетании с горизонтальными скважинами, если интервал между ними превышает предельные расстояния, допускаемые при подсчете запасов по более высоким категориям, но не превышает расстояния, допускаемые для категории C_1 .

б) Запасы рудных тел групп «б» и «в», разведанные вертикальными и наклонными скважинами, если расстояния между скважинами не превышают примерных норм, приведенных в табл. 2 и 6, и выход керна составляет не менее 60—70%, а в случае меньшего выхода или избирательного истирания керна проведено опробование шлама (см. рис. 89 и 90).

в) Запасы рудных тел групп «б» и «в», подсчитываемые путем экстраполяции данных разведочных выработок за пределы оконтуренного ими участка, разведанного по более высоким категориям.

г) Запасы рудных тел тех же групп, вскрытые и опробованные только с поверхности и подсчитываемые путем экстраполяции на глубину, при наличии данных геологических наблюдений, опробования и замеров мощности в выработках, вскрывающих рудное тело близ поверхности.

Различные случаи построения подсчетных блоков и определения категории разведанности по данным буровых скважин в сочетании с горными работами или только на основании буровых скважин приведены на рис. 89 и 90.

На рис. 89 приведены примеры выделения категорий В и C_1 для рудного тела группы «б». В данном случае запасы категории C_1 могут быть подсчитаны на основании только одних буровых скважин, и последние могут быть пройдены на два этажа ниже горных работ; запасы категории C_1 могут быть также подвешены к скважинам.

На рис. 90 показаны способы определения категорий запасов рудных тел групп «в» и «г», в которых категория C_1 по данным одного только бурения не выделяется. В этих случаях бурение скважин на два этажа ниже горных работ также не дает основания для выделения категории C_1 .

Когда блок категории C_1 строится на основании горных выработок и буровых скважин, то для маломощных рудных тел контур блока проводится прямоугольным полотном, опирающимся на данные по штреку. Для мощных рудных тел, а также для блоков категории В рудных тел средней мощности (см. рис. 89) боковые линии, ограничивающие блок, должны проводиться через скважины.

Нижняя граница блока, опирающегося на буровые скважины, для рудных тел мощностью менее 2—3 м, как правило, проводится на высоте, соответствующей этажу, причем не обязательно, чтобы скважины укладывались точно на эту линию. Буровые скважины, выходящие за границу этой линии на расстояние до $\frac{1}{4} h$ (нормального этажа), могут быть учтены при выводе средних данных по блоку (рис. 91).

Для отнесения запасов к категории C_1 необходимо, чтобы формы, размеры и элементы залегания рудного тела были выяснены хотя бы в общих чертах. Объем и вес (запас) руд должны быть подсчитаны в пределах условного контура, на основании имеющихся для него разведочных данных или путем экстраполяции данных разведки непосредственно прилегающих к нему запасов более высоких категорий. Величина экстраполируемого контура зависит от размеров известной части рудных тел и устанавливается на основании существующих геологических представлений о месторождении.

Экстраполяция на глубину при построении контура подсчитываемых запасов категории C_1 полотном, как правило, не должна превышать нормальной высоты этажа, а при построении треугольником — высоты двух этажей.

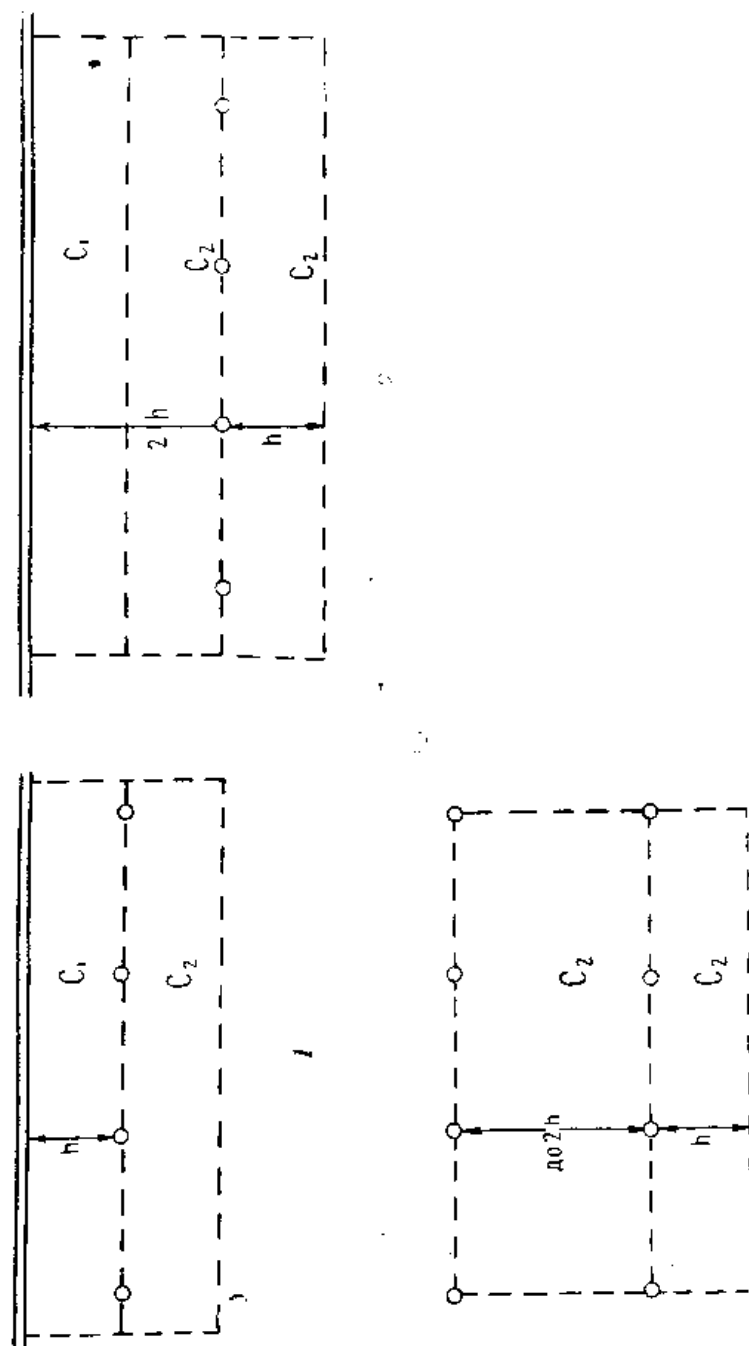


Рис. 90. Схема определения степени разведанности запасов рудных тел мощностью менее 2—3 м, относящихся к группам «в» и «г»

1 и 2 — запасы, разведанные штреком и линиями буровых скважин; 3 — запасы, разведанные двумя линиями буровых скважин

h — нормальная высота эксплуатационного блока;

l — нормальная длина эксплуатационного блока

Если протяжение рудного тела по простиранию превышает 750—1000 м и оно, кроме выхода на поверхность, разведано подземными горными выработками не менее чем на двух горизонтах, то при построении контура полотно допускается экстраполяция на глубину до 100 м.

Содержание металла в руде должно быть установлено на основании опробования имеющихся выработок или путем распространения данных опробования соседних блоков, заключающих запасы более высоких категорий. Допускается использование архивных данных по выработкам, пройденным в прежнее время и являющимся недоступными, однако при том условии, если среди этих данных имеются достоверные и надлежаще оформленные первичные материалы документации и опробования, позволяющие определить мощность рудного тела и вычислить содержание золота.

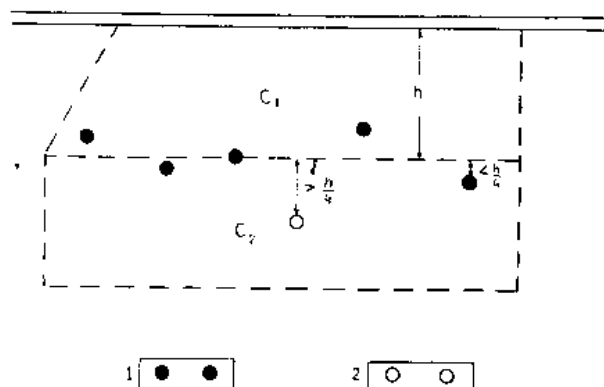


Рис. 91. Разграничение запасов, подсчитываемых по категориям C_1 и C_2 по данным буровых скважин
1 — скважины, принятые в подсчет по блоку категории C_1 ; 2 — скважины, не принятые в подсчет по блоку категории C_1
 h — нормальная высота эксплуатационного блока

На вновь разведываемых месторождениях золота, представленных рудными телами группы «б», для отнесения запасов к категории C_1 каждое рудное тело должно быть прослежено выработками по простиранию с детальностью, достаточной для определения его мощности, протяжения, элементов залегания и качественной характеристики руд.

На месторождениях, измененных в зоне окисления, рудные тела на выходе на поверхности следует изучать по остаточным и вторичным минералам с целью хотя бы примерного определения состава руд в более глубоких зонах. При этих условиях в отдельных простых случаях экстраполяция по категории C_1 может быть продолжена за пределы зоны окисления, в более глубокие зоны. В сложных случаях экстраполяция не должна превышать глубину зоны окисления.

Качество полезного ископаемого, распределение руды по природным сортам, условия водоносности и прочие горнотехнические условия ведения горных работ определяются по имеющимся фактическим данным, хотя бы и недостаточным.

Для отнесения к категории C_1 запасов рудных тел группы «г», которые вообще не разведываются до более высоких категорий, обязательно

выполнение требований, изложенных выше для категории A_2 в пунктах «в», «г», «з», относящихся к степени изученности геологии месторождения, качества руд и горнотехнических условий эксплуатации. В соответствующую

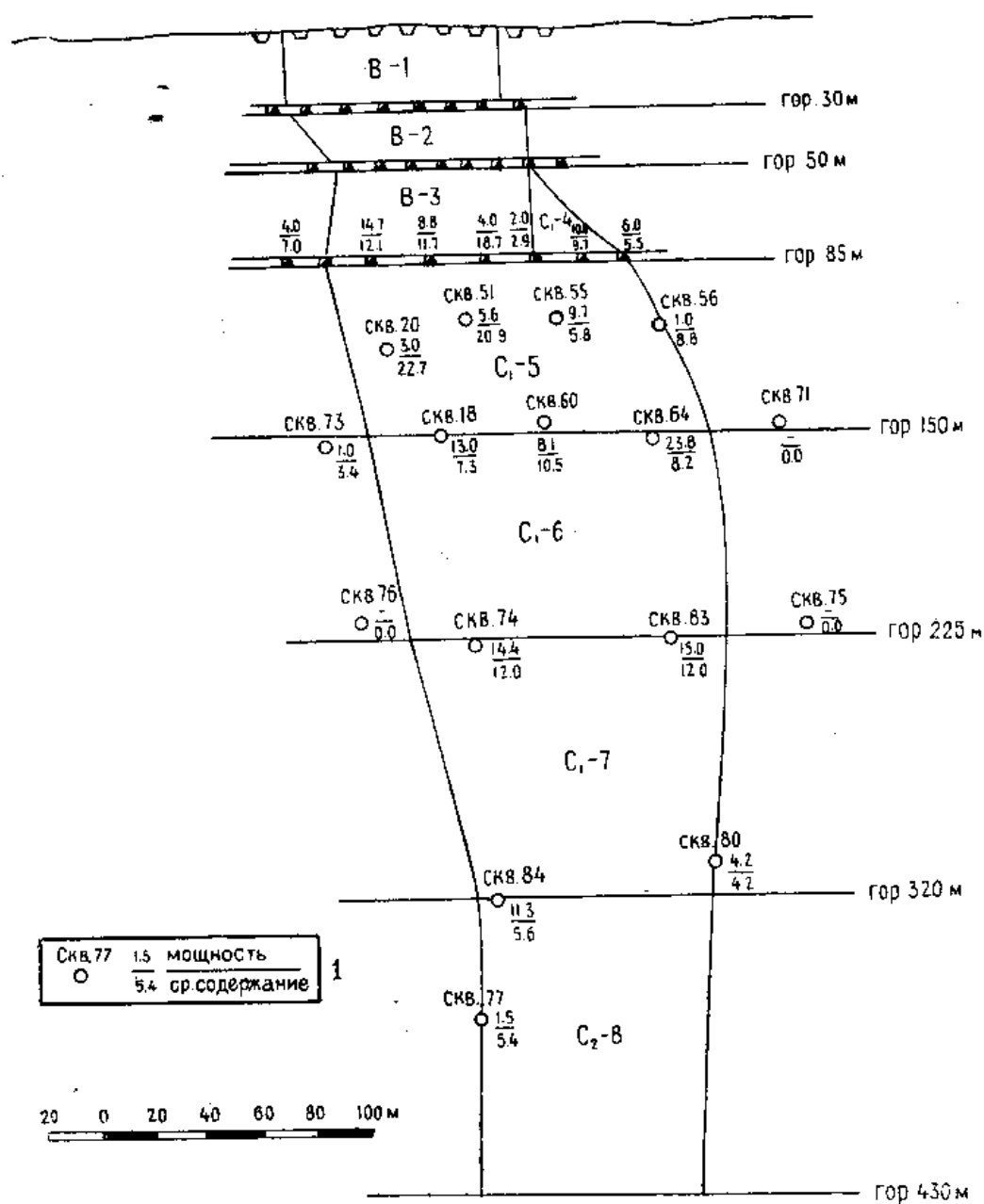


Рис. 92. Схема блокировки запасов рудного тела типа штокерка (группа «б») на месторождении «Д» (в продольной проекции)

щих случаях необходимо проводить заводские испытания, требуемые для категории A_2 .

На рис. 92 приведен пример выделения категории C_1 по мощному рудному телу группы «б» штокеркового типа, разведанному на несколько

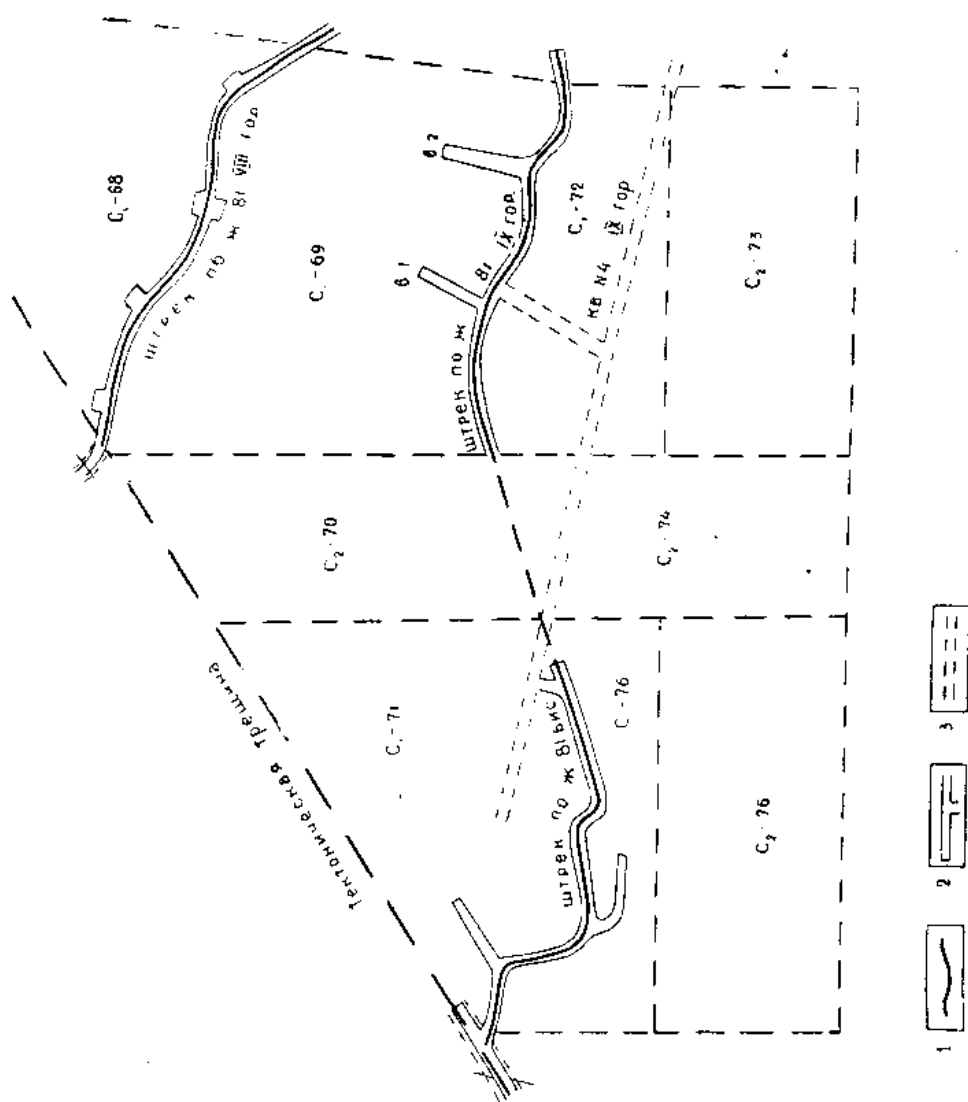


Рис. 93. Схема оконтуривания и блокировки запасов пологопадающей жилы группы «г» в горизонтальной проекции
 1 — жила; 2 — горные выработки, идущие по рудному телу; 3 — горные выработки, не вскрывающие рудного тела

этажей буровыми скважинами. Большая мощность рудных тел и выдержанность оруденения позволили вести разведку полотноми высотой 75—95 м с определением между ними запасов категории C_1 .

На рис. 93 показана блокировка запасов категории C_1 по маломощной рудной жиле, крайне невыдержанной по содержанию и отнесенной к группе «г». В этом случае даже между двумя штреками запасы подсчитываются только по категории C_1 , а подвеска их к штреку проводится на $\frac{1}{2}$ этажа. То же самое показано на рис. 94 применительно к рудным залежам малого размера.

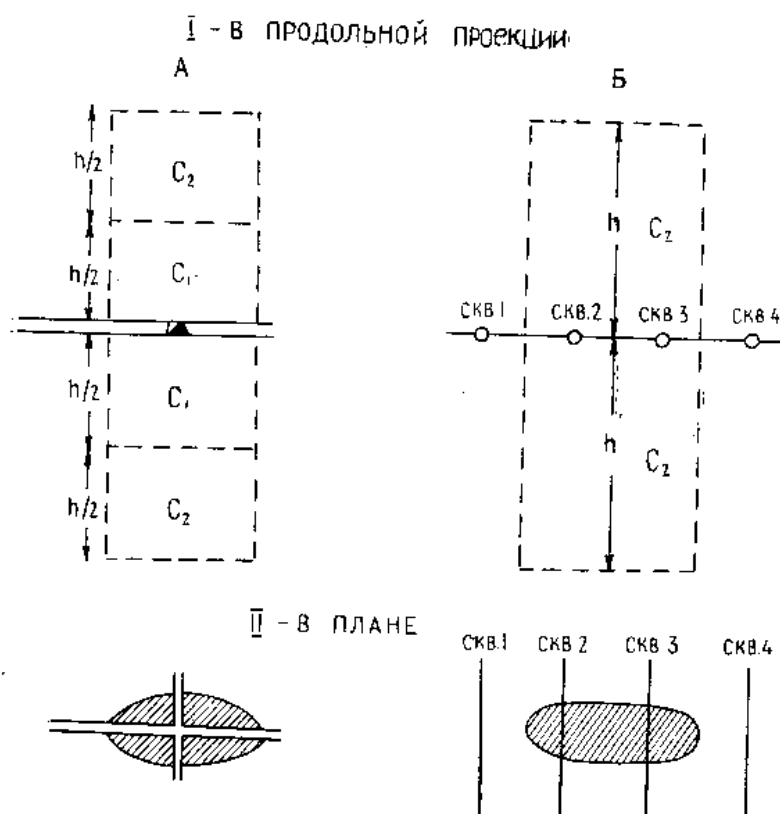


Рис. 94. Схема оконтуривания и блокировки запасов мелких гнездообразных залежей, вскрытых только на одном горизонте выработками или буровыми скважинами

А — рудное тело вскрыто горными выработками; Б — рудное тело вскрыто буровыми скважинами

4. Запасы категории C_2

К категории C_2 могут быть отнесены запасы, предполагаемые в пределах определенных рудных тел на основании геологических соображений, с учетом имеющихся геофизических данных. Форма рудных тел, их мощность и содержание золота в рудах при подсчете запасов этой категории принимаются по данным отдельных проб или путем экстраполяции данных разведки непосредственно прилегающих к ним запасов более высоких категорий.

Запасы категории C_2 , точно так же как и запасы более высоких категорий, должны подсчитываться в строго определенных контурах, изображенных на прилагаемых к подсчету чертежах.

На месторождениях, где имеются запасы, разведанные по категориям А, В или C_1 , запасы категории C_2 подсчитываются чаще всего путем экстраполяции данных разведки запасов более высоких категорий за пределы принятых для них контуров. При этом основой для экстраполяции являются данные о геологическом строении рудного поля, в частности о структуре, которая иногда является решающим условием. Существенными факторами, определяющими границу экстраполяции, являются размеры месторождения во вскрытой его части и геологические соображения о выдержанности типа минерализации. Экстраполяция на глубину, устанавливаемая в соответствии с этими данными для категории C_2 , не должна превышать расстояний, указанных выше для запасов категории C_1 .

На ранее разрабатывавшихся и заброшенных месторождениях для подсчета запасов категории C_2 требуются хотя бы отрывочные картографические материалы по подземным выработкам и архивные сведения о содержании металла в ранее добывавшихся рудах.

Для обоснования подсчета запасов по категории C_2 на вновь выявленных месторождениях, при отсутствии запасов более высоких категорий, необходимо наличие геологической карты рудного поля или его участка, содержащей достаточные данные для предварительного суждения о форме и размерах рудного тела и сопровождающих его оруденелых породах. Необходимо также наличие некоторого количества правильно взятых проб, характеризующих состав руд и содержание в них полезных компонентов.

В отличие от запасов категории C_1 , запасы категории C_2 можно подсчитывать и в том случае, если оруденение установлено по выходам сильно измененных руд на поверхность. Содержание металла в первичных рудах, расположенных глубже, во многих случаях может быть принято условно, на основании изучения и опробования выходов выщелоченных руд, с учетом опыта разведки и разработки аналогичных месторождений.

III. РАЗДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ПО ВИДАМ ДОБЫЧИ

Запасы коренных месторождений золота наряду с подразделением по степени разведанности в процессе их подсчета подразделяются также по способам разработки (видам добычи). По этому признаку различаются запасы для открытых и подземных работ. Первые отрабатываются открытыми выработками — карьерами, разрезами, разносами; при разработке вторых добыча руд ведется с помощью комплекса подземных выработок, состоящего из шахт или штолен, квершлагов, штреков, восстающих, очистных камер и т. п.

Выбор того или иного способа разработки производится проектирующей организацией и решается на основании технико-экономических расчетов. Выбор способа зависит от ряда факторов, из которых наиболее важными являются: глубина залегания рудного тела на данном участке, его мощность и угол падения. Указанные факторы определяют отношение объема вмещающих пород, которые необходимо вынуть при отработке открытым способом данного участка рудного тела, к объему добываемых руд. Величина этого отношения, называемая коэффициентом вскрыши, оказывает большое влияние на выбор способа разработки — подземного

или открытого. На решение этого вопроса также оказывают влияние: количество имеющихся запасов, величина содержания золота в рудах, гидрогеологические условия месторождения, географо-экономические и транспортные условия района, а также его климат, иногда обуславливающий сезонный характер открытых работ.

При выборе системы разработки месторождения подземным способом важную роль играет мощность рудных тел, поскольку большая мощность позволяет производить выемку руды с меньшим разубоживанием и применять более производительные системы, с меньшей стоимостью добычи руды, что имеет большое значение в первую очередь для месторождений с относительно невысоким содержанием золота.

При подсчете запасов для подземной отработки в ряде случаев необходимо отдельно оконтуривать участки, нарушенные дизъюнктивами, сильно рассланцованные или закарстованные, т. е. участки, на которых следует ожидать осложнения условий эксплуатации по сравнению с остальной частью месторождения. Это особенно важно в случае значительной обводненности нарушенных зон, когда требуется водоотлив, а также при условии резкого изменения устойчивости вмещающих пород, что может, например, потребовать применения специальных способов крепления и т. д.

Добыча руды открытым способом в основном применяется при разработке горизонтальных или пологопадающих тел, залегающих на небольшой глубине от поверхности (до 20—30 м и редко более), а также верхних частей крутопадающих рудных тел, имеющих большую мощность. Глубина, до которой целесообразно вести добычу открытыми работами, определяется объемом вскрыши, приходящейся на тонну или кубометр добываемой руды, с учетом прочих условий, и относительной стоимостью вскрышных работ на тонну руды.

Глубина отработки открытыми карьерами может быть ограничена не только технологическими возможностями, но и структурно-геологическими особенностями месторождения. Например, иногда рудные гнезда могут быть отработаны карьером только до горизонта резкого сокращения мощности и перехода в жилы. Жильные же тела, очевидно, потребуют применения другой системы отработки, и запасы их должны быть подсчитаны отдельно.

В настоящее время в условиях быстрого роста и развития техники вскрышных работ все большее количество месторождений становится возможным обрабатывать открытыми работами, которые по сравнению с подземной отработкой дают возможность осваивать более бедные руды. Поэтому при подсчете запасов необходимо выяснить возможность организации открытых работ и, в случаях положительного решения вопроса, оконтурить и отдельно подсчитать запасы руды, которые могут быть отработаны карьерами. Это прежде всего относится к железным шлям, крупным месторождениям штокверкового типа, зонам вкрапленных руд, крупным жильным зонам и линзообразным залежам.

III. РАЗДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ ПО ПРИРОДНЫМ СОРТАМ РУД, ТРЕБУЮЩИМ РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

К природным сортам руд на месторождении относятся такие их разновидности, переработка которых может производиться одним и тем же способом, при одинаковом режиме технологического процесса. Разновидности руд, переработка которых должна производиться разными спо-

собами, выделяются в самостоятельные сорта, если возможна раздельная (селективная) добыча их при разработке месторождения.

В простейших случаях разделение руд по сортам возможно уже по результатам предварительной разведки, до проведения технологических испытаний. Это не представляет никаких затруднений, например, в том случае, если разведывается колчеданная залежь, сложенная на глубине неизменными первичными сульфидными, а в верхней части разнообразными минералами зоны окисления, являющимися продуктами разложения сульфидов, причем граница первичной зоны с зоной окисления выражена отчетливо и местоположение ее установлено разведочными выработками.

Разделение руд на сорта не встречает затруднений также и в том случае, если различные по своему вещественному составу руды локализованы в пространственно обособленных рудных телах или слагают залежи неодинаковых морфологических типов, например когда в пределах одного и того же месторождения разведываются одновременно золотоносные кварцевые жилы с очень малым количеством сульфидов и «сплошные» колчеданные залежи.

В более сложных случаях решение вопроса о сортах руд, подлежащих раздельной переработке, требует проведения лабораторных или даже полужаводских технологических испытаний и рассмотрения полученных результатов этих испытаний с учетом размещения в месторождении имеющихся разновидностей руд, а также экономических показателей и горно-технических условий, определяющих ту или иную сложность раздельной их выемки.

Переमेжаемость руд разного состава и с различными технологическими свойствами, приводящая к высокой стоимости и сложности раздельной добычи этих разновидностей, может иногда обусловить целесообразность их совместной (коллективной) переработки. В этих случаях целесообразность совместной переработки руд должна быть обоснована сравнением технико-экономических показателей совместного и раздельного процесса добычи и переработки, что возможно только в результате проведения технологических испытаний.

В практике чаще всего встречается необходимость различать и раздельно отрабатывать один или несколько из следующих типов золотых руд:

1) кварцевые руды, содержащие то или иное количество сульфидов, обычно с преобладанием пирита, арсенопирита, халькопирита, сфалерита, галенита;

2) кварцево-баритовые или баритовые сульфидные руды с преобладанием среди сульфидов пирита, халькопирита, сфалерита, галенита;

3) «сплошные» сульфидные руды с содержащимися в них в подчиненном количестве жильными минералами и породами;

4) вкрапленные руды;

5) руды зоны окисления;

6) колчеданные, баритовые или кварцево-баритовые сыпучки зоны выщелачивания.

В пределах указанных типов следует различать руды по различным формам нахождения в них золота, которые в общем виде могут разделяться на:

а) руды, содержащие в жильных, рудных минералах или непосредственно в породах относительно крупные частицы золота, которые могут высвобождаться из руды посредством ее измельчения;

б) руды, содержащие золото в виде мельчайших включений в сульфидах, главным образом в пирите, арсенопирите, реже в халькопирите и еще реже в других сульфидах; золото может быть высвобождено из таких руд только путем химического разложения сульфидов или их плавки;

в) руды, содержащие золото в виде теллуридов, находящихся в зернах сульфидов чаще всего в виде мелких включений.

В значительном количестве месторождений золото присутствует в рудах одновременно не в одной, а в двух или даже трех указанных формах. Хотя основное промышленное значение в рудах обычно имеет одна из трех форм нахождения золота, все же обработка руд должна производиться с учетом необходимости извлечения золота всех форм.

Наличие на одном и том же месторождении нескольких типов руд не во всех случаях обязывает перерабатывать каждый из них отдельно от других. Нередко малосульфидные кварцевые руды, добываемые при разработке жил, могут перерабатываться совместно с рудами зоны окисления колчеданных залежей, с применением одного и того же процесса при одинаковом его режиме.

Известны и обратные случаи, когда различные разновидности руд какого-либо одного из указанных типов требуют отдельной переработки. Это бывает необходимо вследствие сильного различия между ними по содержанию вредного компонента, осложняющего процесс переработки, или же по содержанию сопутствующего полезного компонента (например, мышьяка, меди или свинца), для извлечения которого необходимо дополнить процесс включением в него способов, не требующихся при извлечении золота.

Во всех случаях разделение руд на природные сорта, подлежащие отдельной выемке, отдельной переработке и, следовательно, отдельному учету их запасов, должно быть обосновано технологическими испытаниями.

Основными процессами извлечения золота из руд являются амальгамация, цианирование, флотация и пирометаллургия. В качестве вспомогательного процесса применяется гравитационное обогащение.

На золотоизвлекающих фабриках, как правило, применяется несколько из этих процессов обработки руд, лишь в отдельных случаях — какой-либо один процесс.

Амальгамация применяется при обработке кварцевых руд с небольшим количеством сульфидов, при относительно крупном, свободном золоте. Извлечение золота амальгамацией иногда в значительной степени снижается при обработке руд с весьма тонким золотом, рассеянным в кварце, при большом количестве сульфидов в рудах, с которыми связано золото, при наличии теллуридов золота и примесей в самом золоте (низкопробное золото).

Процессом цианирования обеспечивается высокое извлечение золота при обработке кварцевых руд, содержащих мелкое золото, при относительно небольших количествах сульфидов в них. Извлечение золота цианированием снижается при обработке руд, содержащих значительные количества сульфидов, особенно частично разложившихся или легко окисляющихся и растворяющихся в цианистых щелочах (марказит, пирротин, сульфиды меди, за исключением халькопирита и др.), при наличии в рудах окисленных соединений меди и закисных соединений железа и теллуридов золота. Плохо растворяется золото при обработке руд, содержащих значительные количества сульфидов, мышьяка, а также углистых веществ (графита).

Процесс флотации применяется, как правило, для обработки руд, содержащих сульфиды, в тех случаях, когда извлечение золота амальгамацией и цианированием не дает удовлетворительных результатов. Основным условием успешного ведения процесса флотации является наличие в рудах стабилизаторов пены, которыми являются сульфиды. В отдельных, весьма редких случаях флотация применяется при обогащении окисленных руд или руд, содержащих только свободное золото.

Флотация применяется во всех случаях обработки сложных полиметаллических руд, имеющих промышленное содержание меди, свинца, цинка и других, извлекаемых процессом флотации, полезных компонентов. Флотационные концентраты обычно направляются для переработки на пиromеталлургические заводы, и лишь в редких случаях золото извлекается из концентратов на месте процессом цианирования.

Гравитационное обогащение отсадкой или на концентрационных столах, как указывалось выше, не является самостоятельным процессом и применяется для выделения из руд свободного золота, золотосодержащих сульфидов и других рудных минералов с высоким удельным весом. Гравитационное обогащение применяется совместно с цианированием или флотацией.

Из гравитационных концентратов золото извлекается в большинстве случаев на месте процессом активной амальгамации.

Пиromеталлургические процессы, обеспечивающие весьма высокое извлечение золота, применяются для обработки флотационных и гравитационных концентратов и непосредственно сульфидных руд, при высоком содержании в них сульфидов. Золотоносные руды, содержащие не менее 70% кварца и небольшое количество глинозема (не более 10—15%), даже при отсутствии в них сульфидов, используются в качестве флюсов при пиromеталлургических процессах. Этот процесс может быть применен и непосредственно к рудам, когда флотация, цианирование и другие процессы не дают достаточно высокого извлечения золота.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

ОКОНТУРИВАНИЕ ЗАПАСОВ

Оконтуриванием называют установление границ (контура) разведанной части рудного тела, в пределах которых, на основании материалов проведенных разведочных работ, должны быть подсчитаны запасы руды и содержащихся в ней полезных компонентов. Оконтуривание производится с разделением запасов по их промышленной ценности, степени разведанности, типам руд и способам разработки.

Оконтуривание является начальным этапом подсчета запасов, следующим непосредственно за обработкой материалов разведки и геологического изучения месторождения. Результаты их, представляемые в виде погоризонтных геологических планов и планов опробования, поперечных геологических разрезов с нанесенными на них данными опробования, а также других сводных документов, служат основными исходными материалами для оконтуривания.

Запасы месторождения золота, как и других полезных ископаемых, в процессе их оконтуривания или на дальнейших стадиях подсчета разделяются на балансовые и забалансовые в зависимости от возможности использования их промышленностью.

Инструкцией по учету запасов полезных ископаемых и по заполнению формы № 1-зап (1954) дается следующее определение балансовых и забалансовых запасов и условий их выделения:

«§ 9. Балансовыми являются запасы, удовлетворяющие промышленным условиям и горнотехническим условиям эксплуатации.

§ 10. К балансовым запасам сырья относятся:

1) запасы всех категорий по эксплуатируемым и неэксплуатируемым месторождениям, утвержденные ВКЗ или ТКЗ как балансовые;

2) следующие из запасов, не проходивших утверждения в ВКЗ или ТКЗ:

а) запасы эксплуатируемых месторождений, соответствующие действующим стандартам и кондициям;

б) вновь разведанные запасы как эксплуатируемых, так и неэксплуатируемых месторождений, если эти запасы по горнотехническим условиям и по качественным показателям аналогичны эксплуатируемым запасам либо запасам, ранее утвержденным ВКЗ или ТКЗ для этих месторождений;

в) вновь разведанные запасы неэксплуатируемых месторождений, не имеющих утвержденных ВКЗ или ТКЗ запасов, если эти запасы на основании данных анализов или лабораторных исследований взятых проб, а также по аналогии с изученными месторождениями являются кондиционными по качеству и по горнотехническим условиям пригодны для эксплуатации;

г) запасы полезных ископаемых (за исключением малоценных видов сырья) в охранных целиках шахт, транспортных магистралей, промышленных сооружений, заповедников и т. п., если они удовлетворяют промышленным кондициям.

§ 11. К балансовым запасам, перечисленным в § 10 п. 2, могут относиться запасы, разведанные по всем категориям, включая и кат. С₂...

§ 13. Забалансовыми являются такие запасы, которые вследствие низкого содержания полезного компонента или минерала, малой мощности залежей или особой сложности условий эксплуатации, а также вследствие отсутствия промышленных методов переработки данного типа полезного ископаемого не могут быть использованы промышленностью в настоящее время, но могут рассматриваться как объект промышленного освоения в дальнейшем.

§ 14. К забалансовым запасам относятся:

1) запасы всех категорий эксплуатируемых и неэксплуатируемых месторождений, отнесенные ВКЗ или ТКЗ к забалансовым;

2) следующие из запасов, не проходивших утверждения в ВКЗ или ТКЗ:

а) запасы, не соответствующие, по данным лабораторных и технологических испытаний или заводской производственной практики, существующим стандартам и условиям (некондиционное сырье);

б) запасы кондиционного сырья, залегающие в сложных геологических (горнотехнических) условиях, вследствие чего разработка месторождения при существующем уровне техники или невозможна, или явно нерентабельна;

в) запасы кондиционного сырья на месторождениях, которые вследствие своих малых размеров или малой ценности сырья являются нерентабельными для разработки;

г) запасы сырья в тех случаях, если в настоящее время отсутствуют промышленные методы переработки данного типа полезного ископаемого».

Сумму балансовых и забалансовых запасов называют геологическими или общегрунтовыми запасами.

Из числа балансовых запасов, подсчитываемых по категориям А, В и С₁, выделяются промышленные запасы. К ним относятся запасы, предназначенные к выемке по проектам или плану разработки месторождения, поэтому они числятся только по эксплуатируемым, проектируемым и строящимся шахтам, рудникам, карьерам. Промышленные запасы определяются путем исключения из суммы балансовых запасов категорий А, В и С₁ проектных и плановых потерь при эксплуатации.

Как балансовые, так и забалансовые запасы всех категорий разведанности (А, В, С₁ и С₂) должны подсчитываться в пределах определенных контуров, устанавливаемых на основании имеющихся разведочных данных и геологически обоснованных предположений о протяженности рудных тел по простиранию и падению.

Общие границы, в пределах которых производится подсчет балансовых и забалансовых запасов, составляющих в сумме геологические запасы, определяются в соответствии с величиной минимально-учетного содержания, устанавливаемой Главным управлением золото-платиновой промышленности единой для всех коренных месторождений золота.

1. БОРТОВОЕ И МИНИМАЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННОЕ СОДЕРЖАНИЯ

В качестве основного критерия, определяющего отнесение запасов, ограниченных общим контуром геологических запасов, к балансовым или забалансовым, для каждого типа рудных тел каждого месторождения в отдельности устанавливается нижний предел содержания золота, при котором добыча и переработка руд в условиях данного месторождения по технико-экономическим соображениям является целесообразной. Этот критерий и способы его применения в различных условиях могут иметь различное выражение, зависящее от мощности рудного тела и общего уровня содержания в нем золота.

При подсчете запасов рудных тел, мощность которых больше, чем минимальная ширина очистных выработок, границы подсчета балансовых запасов устанавливаются путем оконтуривания промышленного орудене-

ния в горизонтальных или поперечных вертикальных разрезах согласно избранному способу подсчета.

В этом случае контуры балансовых запасов определяются в соответствии с установленным для данных условий нижним пределом содержания золота, который носит название «**б о р т о в о е с о д е р ж а н и е**».

Ориентируясь по величине бортового содержания, вначале устанавливают точки разграничения промышленных и непромышленных руд со стороны висячего и лежащего боков рудного тела. Затем граничные точки, намеченные по выработкам и опробованным сечениям, выносятся на разрезы, где через них проводятся разграничительные линии. Пункты выклинивания промышленного оруднения по простиранию, падению и восстановлению, определившиеся в разрезах, переносятся на продольную (горизонтальную, вертикальную или наклонную) проекцию рудного тела, где таким путем устанавливаются опорные точки для проведения контура.

Если мощность промышленных руд меньше минимальной ширины очистных выработок, то необходимость оконтуривания их со стороны висячего и лежащего боков отпадает, так как границы выемки будут определяться принятой ее шириной, которая устанавливается в зависимости от горнотехнических условий разработки данного месторождения. При этой мощности рудного тела границы подсчета балансовых и забалансовых запасов устанавливаются только в продольной проекции, что может быть сделано двумя способами, которыми иногда пользуются в процессе подсчета запасов различных частей одного и того же рудного тела.

Один способ представляет собой собственно оконтуривание, т. е. проведение границы (контура) балансовых запасов между опробованными сечениями выработок прослеживания и отдельными секущими выработками, показавшими содержание золота больше и меньше установленного нижнего предела. При этом нижний предел, аналогично оконтуриванию мощных рудных тел, называется бортовым содержанием.

Другой способ состоит в отнесении запасов целых подсчетных блоков к группе балансовых или забалансовых. Собственно оконтуривание при этом не производится.

Отнесение запасов данного подсчетного блока к той или иной группе определяется величиной среднего содержания золота в рудах этого блока. Если она ниже определенного минимума, то запасы относятся к забалансовым, если выше, то квалифицируются как балансовые. Таким образом, критерием оценки промышленного значения запасов в этих условиях является требуемый минимум среднего содержания по блоку, который обычно называют **минимально-промышленным содержанием**.

Способ оконтуривания запасов в применении к рудным телам малой мощности является недостаточно надежным ввиду свойственной им высокой изменчивости содержания золота, что обуславливает весьма слабую представительность показаний отдельных опробованных сечений, на основании которых строится контур. Поэтому собственно оконтуривание по простиранию применяется сравнительно редко, главным образом в участках с выклинивающимся промышленным орудением на флангах, разведанных выработками прослеживания, а также для разграбления промышленных и непромышленных участков внутри блоков при столбовом характере оруденения.

Способ оценки промышленного значения запасов в контурах подсчетных блоков дает более надежные результаты, так как основывается на

учете средних величин содержания в рудах золота, каждая из которых выведена на основании показаний значительного количества проб и поэтому обладает большой представительностью.

При данных горнотехнических и экономических условиях разработки одной и той же технологической разновидности руд месторождения, разделение балансовых и забалансовых запасов как путем оконтуривания, так и посредством оценки промышленного значения запасов отдельных блоков должно производиться в расчете на один и тот же нижний предел содержания. Следовательно, при одних и тех же условиях «бортное содержание» и «минимально-промышленное содержание» на месторождении должны быть равны.

При определении величины минимально-промышленного и бортового содержания для месторождений с низким содержанием золота в некоторых случаях ставится дополнительное условие, чтобы среднее содержание металла в контурах подсчета балансовых запасов по месторождению в целом было не менее определенного предела, зависящего от горнотехнических условий его разработки и экономики района. Если определившаяся величина бортового и минимально-промышленного содержания не удовлетворяет этому условию, то она пересматривается в сторону повышения, пока среднее по месторождению не достигнет требуемого минимума.

В тех случаях, когда при определении бортового и минимально-промышленного содержания приходится учитывать также необходимый минимум среднего содержания по месторождению, величина этих пределов должна находиться в следующих соотношениях:

$$C_b = C_m < C_n,$$

где C_b — бортовое содержание;

C_m — минимально-промышленное содержание (по блоку);

C_n — минимальный предел среднего содержания по месторождению (для определенного технологического сорта руд и данного морфологического типа рудного тела).

Величина бортового и минимально-промышленного содержания устанавливается по согласованию с Главным управлением золото-платиновой промышленности и подлежит утверждению Техническим управлением Министерства цветной металлургии СССР. Она определяется исходя из стоимости добычи и переработки тонны руды, получаемой при эксплуатации запасов данного рудного тела, и допустимой максимальной стоимости грамма металла.

Допустимый максимум стоимости золота устанавливается с учетом промышленной характеристики наличной сырьевой базы и технико-экономических показателей по добыче металла не только по этому месторождению, но и по другим, т. е. на более широкой основе.

При расчете стоимости добычи и переработки тонны руды принимаются во внимание все расходы, как приходящиеся непосредственно на каждую тонну руды, поступающую в обработку, — пропорциональные расходы, так и общие расходы предприятия, относимые на всю добычу и через нее влияющие на среднюю стоимость одной тонны, — условно постоянные расходы.

К пропорциональным относятся такие расходы, общая сумма каждого из которых, начисляемая рудником или прииском в течение определенного отрезка времени (месяца, квартала), пропорциональна количеству добываемой руды. К ним относятся: заработная плата бурильщика и откатчика; стоимость взрывчатых материалов; крепление очистных выработок;

горючее или электроэнергия, расходуемые на рудничную доставку руды, ее подъем и транспортировку на фабрику; заработная плата рабочих фабрики и т. д.

Условно постоянными считаются расходы, которые не зависят от количества добываемой руды или связаны с ним в незначительной степени. Такими расходами являются: заработная плата руководящего и административно-технического персонала предприятия и шахты; стоимость отопления и содержания производственных и служебных помещений; водоотлив, вентиляция, амортизация капитальных горных выработок, зданий, сооружений, оборудования; охрана предприятия и другие расходы.

Для некоторых действующих предприятий, недостаточно обеспеченных запасами, в отдельных случаях может устанавливаться пониженный предел промышленного содержания. При этом понижение распространяется в равной мере как на бортовое, так и на минимально-промышленное содержание, поэтому при прочих равных условиях равенство между величинами этих пределов $C_b = C_m$ остается в силе.

Значения всех технико-экономических показателей, принимаемых при вычислении стоимости добычи и переработки тонны руды в целях определения бортового содержания, должны быть рассчитаны для группы объектов, находящихся в одних и тех же условиях разработки. Разные значения этих показателей и обуславливают различие бортового содержания для неодинаковых объектов.

Технико-экономические показатели, принимаемые при расчете бортового и минимально-промышленного содержания, зависят в большей степени от масштабов проектируемого или действующего предприятия, а также от его технической оснащенности, применяемых систем разработки рудных тел и принятого технологического процесса переработки руд. На предприятиях, действующих длительное время, масштабы добычи и технология переработки руд не всегда находятся в соответствии с количеством и качеством запасов, имеющихся в каждый данный период времени, к которому приурочиваются подсчет запасов и определение бортового содержания.

Вследствие этого технико-экономические показатели, принимаемые при расчете бортового содержания, являясь отражением существующего или проектируемого предприятия, могут значительно отличаться от оптимальных технико-экономических показателей, которые возможно достигнуть при полном соответствии производственной мощности предприятия сырьевой базе месторождения.

Средний уровень содержания золота в рудах месторождения может значительно превышать необходимый промышленный минимум. В этом случае неточности определения бортового содержания, связанные с отмеченной условностью принимаемых в расчет технико-экономических показателей, оказывают незначительное влияние на количество и качество подсчитываемых балансовых запасов. При высоком среднем содержании золота в рудном теле изменение бортового содержания на 0,3—0,5 г/т и более не приводит к существенным изменениям количества балансовых запасов руды, а также среднего содержания в ней золота и его запасов. На оценку промышленного значения месторождения в целом и решение вопроса о передаче его для разработки небольшие изменения бортового содержания при высоком его среднем уровне практически не оказывают никакого влияния.

При низком среднем содержании золота неточности определения технико-экономических показателей при вычислении бортового содержания оказывают очень большое влияние на баланс запасов месторождения. В ряде случаев это может привести к неправильному решению вопроса о целесообразности его разработки.

Разработка бедных месторождений иногда ведется выборочно.

Когда среднее содержание по рудному телу в целом немногим отличается от необходимого промышленного минимума или ниже его, то отрабатываются только участки с повышенным содержанием, вмещающие их бедные руды остаются не вынутыми.

В таких условиях изменение бортового содержания на 0,1—0,2 г/т иногда влечет за собой переход до 30—40% запасов руды и до 10—25% запасов металла из балансовых в забалансовые или наоборот. Может очень сильно измениться также размещение балансовых запасов среди забалансовых, что потребует изменения систем разработки месторождения и привести к изменению всех технико-экономических показателей по добыче и переработке руд. Последние могут оказаться совершенно различными, несмотря на небольшое различие в величине бортового содержания.

На технико-экономические показатели очень большое влияние оказывает принятый объем добычи руд и металла, который в связи с этим иногда может определять решение вопроса о рентабельности отработки месторождения.

Сравнительная оценка технико-экономических показателей разработки запасов, подсчитанных при разной величине бортового содержания, позволяет обоснованно выбрать величину бортового содержания с учетом полноты использования недр.

Для месторождений, характеризующихся бедными рудами и обладающих очень большими геологическими запасами (жильные штокерки, зоны вкрапленных руд), может оказаться целесообразным определение бортового или минимально-промышленного содержания, учитывая величину необходимого минимума среднего содержания в рудах, запасы которых следует подсчитывать по группе балансовых. В таком случае необходимо определить технико-экономические показатели по добыче и извлечению золота также в нескольких вариантах проекта предприятия с различными масштабами, системами разработки месторождения и способами переработки руд.

2. ПРИЕМЫ ОКОНТУРИВАНИЯ

Оконтуривание со стороны кровли и почвы рудного тела

При оконтуривании рудных тел, мощность которых меньше принятой минимальной величины выемочной мощности, когда рудное тело имеет четкие естественные границы с вмещающими породами, а эти последние не содержат золота, линия контура со стороныисячего и лежащего боков на планах и в поперечных разрезах может проводиться по естественным очертаниям рудного тела. Однако подсчитанные по блокам запасы относятся к балансовым или забалансовым в зависимости от величины содержания, приведенного к выемочной мощности, но не от содержания собственно рудного тела. Поэтому по каждому блоку наряду со средним содержанием на рудное тело в таблицах подсчета должно быть указано среднее содержание на выемочную мощность.

Иногда оруденелые боковые породы, вмещающие маломощные рудные тела, местами являются промышленными рудами. В таких случаях

граница вмещающих пород, подлежащих включению в контур балансовых запасов, намечается по концам проб, показавших промышленное содержание. Эти границы должны быть нанесены на поперечные разрезы и погоризонтные планы рудного тела наряду с его естественными границами.

В некоторых опробованных полных пересечениях рудного тела среднее содержание золота на выемочную мощность оказывается ниже бортового. Вопрос о включении таких сечений в контур балансовых руд или же о перерыве контура возле них решается с учетом расположения непромышленных сечений среди промышленных, а также общего характера изменений содержания в данном разрезе или плане.

В некоторых сечениях за пределами контура балансовых руд могут оказаться руды с содержанием, не достигающим бортового, но превышающим минимально-учетное содержание. Если мощность таких руд значительна, то их следует разграничить с рудами, содержание которых ниже минимально-учетного, для дальнейшего подсчета в полученном таким образом контуре забалансовых запасов.

Рудные тела, имеющие мощность большую, чем минимальная выемочная мощность, и четкие естественные границы с вмещающими породами, оконтуриваются по их естественным очертаниям, и вопрос об отнесении руд к балансовым или забалансовым в пределах каждого опробованного сечения решается по отношению ко всей мощности рудного тела.

Однако могут быть случаи, когда промышленное оруденение приурочено к одной определенной части общей мощности рудного тела — к высящему или лежащему боку или к центральной части при непромышленном содержании в остальных частях. В таких случаях контур, проведенный по естественным границам рудного тела, будет включать общие учетные запасы, а внутри его может быть построен контур балансовых запасов руд, включающий только ту часть общей мощности, к которой приурочена промышленная концентрация металла.

Внутри рудных тел иногда бывают достаточно выдержанные прожилки или расположенные беспорядочно включения пустых пород. Если по своим размерам, расположению и по условиям применяемой системы разработки эти пустые породы могут быть вынуты отдельно от руды, то при замере мощности и подсчете содержания они исключаются. Если же раздельная выемка включений пустых пород невозможна или нецелесообразна, то при замере мощности они относятся к рудному телу и опробуются наравне с рудными составляющими.

На некоторых месторождениях оруденение представлено отдельными прожилками, линзами, гнездами или глыбами золотосодержащего кварца или золотосодержащих сульфидов в расщепленных зонах или зонах тектонических нарушений. При оконтуривании таких руд в контур включаются как рудные скопления, так и разделяющие их пустые или слабо оруденелые породы. При этом содержание и мощность указываются в формах подсчета как для чистой руды, так и для выемочной массы. Если рудные участки в данном опробованном сечении имеют очень неправильные очертания, то мощность чистой руды определяется делением площади ее в этом сечении на высоту той части выработки, в пределах которой замерена эта площадь.

На некоторых месторождениях, представленных преимущественно вкрапленными рудами, переход от промышленных руд к пустым породам происходит путем постепенного уменьшения содержания от центральной, наиболее обогащенной части к периферии, причем богатые руды не имеют заметных внешних различий от пустых пород. Здесь границы балансовых

руд со стороны висячего и лежащего боков могут быть намечены только по результатам опробования. В этих случаях особенно важно, чтобы пробы, отбираемые в секущих выработках (квершлаг, рассечки, орты), давали полное пересечение всей оруденелой зоны и подразделялись на секции такой длины, при которой промышленная часть рудного тела была бы представлена в среднем не менее чем 4—5 секциями в каждом сечении.

В пределах мощных зон вкрапленных руд, жильных зон и жильных штоков промышленные руды располагаются иногда несколькими разобщенными друг от друга ветвями, полосами или струями. Если каждую из таких ветвей рассматривать совершенно изолированно, без учета взаиморасположения с другими ветвями, то оруденение некоторых из них может получить промышленную оценку. Такие ветви могут оконтуриваться как самостоятельные рудные тела, если пространственные взаимоотношения их друг с другом и горнотехнические условия эксплуатации позволяют вести раздельную выемку, причем выемка каждой отдельной ветви не создает препятствий для выемки остальных ветвей. Если же по условиям залегания раздельная выемка невозможна или экономически нецелесообразна, то все ветви вместе с разделяющими их пустыми породами или непромышленными рудами ограничиваются общим контуром. При этом среднее содержание на общую оконтуренную мощность вследствие включения значительного количества пустых пород местами может оказаться ниже бортового. В этом случае границы контура следует определять путем последовательного приращивания менее обогащенных ветвей к более богатым.

Способ приращивания состоит в следующем: подсчитывается среднее взвешенное из содержания ветви, лежащей ближе других к наиболее богатой ветви, и содержания по участку пустых пород, разделяющих эти ветви. Если полученное среднее содержание оказывается больше бортового, то данная ветвь включается в общий контур балансовых руд вместе с наиболее богатой ветвью. Если среднее содержание по данной ветви и участкам пустых пород, отделяющих ее от наиболее богатой ветви, оказывается ниже бортового, то эта ветвь не включается в контур балансовых запасов.

Решив в положительную сторону вопрос о включении в контур той ветви, которая расположена ближе других к наиболее богатой ветви, затем точно так же подходят к следующей за ней и к остальным ветвям.

Применение способа приращивания, если пользоваться показаниями всех отдельных проб, в большинстве случаев затруднено вследствие резких колебаний содержания в них золота. Поэтому при оконтуривании способом приращивания рекомендуется предварительно построить по каждой секущей выработке сглаженную кривую изменения содержания. В качестве примера на рис. 95 показаны несглаженная и две последовательно сглаженные кривые изменения содержания золота по квершлагу, пересекающему участок жильного штокверка. Кривые построены на основании табл. 37. На этом участке сглаженные кривые выявляют две ветви с повышенным содержанием золота, которые включаются в контур балансовых запасов.

Оконтуривание рудных тел по простиранию и падению

Оконтуривание рудных тел по простиранию и падению производится на продольной проекции рудного тела на вертикальную или горизонтальную плоскость (план) или же на плоскость рудного тела, ориентирован-

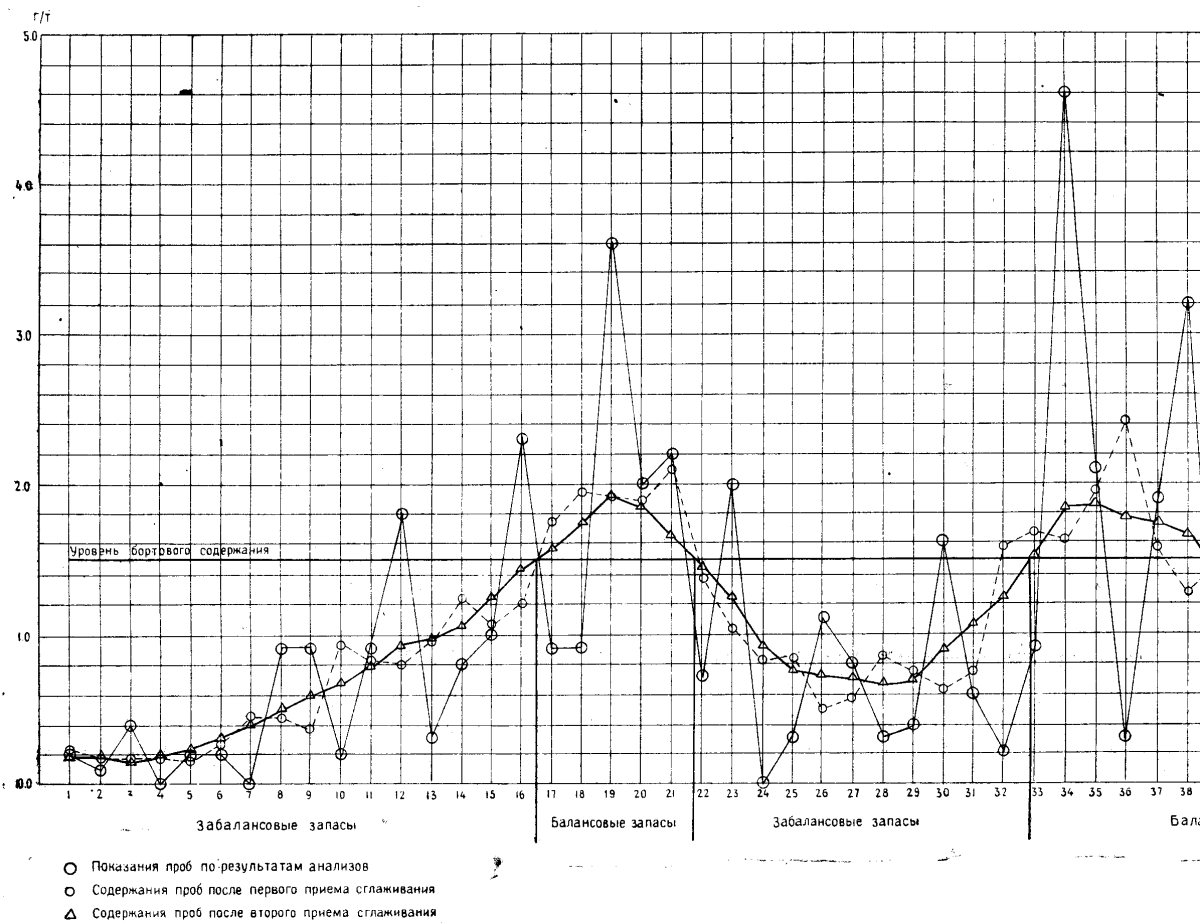
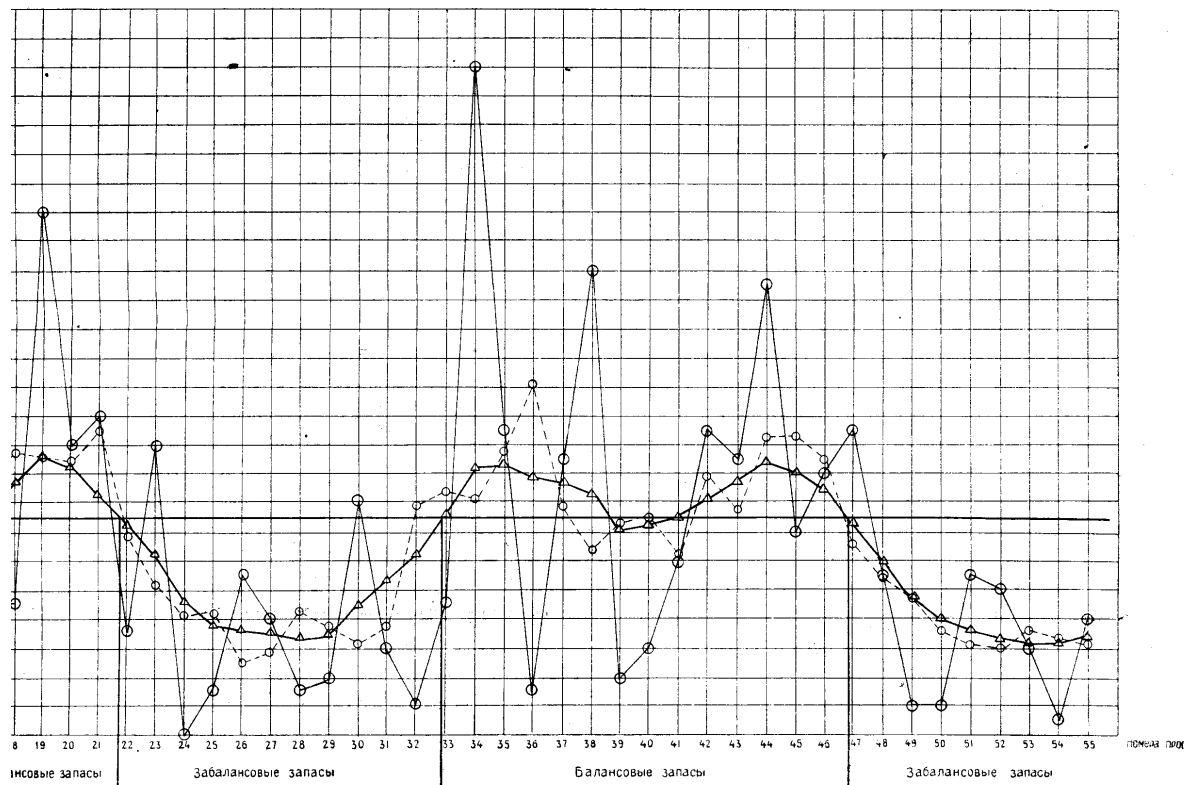


Рис. 95. Диаграмма изменений содержания золота по квершлагу, секущему мощное рудное тело, построенная по непсглаживанию способом скользящего окна



та по квершлагоу, секущему мощное рудное тело, построенная по непосредственным показаниям анализов проб и после сглаживания способом скользящего окна

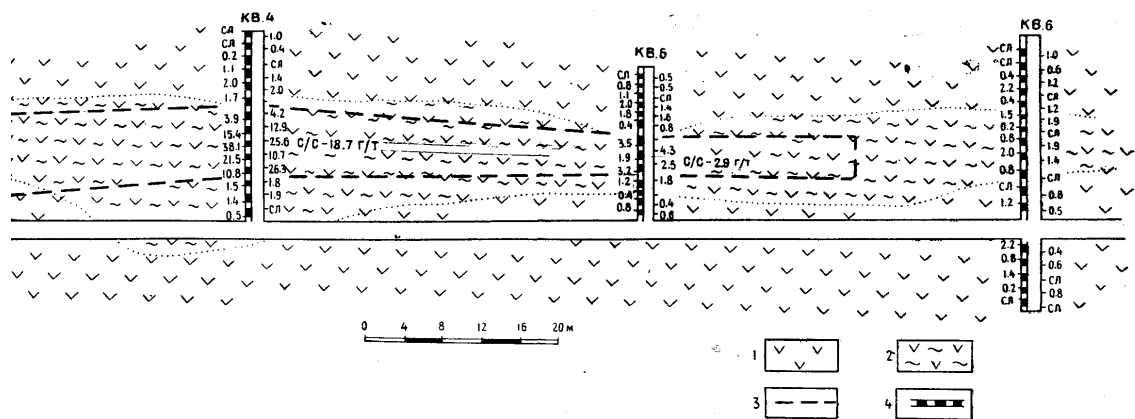
Двукратное сглаживание результатов опробования мощного рудного тела по кварцлагру способом скользящего окна

№ проб	Содержания золота в пробах по результатам анализов C	№ проб, входящих в окно при сглаживании	Сумма содержаний проб, входящих в окно ΣC	Показания проб после первого сглаживания C_1	Сумма содержаний проб в окне после первого сглаживания ΣC	Показания проб после второго сглаживания C_2
1	2	3	4	5	6	7
1	0,2	1, 1, 1, 2, 3	1,1	0,22	1,02	0,20
2	0,1	1, 1, 2, 3, 4	0,9	0,18	0,98	0,20
3	0,4	1, 2, 3, 4, 5	0,9	0,18	0,92	0,18
4	сл.	2, 3, 4, 5, 6	0,9	0,18	0,96	0,19
5	0,2	3, 4, 5, 6, 7	0,8	0,16	1,22	0,24
6	0,2	4, 5, 6, 7, 8	1,3	0,26	1,48	0,30
7	сл.	5, 6, 7, 8, 9	2,2	0,44	1,68	0,40
8	0,9	6, 7, 8, 9, 10	2,2	0,44	2,46	0,49
9	0,9	7, 8, 9, 10, 11	2,9	0,38	3,02	0,60
10	0,2	8, 9, 10, 11, 12	4,7	0,94	3,38	0,67
11	0,9	9, 10, 11, 12, 13	4,1	0,82	3,90	0,78
12	1,8	10, 11, 12, 13, 14	4,0	0,80	4,76	0,95
13	0,3	11, 12, 13, 14, 15	4,8	0,96	4,88	0,98
14	0,8	12, 13, 14, 15, 16	6,2	1,24	5,26	1,05
15	1,0	13, 14, 15, 16, 17	5,3	1,06	6,20	1,24
16	2,3	14, 15, 16, 17, 18	6,0	1,20	7,18	1,43
17	0,9	15, 16, 17, 18, 19	8,7	1,74	7,86	1,57
18	0,9	16, 17, 18, 19, 20	9,7	1,94	8,68	1,74
19	3,6	17, 18, 19, 20, 21	9,6	1,92	9,58	1,92
20	2,0	18, 19, 20, 21, 22	9,4	1,88	9,22	1,84
21	2,2	19, 20, 21, 22, 23	10,5	2,10	8,32	1,66
22	0,7	20, 21, 22, 23, 24	6,9	1,38	7,22	1,44
23	2,0	21, 22, 23, 24, 25	5,2	1,04	6,18	1,23
24	сл.	22, 23, 24, 25, 26	4,1	0,82	4,58	0,92
25	0,3	23, 24, 25, 26, 27	4,2	0,84	3,78	0,76
26	1,1	24, 25, 26, 27, 28	2,5	0,50	3,58	0,72
27	0,8	25, 26, 27, 28, 29	2,9	0,58	3,50	0,70
28	0,3	26, 27, 28, 29, 30	4,2	0,84	3,28	0,66
29	0,4	27, 28, 29, 30, 31	3,7	0,74	3,52	0,70
30	1,6	28, 29, 30, 31, 32	3,1	0,62	4,52	0,90
31	0,6	29, 30, 31, 32, 33	3,7	0,74	5,36	1,07
32	0,2	30, 31, 32, 33, 34	7,9	1,58	6,24	1,25

№ проб	Содержания золота в пробах по результатам анализов C	№ проб, входящих в окно при сглаживании	Сумма содержаний проб, входящих в окно ΣC	Показания проб после первого сглаживания C_1	Сумма содержаний проб в окне после первого сглаживания ΣC	Показания проб после второго сглаживания C_2
1	2	3	4	5	6	7
33	0,9	31, 32, 33, 34, 35	8,4	1,68	7,58	1,52
34	4,6	32, 33, 34, 35, 36	8,1	1,62	9,26	1,85
35	2,1	33, 34, 35, 36, 37	9,8	1,96	9,26	1,85
36	0,3	34, 35, 36, 37, 38	12,1	2,42	8,86	1,77
37	1,9	35, 36, 37, 38, 39	7,9	1,58	8,70	1,74
38	3,2	36, 37, 38, 39, 40	6,4	1,28	8,26	1,65
39	0,4	37, 38, 39, 40, 41	7,3	1,46	7,06	1,41
40	0,6	38, 39, 40, 41, 42	7,5	1,50	7,26	1,45
41	1,2	39, 40, 41, 42, 43	6,2	1,24	7,52	1,50
42	2,1	40, 41, 42, 43, 44	8,9	1,78	8,12	1,62
43	1,9	41, 42, 43, 44, 45	8,7	1,54	8,68	1,74
44	3,1	42, 43, 44, 45, 46	10,3	2,06	9,34	1,87
45	1,4	43, 44, 45, 46, 47	10,3	2,06	8,88	1,78
46	1,8	44, 45, 46, 47, 48	9,5	1,90	8,42	1,68
47	2,1	45, 46, 47, 48, 49	6,6	1,32	7,30	1,46
48	1,1	46, 47, 48, 49, 50	5,4	1,08	5,96	1,19
49	0,2	47, 48, 49, 50, 51	4,7	0,94	4,68	0,94
50	0,2	48, 49, 50, 51, 52	3,6	0,72	3,96	0,79
51	1,1	49, 50, 51, 52, 53	3,1	0,62	3,60	0,72
52	1,0	50, 51, 52, 53, 54	3,0	0,60	3,32	0,66
53	0,6	51, 52, 53, 54, 55	3,6	0,72	3,22	0,64
54	0,1	52, 53, 54, 55, 55	3,3	0,66	3,22	0,64
55	0,8	53, 54, 55, 55, 55	3,1	0,62	3,24	0,65

ную в пространстве по среднему азимуту простирания и среднему углу падения. Оконтурирование на продольной проекции или в плане ведется с учетом контуров балансовых и забалансовых запасов со стороны висячего и лежащего боков рудного тела, предварительно намеченных в отдельных опробованных сечениях, а также на сводных горизонтальных и поперечных вертикальных разрезах (рис. 96). В тех направлениях, где разведочными выработками установлено прекращение промышленного оруденения, контур балансовых запасов определяется интерполяцией.

При оконтурировании золоторудных месторождений применяется два способа интерполяции: элементарного оконтурирования и простой интерполяции.



зоны вкрапленных руд на плане горизонта горных выработок
 жтур балансовых запасов; 4 — бороздовые пробы по стенкам квершлагов

По способу элементарного оконтуривания граница проводится на половине расстояния между крайней выработкой или пробой, встретившей промышленное оруденение, и выработкой или пробой с непромышленными показаниями.

По способу простой интерполяции положение границы в интервале между опорными выработками или пробами определяется либо по величине непосредственно показанного ими содержания золота, либо по величине содержания на выемочную мощность.

Если мощность рудного тела более минимальной выемочной мощности (0,8—1,2 м) и хорошо выдерживается, но содержание изменяется и по мере приближения к границам рудного тела становится непромышленным, оконтуривание производится непосредственно по величине содержания золота.

Если мощность часто колеблется и местами больше или меньше минимальной выемочной мощности (0,8—1,2 м), то оконтуривание производится по величине содержания на выемочную мощность. Последняя в таких случаях будет равна минимальной выемочной мощности или больше ее, совпадая с истинной геологической мощностью.

Если мощность рудного тела на всем протяжении данного участка меньше минимальной выемочной мощности, то оконтуривание по простиранию и падению по отдельным пробам обычно не производится. В этих случаях границы пригодных для разработки частей рудного тела, как уже указывалось выше, определяются отнесением запасов целых блоков или отдельных крупных частей их к балансовым или забалансовым.

Для рудных тел большой мощности расстояние от крайней выработки с промышленным оруденением до точки, через которую следует провести границу, определяется по способу простой интерполяции или вычислением, или графическим построением.

Вычисление ведется по формуле

$$x = \frac{d_A - d_{\text{борт}}}{d_A - d_B} \cdot l,$$

где x — искомое расстояние от выработки или пробы, показавшей промышленное оруденение в точке A , до границы;

$d_{\text{борт}}$ — бортовое содержание, по величине которого ведется оконтуривание;

d_A, d_B — значения содержания, показанные выработками или пробами в точках A и B ;

l — расстояние между выработками или пробами, расположенными в точках A и B (рис. 97).

Способ простой интерполяции имеет некоторые преимущества перед методом элементарного оконтуривания по точности определения границы только в тех случаях, когда наблюдается отчетливо выраженное постепенное уменьшение содержания в направлении выработки или пробы, показавшей непромышленную величину его.

В большинство случаев колебания содержания носят характер незакономерной изменчивости и показания отдельных проб и отдельных выработок обладают очень слабой представительностью.

В этих случаях способ простой интерполяции дает результаты не лучшие по сравнению с элементарным оконтуриванием, а худшие, сопровождаемые увеличением случайной ошибки определения контура и приводя наряду с этим к большому числу дополнительных вычислений. Следова-

тельно, при оконтуривании месторождений золота основным способом следует считать элементарное оконтуривание.

На месторождениях с очень сильной незакономерной изменчивостью содержания отдельные опробованные сечения, показавшие непромышленное содержание, иногда разбросаны в значительном числе между сечениями с промышленным оруденением. При этом никакой последовательности, порядка или закономерности в чередовании их между собой не наблюдается. Иногда такое же беспорядочное чередование промышленных и непромышленных содержаний наблюдается между небольшими участками

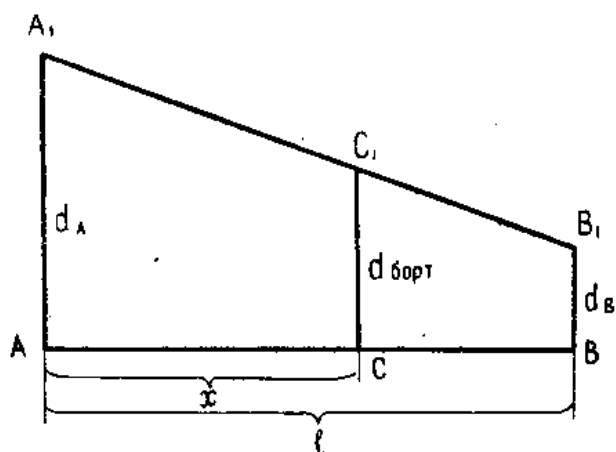


Рис. 97. Определение границы промышленного оруденения способом простой интерполяции

d_A и d_B — содержание золота в пробах в точках опробования; $d_{\text{борт}}$ — бортовое содержание;
 l — расстояние между пробами А и В; x — искомое расстояние для определения границы блока

рудного тела, представленными каждый в отдельности не одним, а несколькими опробованными сечениями. В таких случаях при выделении промышленных участков из общей площади рудного тела следует ориентироваться не на отдельные опробованные сечения, а на более или менее значительные группы их, в совокупности обеспечивающие достаточно правильную характеристику оруденения на охватывающих их более крупных площадях. При комплектовании отдельных опробованных сечений в такие группы можно пользоваться приведенным выше способом последовательного приращивания контура.

Масштабы экстраполяции запасов за пределы разведанного контура при прочих благоприятных условиях ограничиваются определенными пределами, устанавливаемыми в зависимости от группы месторождения — «б», «в» и «г».

На коренных месторождениях золота значительное количество запасов экстраполируется на глубину — вниз от разведанных частей рудных тел; экстраполяция по простиранию практикуется в меньших масштабах и, как правило, только по категории C_2 .

Контур экстраполяции строится с учетом всех имеющихся конкретных разведочных данных и общих соображений, базирующихся на геологическом изучении месторождения. Принимается во внимание: глубина

распространения оруденения других более разведанных рудных тел месторождения; наблюдаемая протяженность оруденения и характер изменений его на глубину и по простиранию; генетический тип месторождения и его структурно-морфологические особенности; вещественный состав руд; распространение и состав вмещающих пород. Иногда параметры экстраполяции могут быть приняты по аналогии с другими месторождениями.

При подсчете запасов рудных тел, имеющих вытянутую по простиранию форму, наиболее распространенным способом экстраполяции на глубину является подвеска полотном. Согласно этому способу под разведанным участком рудного тела на продольной проекции строится прямоугольник; высота его по падению в зависимости от категории экстраполируемого запаса (C_1 или C_2) и группы, к которой относится месторождение, принимается равной высоте одного или двух эксплуатационных этажей, но не более $\frac{1}{4}$ длины разведанного участка по простиранию.

Иногда под контуром экстраполированных запасов категории C_1 , подвешенных полотном на глубину, равную $\frac{1}{4}$ разведанной длины рудного тела, подвешиваются еще на такую же глубину запасы категории C_2 . При наметившемся склонении рудного тела подвешенному полотну придают форму параллелограмма или трапеции.

В ряде случаев оруденение на флангах месторождения, оставаясь промышленным, является заметно менее интенсивным, чем оруденение центральной части, причем с глубиной протяженность богатых руд по простиранию уменьшается, а протяженность бедных увеличивается. В таких случаях подвеску запасов делают не полотном, а треугольником, высота которого принимается не более $\frac{1}{2}$ разведанной длины рудного тела. Если подвешенные запасы подсчитываются по категории C_1 , то к боковым сторонам треугольника иногда присоединяют еще два треугольника, получая в сумме прямоугольник или параллелограмм, и в этих дополнительных контурах подсчитывают запасы категории C_2 . Однако подвеска запасов путем построения треугольника в большинстве случаев не оправдывает себя.

Если рудное тело выходит на склоне, то границу категории C_1 проводят на 40—50 м ниже наиболее нижнего выхода, если это расстояние не превышает $\frac{1}{4}$ разведанной длины рудного тела, а границу категории C_2 намечают на таком же расстоянии ниже границы категории C_1 .

Если имеются данные об уменьшении мощности рудного тела и содержания в нем золота с глубиной, то содержание и мощность в контуре экстраполяции должны быть соответственно уменьшены.

Оконтуривание экстраполируемых запасов рудных тел, имеющих в плане изометрическую трубообразную форму, может быть произведено конусом от известной подсеченной площади вниз, с высотой конуса, равной диаметру трубы или большей.

В некоторых случаях экстраполяцию запасов категории C_2 производят на основе предположения о продолжении оруденения:

а) до наиболее низкого вскрытого на месторождении горизонта оруденения;

б) на глубину, равную выявленной уже протяженности оруденения по падению;

в) на глубину, установленную по аналогии с другими месторождениями района или по аналогии с более изученными и разведанными месторождениями, независимо от их географического положения.

Описанными способами оконтуриваются также и слепые рудные тела, пересеченные единичными горными выработками. В этом случае экстраполяция производится не только на глубину, но и в направлении к поверхности (по восстанию).

3. ПРИМЕНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА РУДОНОСНОСТИ

В подсчет запасов коэффициент рудоносности вводится тогда, когда рудное тело разбивается на отдельные участки с промышленным и не промышленным содержанием, мелкие размеры которых и частое чередование делают невозможным или нерациональным оконтуривание каждого из них в отдельности, но селективная добыча руд возможна.

Под коэффициентом рудоносности понимается отношение объема промышленной руды к общему объему горной массы, подсчитанному по данному блоку или месторождению в целом. Коэффициент рудоносности всегда меньше единицы и применяется как поправочный коэффициент при определении запасов руды по отдельным блокам или в целом по месторождению; при этом общий объем блока умножается на коэффициент рудоносности. Среднее содержание золота в руде в случае применения коэффициента рудоносности определяется только по данным промышленных участков. Если среднее содержание по рудному телу вычисляется с учетом всех проб в промышленных и не промышленных участках рудного тела, то коэффициент рудоносности не применяется.

Способы определения коэффициента рудоносности могут быть различными, они зависят от морфологии рудных тел и способов разведки.

Для линейно-вытянутых рудных тел, разведываемых по простиранию штреками, коэффициент рудоносности принимается как отношение суммы длин промышленных участков рудного тела в данном штреке к общей длине его по штреку, включенной в подсчет запасов.

Для мощных рудных тел, подсчет запасов которых ведется способом разрезов (вертикальных или горизонтальных), коэффициент рудоносности определяется на каждом разрезе как отношение суммарной площади промышленных участков ко всей площади рудного тела на данном разрезе.

Коэффициент рудоносности по отдельному блоку вычисляется или как среднее из данных по двум соседним разрезам, оконтуривающим блок, или путем распространения на него данных по одному разрезу.

В случае большой изменчивости коэффициента рудоносности в пределах месторождения и малой надежности вывода его по отдельным блокам можно выводить средний коэффициент рудоносности по всему месторождению в целом, на основании данных по всем выработкам или всем разрезам.

Если рудное тело представлено жилой, более или менее выдержанной по мощности и условиям залегания, но содержание золота в ней неравномерное, то участки жилы с промышленным и не промышленным содержанием золота иногда несколько раз сменяют друг друга на протяжении одного эксплуатационного блока. Коэффициент рудоносности в этом случае устанавливается по данным опробования жилы во всех имеющихся штреках. Величина его вычисляется как отношение суммарной длины промышленных участков жилы в этих выработках к общей длине их в пределах площади, включенной в подсчет запасов. Для вывода среднего содержания золота и средней мощности жилы учитываются пробы только по промышленным участкам жилы.

Аналогичным способом определяется коэффициент рудоносности для рудного тела, представленного дайкой с золотосодержащими лестничными жилами и их зальбандами, которое разведывается штреками по простиранию дайки. Если отдельные лестничные жилы или группы их так удалены друг от друга, что отработка дайки в целом на массу нерентабельна, то коэффициент рудоносности определяется как отношение суммы мощностей промышленных участков дайки ко всей длине дайки или части ее, включенной в подсчет запасов. Среднее содержание золота должно выводиться только по данным опробования промышленных участков дайки.

В тех случаях, когда рудное тело представлено более или менее мощной рудной зоной или линзовидным телом, внутри которых достаточно четко обособляются участки с промышленным и непромышленным оборудованием и возможна селективная добыча руды, причем промышленные участки, пересеченные соседними выработками в данном разрезе, могут быть увязаны между собой, тогда коэффициент рудоносности определяется в каждом разрезе как отношение суммы промышленных площадей к общей площади данного разреза. Если же промышленные и непромышленные участки плохо увязываются между собой не только в соседних разрезах, но и в соседних выработках одного и того же разреза, то коэффициент рудоносности подсчитывается как отношение суммы мощностей промышленных участков, пересеченных всеми имеющимися выработками, к общей длине этих выработок в границах подсчета запасов.

Если рудное тело имеет сложное строение, например состоит из отдельных линз, весьма невыдержанных по простиранию и падению, причем вмещающие породы незолотоносны, а селективная выемка руды невозможна, но сортировка горной массы может быть организована, то коэффициент рудоносности применяется только для качественной характеристики горной массы и планирования разубоживания и потерь при сортировке; при этом в подсчет запасов он не вводится. В этих случаях коэффициент рудоносности определяется по зарисовкам выработок или по разрезам в зависимости от способа разведки. Величина его вычисляется как отношение длин или площадей всей разведанной части рудного тела к длинам или площадям промышленных участков.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ РУДНОГО ТЕЛА И СРЕДНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛОТА ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

При подсчете запасов месторождения наряду с прочими величинами должны быть определены средние значения мощности рудного тела в границах подсчетных блоков, в контурах различных категорий разведанности, а также по рудным телам и месторождению в целом.

Данные о мощности рудных тел относятся к важнейшим сведениям, требующимся для промышленной оценки месторождения, проектирования рудника, планирования добычи и ведения эксплуатации. Наряду с этим при некоторых способах подсчета запасов, в частности в случае применения способа блоков, с помощью средней мощности рудного тела определяются объемы руд в блоках.

При определении объема рудного тела, в зависимости от угла его падения, пользуются величиной горизонтальной, вертикальной или нормальной мощности. Горизонтальной называется мощность, измеренная по горизонтальной линии, перпендикулярной к направлению простирания рудного тела. Вертикальной мощностью является расстояние от висячего до лежачего бока рудного тела, измеренное по вертикали. Нормальной или истинной называют мощность, измеренную по линии, перпендикулярной поверхностям ограничения рудного тела со стороны висячего и лежачего боков, т. е. по линии, направленной вкрест простирания рудного тела (в плане) и перпендикулярной линии падения (в поперечном разрезе). Если измерения сделаны по линиям, ориентированным в других направлениях, то при обработке первичных данных полученные поперечные размеры рудного тела должны быть приведены к горизонтальной, вертикальной или нормальной мощности.

При определении мощности рудного тела, внутри которого находятся прослойки пустых пород, последние иногда не учитываются и за мощность рудного тела считают только сумму рудных прослоек. Такой способ определения мощности допустим лишь в том случае, если прослойки пустых пород при эксплуатации могут быть вынуты отдельно от руды. Если же при эксплуатации будет извлекаться все рудное тело в целом, включая прослойки пустых пород, то и при подсчете запасов нужно относить их к рудному телу.

Мощность рудного тела обычно замеряется в точках взятия проб. При правильном опробовании, т. е. при равномерном взятии проб в количестве,

достаточном для вывода среднего содержания, производить дополнительные замеры мощности не требуется, так как изменчивость мощности рудных тел всегда меньше изменчивости содержания в них золота. Таким образом, при количестве замеров мощности, равном количеству проб, средняя мощность будет более точной, чем среднее содержание.

В случае неравномерного расположения замеров среднюю мощность следует вычислять как взвешенную по длине влияния замеров при условии, что мощность изменяется постепенно между точками замеров. Взвешивание по длине влияния замеров основывается на допущении прямолинейной интерполяции мощности между точками замеров. Вычисление средней взвешенной мощности производится по следующей формуле:

$$m = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n},$$

где $m_1, m_2, \dots, m_n$ — мощность жилы в точках замеров;

$l_1, l_2, \dots, l_n$ — длина влияния замеров.

При использовании замеров, сделанных через равные интервалы, среднюю мощность следует вычислять как среднюю арифметическую.

Если замеры расположены неравномерно, а характер изменчивости рудного тела не допускает применения принципа прямолинейной интерполяции, то среднюю взвешенную не следует вычислять, так как она не будет точнее простой средней.

При чередовании раздувов и пережимов в строении рудного тела пробы в пережимах берутся не всегда. Для определения правильной средней мощности рудного тела надо учитывать его мощность и в пережимах. Для этой цели необходимо иметь замеры мощности через равные интервалы по всей длине рудного тела, а не только в местах отбора проб. Если дополнительные замеры мощности в пережимах не были сделаны в выработках, то они могут быть сделаны по зарисовкам.

В ряде случаев средняя мощность может быть определена путем измерения площади рудного тела на плане или в разрезе и деления ее на длину рудного тела соответственно по простиранию или падению.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛОТА

Среднее содержание металла вычисляется: по отдельным выработкам, горизонтам или разрезам, по блокам, по категориям запасов и по сумме запасов различных категорий в пределах каждого рудного тела и месторождения в целом.

Среднее содержание по категориям запасов и сумме их обычно определяется посредством деления запаса металла на запас руды, т. е. после суммирования запасов блоков соответствующих категорий.

При выводе среднего содержания употребляются данные первичных анализов проб; при этом анализы внутреннего контроля не должны приниматься во внимание.

Результаты анализов внешнего контроля непосредственно в вычислении среднего содержания также не участвуют, но могут быть использованы при выводе поправочного коэффициента, при соблюдении условий, указанных в разделе «Контроль анализов».

Определение среднего содержания по секущим выработкам

По секущей выработке рудное тело, так же как и вмещающие золотоносные породы, должно быть опробовано по всей мощности. При опробовании может быть взята не одна, а несколько проб, каждая из которых представляет определенную часть мощности рудного тела.

Если длина интервалов или секций одинакова, то содержание по выработке определяется как простое среднее арифметическое содержаний по интервалам или секциям. Однако чаще длина эта различна и тогда содержание по выработке определяется как среднее взвешенное по длине интервалов или секций. Взвешивание здесь необходимо потому, что каждый интервал выработки или секции пробы представляет соответствующую часть рудного тела в данном сечении его пробой.

Подсчет среднего взвешенного содержания по выработке производится по следующей формуле:

$$C = \frac{C_1 l_1 + C_2 l_2 + \dots + C_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n},$$

где $C_1, C_2, \dots, C_n$ — содержание отдельных интервалов или секций;
 $l_1, l_2, \dots, l_n$ — длина этих интервалов или секций.

По секущим горным выработкам (квершлагам, ортам, рассечкам, шурфам и др.) при правильной их проходке всегда можно взять одну или несколько проб непрерывно по всей мощности рудного тела и обеспечить равномерное поступление материала в пробу на всем ее протяжении.

Для скважин колонкового бурения при выходе керна менее 100% (что обычно бывает на практике) непрерывность и равномерность опробования, как правило, обеспечиваются лишь при включении в пробу всего материала, поступающего из скважин: керна, шлама, а также муты.

Содержание по каждому интервалу (подъему) следует вычислять как среднее взвешенное по количеству продуктов бурения, поступивших с данного интервала, по формуле

$$C = \frac{C_k W_k + C_m W_m}{W_k + W_m},$$

где: C — содержание по интервалу;

C_k — содержание керна;

W_k — вес керна;

C_m — содержание шлама и муты;

W_m — вес истертой породы.

Веса продуктов бурения обычно заменяются их объемами в целике.

Обозначив длину керна через l , диаметр его через d , длину опробованного интервала (подъема) скважины через L и диаметр скважины через D , объем керна V_k будет:

$$V_k = \frac{\pi d^2 l}{4},$$

а объем истертой породы

$$V_m = \frac{\pi D^2 L}{4} - \frac{\pi d^2 l}{4},$$

Подставив эти выражения объемов вместо весов керна и истертой породы, находим формулу для вычисления среднего взвешенного содержания по интервалу (подъему) скважины:

$$C = C_k \frac{ld^2}{LD^2} + C_m \left(1 - \frac{ld^2}{LD^2} \right).$$

Определение среднего содержания по выработкам прослеживания

Определение среднего содержания по выработкам прослеживания (штрекам, восстающим, гезенкам, шурфам) производится только при разведке и подсчете запасов рудных тел малой и средней мощности (до 2—3 м). Для вывода среднего содержания при подсчете запасов мощных рудных тел значение содержания золота по пробам выработок прослеживания, как правило, не должно приниматься во внимание.

В большинстве случаев среднее содержание золота по пробам выработок прослеживания определяется как среднеарифметическое из числа значений содержания всех проб по выработке или какому-нибудь отрезку выработки значительной длины. В практике разведки и подсчета запасов золоторудных месторождений среднее содержание по протяженным выработкам прослеживания обычно подсчитывается отдельно для отрезков длиной, равной длине или высоте эксплуатационного этажа, либо для большей длины отрезков, заключенных между двумя перпендикулярными выработками прослеживания или одной такой выработкой и устьем выработки прослеживания.

Пробы должны располагаться равномерно по длине выработки. В случае неравномерного распределения борздовых проб по выработке часто пытаются исправить этот недостаток опробования при помощи различных вычислений: чаще всего путем взвешивания содержания проб на участки их влияния, т. е. вычисляя среднее содержание как взвешенное по участкам влияния проб прямолинейной интерполяцией содержания между точками проб. Общеизвестно, что содержание золота между двумя опробованными сечениями маломощного рудного тела обычно изменяется скачкообразно, в связи с чем представительность проб, взятых каждая в отдельности, крайне низка. При таком характере изменчивости взвешивание при выводе среднего содержания не уточнит и не сделает его более достоверным. Такое взвешивание приводит лишь к увеличению влияния проб, расположенных на плохо опробованных участках; применять его не следует, за исключением тех случаев, когда содержание металла в рудном теле изменяется не скачкообразно, а плавно, в связи с чем отдельные пробы обладают некоторой представительностью.

Распространять влияние одной крайней пробы на неопробованный участок выработки не следует. Такое допущение носило бы характер необоснованной экстраполяции. Этот недостаток может быть исправлен взятием недостающих проб, а не вычислительной операцией. При достижении равномерности в расположении проб среднее содержание следует вычислить как простое среднее арифметическое.

Требование равномерности расположения относится не только к борздовым, но и к задирковым и к валовым пробам.

Если неравномерность задирковых проб заключается в разной длине их, а рудное тело охвачено пробами непрерывно, то среднее содержание надо вычислять как взвешенное по длине проб. В этом случае взвешивание основывается не на интерполяции содержания между точками опробования (как при борздовом опробовании), а на представительности материала проб по отношению к вынужденному для них объему рудного тела.

При рассмотрении вопроса о взвешивании содержания золота по мощности рудного тела в точке взятия пробы установлено, что расхождения между простым и взвешенным по мощности содержанием значительны; при высокой степени изменчивости содержания золота в рудном теле эти расхождения бывают даже двукратными.

Н. В. Володомонов (1944) указывает, что причина больших расхождений заключается в преобладающих сочетаниях значений мощности и содержания, сильно отклоняющихся от их средних значений. Сочетание повышенного содержания с повышенной мощностью ведет к превышению среднего взвешенного над простым средним арифметическим. К превышению среднего взвешенного над средним арифметическим приводит также и сочетание пониженного содержания с пониженной мощностью. Наоборот, сочетание повышенного содержания с пониженной мощностью или пониженного содержания с повышенной мощностью ведет к превышению простого среднего над средним взвешенным.

Повышение среднего взвешенного против простого среднего есть результат преобладания однозначных над разнозначными отклонениями содержания и мощности в точках опробования от их средних величин, а понижение среднего взвешенного против простого среднего есть результат преобладания разнозначных над однозначными отклонениями содержания и мощности. В частном случае, когда противоположные влияния взаимно погашаются, среднее взвешенное содержание по выработке равно простому среднему арифметическому. Однако случаи полного равенства редки, а расхождения того или иного размера обычны.

Как прямое положительное (однозначное), так и обратное отрицательное (разнозначное) преобладающее сочетание отклонений в отдельных выработках можно расценивать либо как закономерное, либо как случайное явление. Закономерным это преобладающее сочетание можно считать лишь в том случае, если оно отражает действительно существующую зависимость между мощностью и содержанием золота, зависимость прямую или обратную.

Если выявилось преобладающее сочетание отклонений (прямое или обратное), то нужно распространить эту особенность на всю выработку путем вычисления среднего взвешенного в том случае, когда установлена зависимость между мощностью и содержанием. Если такой зависимости нет, то случайное преобладание сочетаний недопустимо распространять путем взвешивания на всю выработку, среднее же содержание следует вычислять как простое арифметическое.

Вопрос о наличии или отсутствии зависимости между мощностью и содержанием выясняется путем вывода коэффициентов корреляции или другими способами, изложенными в курсах вариационной статистики. Если значение коэффициента корреляции больше 0,5, то можно заключить о наличии зависимости; значение коэффициента, меньшее 0,5, указывает на отсутствие зависимости.

Коэффициенты корреляции, выведенные по ряду золотоносных жил, разведанных выработками прослеживания, оказались меньше 0,5. Следовательно, зависимости между мощностью и содержанием для рудных тел данного типа, как правило, не имеется. Поэтому от вывода среднего содержания, взвешенного по мощности, нужно отказаться, а вычислять простое среднее арифметическое содержание по выработкам.

Однако прежде чем перейти к простым средним на том или ином объекте, нужно удостовериться в отсутствии указанной зависимости при помощи коэффициентов корреляции или графическим приемом. По этому приему откладывают по одной оси графика величину мощности, а по другой — величину содержания; каждую пробу изображают в виде точки. На график наносят достаточно большое число точек (проб) для исследуемой жилы. Если точки располагаются в виде явно выраженной диагональной полосы, то можно признать наличие зависимости между мощностью

и содержанием. Когда точки располагаются равномерно по всему полю графика или в виде полосы, вытянутой в направлении одной из осей графика, нужно признать отсутствие такой зависимости. Графический прием не всегда дает отчетливый ответ на вопрос о наличии или отсутствии данной зависимости, поэтому и приходится прибегать к выводу коэффициентов корреляции.

При низкой представительности проб, когда вычисление среднего содержания золота со взвешиванием показаний каждой отдельной пробы на интервал ее влияния и на мощность рудного тела нецелесообразно, все же иногда приходится пользоваться способом средневзвешенного в сочетании со способом простой арифметической середины.

Если в рудном теле, вскрытом выработкой прослеживания, выделяются участки значительного протяжения, существенно различающиеся между собой по мощности и по плотности сети опробования, то вычисление среднего содержания по выработке нужно расчленить на два этапа: сначала следует подсчитать содержание по каждому выделенному участку, пользуясь способом простой арифметической середины, а затем вычислить среднее из этих средних со взвешиванием их на среднюю мощность рудного тела по соответствующим участкам и на длину участков.

Среднее по участку, которое может быть названо промежуточным или вспомогательным, определяется на основе показаний отдельных проб и ввиду низкой их представительности вычисляется как простая арифметическая середина — без взвешивания. Общее среднее выводится на основании промежуточных средних. Последние, являясь обобщенным выражением показаний некоторого числа отдельных проб, обладают более высокой представительностью, чем и обосновывается взвешивание их при вычислении общей средней на размеры представляемых ими участков рудного тела (длину и мощность).

Вычисление общей средней (на втором этапе подсчета) соответствует формуле

$$C = \frac{m_1 c_1 l_1 + m_2 c_2 l_2 + \dots + m_n c_n l_n}{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n},$$

где $l_1, l_2, \dots, l_n$ — длины отрезков, которые имеют более или менее одинаковую мощность;

$c_1, c_2, \dots, c_n$ — среднеарифметические содержания, вычисленные для каждого отрезка одинаковой мощности;

$m_1, m_2, \dots, m_n$ — средние мощности этих отрезков.

Рассмотренная комбинация простой арифметической середины и средневзвешенного может быть названа способом промежуточных или вспомогательных средних. Применение этого способа целесообразно не только в указанных выше условиях, но и в ряде других случаев, например когда рудное тело в одной части данного горизонта разведано выработками прослеживания с большим количеством проб в них, а в другой секциями выработками, в которых взято лишь по одной сквозной пробе.

Определение среднего содержания по блокам

При каждом способе подсчета запасов определение среднего содержания по блокам имеет свои особенности, изложенные в главе о способах подсчета, здесь же рассматриваются общие вопросы определения среднего содержания по блокам независимо от способа подсчета.

Подсчет среднего содержания по блоку в том случае, если рудное тело разведано выработками одного типа, расположенными по определенной системе, ведется в соответствии с общими указаниями, приведенными выше для вычислений среднего содержания по выработкам. Последовательность вычислительных операций зависит от способа, которым подсчитываются запасы (см. главу XII).

Некоторые затруднения могут возникнуть, если запасы блока разведаны выработками различных типов, а также в связи с неправильностью или неодинаковой плотностью расположения выработок.

При подсчете запасов рудных тел малой и средней мощности часто возникает вопрос об использовании данных опробования буровых скважин.

Блоки, подвешиваемые к нижнему штреку, часто опираются на точки, в которых маломощное рудное тело (жила) подсечено колонковыми скважинами на горизонте, еще не вскрытом горными выработками. Содержание по буровым скважинам должно быть учтено при выводе среднего содержания по блоку. Однако неправильно придавать результатам анализа пробы по скважине такое же значение (статистический вес), как и всей совокупности анализов проб, взятых на участке нижнего штрека, к которому примыкает блок.

Представительность пробы, взятой в скважине, не больше, чем одной бороздовой пробы, взятой в штреке. В условиях высокой изменчивости содержание по скважине так же случайно, как содержание одной бороздовой пробы. Значение и ценность скважины заключаются не в увеличении количества проб, а в том, что всем комплексом своих данных (мощность, содержание, характер жилы и вмещающих пород и т. д.) она увеличивает достоверность экстраполяции данных горных выработок и заставляет внести ту или иную поправку в эти данные при распространении их на блок. Таким образом, содержание по единичным скважинам не следует включать в число проб при вычислении среднего содержания по блоку со значением большим, чем для анализов отдельных бороздовых проб.

При буровой разведке мощных рудных тел каждая скважина дает не одну пробу, а полноценное опробованное сечение. Среднее содержание по скважине, пройденной по мощному рудному телу, должно быть включено в подсчет среднего содержания блока так же, как среднее содержание по орту (рассечке).

В связи с этим возникает вопрос о способе определения средних величин при построении блока по выработкам различных типов или по выработкам, расположенным различным образом. При сочетании различных выработок в блоке обычно применяют способ промежуточных средних. По этому способу сначала вычисляют промежуточные средние для каждого из отрезков выработок, по которым построен блок, а затем — среднюю по блоку на основании промежуточных средних.

При вычислении промежуточных средних по отрезкам выработок следует учитывать изложенные выше положения о взвешивании данных по отдельным пробам.

Вычисление средних по блоку, разведанному неоднотипными выработками, может быть произведено различными способами. Рассмотрим несколько типичных случаев.

Первый случай (рис. 98). Блоки «а» и «б» оконтурены выработками не полностью, а лишь частично. Средние по блокам должны быть вычислены как средние взвешенные по длине опробованных отрезков выработок, оконтуривающих блок, при этом по каждой выработке сначала подсчитываются средние содержания как простое среднее.

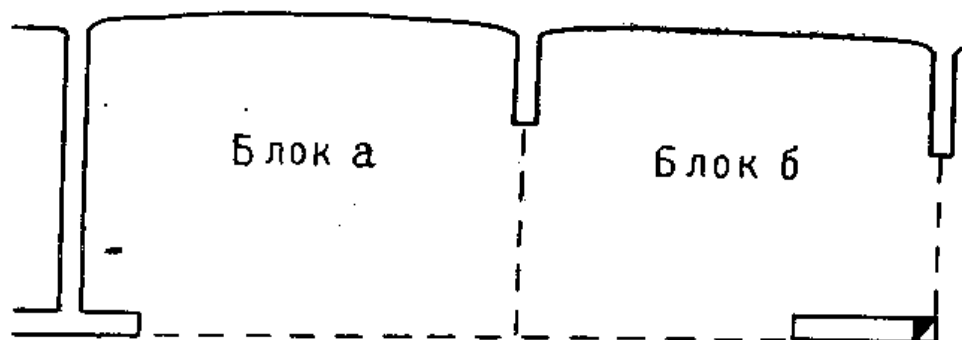


Рис. 98. Расположение выработок в блоке, обуславливающее необходимость подсчета содержания по блоку как среднего из средних по выработкам, со взвешиванием последних на опробованную длину выработок.

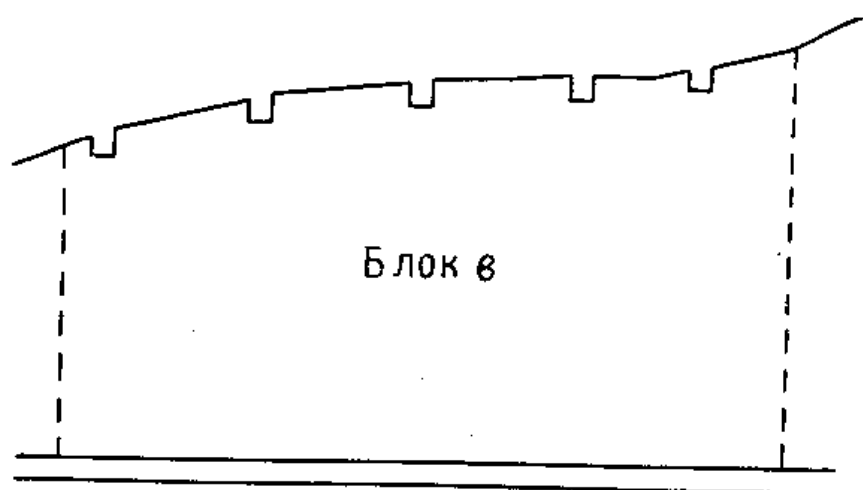


Рис. 99. Расположение выработок, при котором содержание по блоку подсчитывается как простая арифметическая середина из среднего по штреку и среднего по канавам

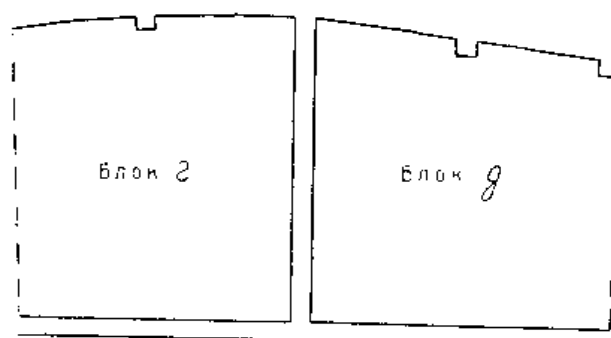


Рис. 100. Расположение выработок, при котором пробы по канавам вводятся в подсчет среднего содержания по блокам как единичные борздовые пробы по шурфу и штреку

Второй случай (рис. 99). Блок «в» опробован с поверхности канавами и подсечен штольной или штреком, по которому также взяты пробы. В данном случае вычисляются две промежуточных средних: средняя по канавам и средняя по штреку. Каждой из них придается одинаковое значение, т. е. выводится среднее арифметическое по этим двум средним.

Третий случай (рис. 100). В основании блоков «г» и «д» рудное тело прослежено штреком, по границе их пройдена шахта, а с поверхности в пределах каждого блока имеется по одной канаве. Пробы канав включаются в подсчет как единичные пробы, и им придается такое же значение, как и отдельным бороздовым пробам, взятым по шахте и штреку.

Так же следует поступать, когда в блоке наряду с подземными горными выработками большого протяжения имеются 1—2 буровые скважины и 1—2 мелких шурфа.

Во всех случаях вопрос о придании того или иного значения среднему содержанию золота по выработке должен решаться с учетом геологических данных.

3. УЧЕТ ВЫСОКИХ ПРОБ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИИ СРЕДНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ЗОЛОТА

При вычислении среднего содержания золота по данным опробования месторождений возникает вопрос: как поступать с единичными пробами, резко отклоняющимися от остальных по своему значительно более высокому содержанию. Такие пробы на рудниках обычно называют «ураганскими», «бешеными» или «высокими» пробами.

Вопрос о высоких пробах возникает при подсчете запасов различных полезных ископаемых, но особенное значение он приобретает для золота вследствие весьма высокой изменчивости его содержания при низком среднем содержании в руде. Для примера можно сравнить золотые руды с железными.

Железные руды используются в настоящее время при среднем содержании в них металла около 30%. При таком среднем содержании проба, состоящая из чистого магнетита, содержала бы 72% железа и считалась бы высокой, тогда как ее содержание не более чем в 2,4 раза выше среднего содержания металла в руде. Иное положение с золотыми рудами, которые используются, начиная со среднего содержания золота в несколько граммов на тонну, т. е. десятитысячных долей процента, и где содержание золота в высокой пробе может превысить среднее содержание металла в руде в десятки, сотни и даже тысячи раз.

Вследствие резких отклонений содержаний отдельных проб от среднего влияние единичных высоких проб на выводимое по отдельным блокам среднее содержание золота может оказаться очень сильным, особенно при небольшом количестве проб в блоке. Если высокая проба непредставительна, то среднее содержание золота, вычисленное с ее учетом, может оказаться ошибочным, завышенным. С целью оградить расчеты среднего содержания от такой возможной ошибки при подсчете запасов золота применяется ограничение высоких проб.

Имеется значительное количество методов ограничения высоких проб. Способы, нашедшие то или иное применение в практике подсчета запасов, приводятся ниже.

Ограничение высокой пробы в зависимости от показаний соседних проб

Согласно этому способу, предложенному К. Л. Пожарицким (Крениг А. А., Пожарицкий К. Л., Розин А. А., 1940), содержание высокой пробы заменяется средним содержанием трех проб — высокой и двух соседних.

Этот способ характеризуется отсутствием численного выражения понятия высокая проба, что оставляет свободу произвольного ограничения значительного числа проб, фактически являющихся нормальными, и, наоборот, включения в подсчет в полном размере тех проб, которые следует ограничивать. Этот способ находится в противоречии с теми геологическими свойствами месторождений золота, которыми обусловлена случайность и вытекающая отсюда непредставительность показаний проб, взятых каждая в отдельности или в малом количестве. Применение этого способа в ряде случаев приводит к весьма значительному занижению определяемого среднего содержания золота, а также запасов руды и металла.

Ограничение высоких проб в зависимости от среднего содержания по выработке, блоку или рудному телу

Этот способ, предложенный И. С. Васильевым (1929), состоит в следующем: а) подсчитывается среднее содержание с учетом всех имеющихся проб; б) высокие пробы заменяются полученным средним содержанием, после чего среднее вычисляется снова и найденное новое среднее принимается при подсчете запасов металла. Способ обладает теми же недостатками, что и предыдущий, и сопровождается еще большим занижением запасов руды и металла, которое в отдельных случаях достигает 10—20% по руде и 35—45% по металлу.

В практике подсчета запасов золоторудных месторождений способ И. С. Васильева иногда применяют с некоторыми изменениями. В качестве верхнего предела нормальной пробы принимается удвоенное или утроенное среднее содержание по блоку, вычисленное с участием всех имеющихся проб. Пробы с более высоким содержанием заменяются этой предельной величиной.

Такой прием, как и основной способ И. С. Васильева, не имеет под собой никаких обоснований. Однако конкретное определение верхнего предела нормальной пробы с постоянным отношением его к среднему содержанию по блоку обеспечивает однообразие подхода к оценке показаний всех проб на данном объекте. Этим самым исключается произвольное обращение с каждой из них в отдельности. Замена высоких проб не средним содержанием по блоку, а удвоенной или утроенной величиной его не допускает столь значительного занижения запасов металла по месторождению, как в случае применения способа в том виде, в каком он был предложен И. С. Васильевым.

Другой вариант вычисления среднего содержания по способу И. С. Васильева, при котором высокая проба совсем не принимается во внимание, при всех прочих недостатках способа, приводит к наибольшему занижению запасов.

Ограничение высоких проб уменьшением длины интервала их влияния или статистического веса

В качестве одного из способов ограничения высоких проб К. Л. Пожарицкий (1940) предлагает уменьшать их статистический вес при вычи-

слении среднего содержания вдвое. Если интервал влияния высокой пробы равен, например, 2 м, то при подсчете принимается, что она освещает только 1 м, а на остальную часть интервала распространяется влияние соседних проб. Этот способ имеет те же недостатки, что и первый из приведенных выше; на практике он обычно приводит к занижению среднего содержания золота и его запасов.

*** Ограничение высоких проб постоянным пределом**

В качестве верхнего предела нормальной пробы для данной разновидности руд месторождения иногда принимают некоторую постоянную величину, заменяющую показания всех проб с более высоким содержанием. Величина принимаемого предела не обосновывается какими-либо расчетами, а устанавливается по визуальной оценке частоты встречаемости проб с особо высоким содержанием золота на данном объекте.

Ввиду отсутствия конкретных обоснований принимаемого верхнего предела нормальной пробы и субъективности подхода при его определении, этот способ при недостаточно квалифицированной работе может приводить к значительному искажению определяемых запасов. Следует отметить также неправильность ориентации на одну и ту же величину верхнего предела нормальных проб для блоков с различным содержанием золота и с неодинаковым количеством проб на данном объекте.

Ограничение высоких проб в зависимости от результатов выборочного контрольного опробования

В некоторых руководствах (В. И. Смирнов, 1954) рекомендуется в пунктах взятия проб, показавших очень высокое содержание, отбирать контрольные пробы. Если контрольная проба подтверждает высокое содержание, то контролируемая проба включается в расчет среднего содержания. Если контрольная проба показывает значительно более низкое содержание, то высокая проба в подсчет не включается, а заменяется контрольной. Этот способ при кажущейся обоснованности влечет, как и многие другие, к занижению определяемого среднего содержания золота.

Опыты контрольного опробования месторождений золота, проводившиеся с различными целями, показывают, что контрольная проба, взятая на месте высокой пробы, в большинстве случаев обнаруживает меньшее содержание, но в ряду контрольных проб оказываются новые пробы дающие ураганные содержания в тех пунктах, где первоначальные пробы имели близкое к среднему или еще более низкое содержание. Общее количество высоких проб в ряду контрольных сохраняется приблизительно таким же, как и в ряду основных. Из этого следует, что выборочное контрольное опробование с отбором контрольных проб только там, где основные пробы показали высокое содержание, приводит к занижению содержания. Если контрольное опробование признается необходимым, то контролю должны быть подвергнуты все пробы того участка, где оно ставится или с пропусками определенного числа проб — каждая третья, пятая и т. п., не считаясь с тем, какое содержание имеют отдельные контролируемые пробы.

Ограничение высоких проб с помощью построения кумулятивной кривой

Иногда применяют способ, заключающийся в построении так называемой кумулятивной кривой или кривой накопления, с разбивкой проб на классы в порядке увеличения содержания в них золота. Значение содержания на перегибе кривой при выполаживании ее в правой верхней части принимается как верхний предел нормальных проб, которым заменяются показания всех проб, содержание которых больше этого предела.

Недостатками такого способа ограничения высоких проб являются:

а) Ничем не обоснованное определение «точки» перегиба кривой, абсцисса которой принимается как верхний предел нормальной пробы. Кумулятивная кривая, правильно построенная на основании достаточно большого количества проб, фактически никакой точки перегиба не может иметь. Выполаживание на всем протяжении ее правой половины происходит постепенно и плавно. Выбор той или иной точки кривой в качестве верхнего предела нормальной пробы является субъективным и совершенно произвольным.

б) Верхний предел нормальной пробы находится в зависимости от среднего содержания золота по блоку: выше при большем среднем содержании золота и ниже при меньшем содержании. Так как при способе построения кумулятивной кривой это не учитывается, то высокие в действительности пробы в бедных блоках попадают в число нормальных, а нормальные пробы богатых блоков необоснованно подвергаются ограничению.

в) Данный способ не учитывает также различий в количестве проб разных блоков, по которым подсчитывается среднее содержание золота, что часто приводит к необоснованному ограничению нормальных проб при малом общем числе проб в блоке и к неправильному отнесению высоких проб к нормальным в блоках с большим числом проб.

Отмеченные недостатки этого способа при его применении приводят к занижению среднего содержания золота и количества запасов металла до 10—15% и более.

Для устранения этой ошибки в результаты подсчета может быть внесена поправка, вычисляемая как отношение суммы содержаний всех вошедших в подсчет проб по их фактическим показаниям к сумме содержаний тех же проб после их ограничения. Такая поправка предотвратит искажение общей суммы запасов и общего среднего содержания золота. Однако она не может устранить ошибок в подсчете запасов по отдельным блокам.

Ограничение высоких проб по формуле, рекомендуемой Г. И. Вилесовым

Г. И. Вилесов предложил за выдающуюся пробу принимать такую, значение содержания компонента (K) в которой больше

$$K = C_0 + 2\sigma,$$

где C_0 — среднее содержание компонента для рассматриваемого блока или части залежи, вычисленное по данным всех проб, включая и выдающиеся;

σ — стандарт.

Однако эта формула, определяющая границу между нормальными и выдающимися пробами, справедлива лишь для статистических совокупностей с нормальным или близким к нормальному распределением.

Для месторождений золота кривые распределения металла имеют резко асимметричный характер с присутствием лишь правой ветви, располагающейся асимптотически относительно осей n и X .

При этом характере распределения металла содержанием большим, чем K , определяющееся по формуле, рекомендуемой Г. И. Вилсовым, обладает 5—8% отбираемых проб. На долю этих 5—8% проб падает 30—40% общего количества золота, содержащегося во всех пробах, и отнесение их к разряду высоких ведет к значительному занижению вычисляемого среднего содержания, а с ним и запасов металла.

Ограничение высоких проб по величине их влияния на выводимое среднее содержание

Этот способ, предложенный Н. В. Володомоновым (1940), основан на представлении об опробовании золоторудных месторождений как о статистической выборке.

Автором этого способа разработана формула, устанавливающая влияние отдельной сильно отклоняющейся пробы на среднее содержание, выводимое с ее участием:

$$M = - \frac{100 \cdot D}{C (N-1)},$$

где M — величина влияния отдельной пробы на среднее содержание (в процентах);

N — число проб;

C — среднее содержание в г/т;

D — величина отклонения отдельной пробы от среднего содержания в г/т.

Так как сильно отклоняющаяся проба является источником случайной ошибки, то последнюю необходимо ограничивать путем установления допустимого предела влияния отдельной пробы на среднее содержание. По этому способу пробу следует считать высокой и подлежащей ограничению, если ее влияние на среднее содержание выходит за принятый допустимый предел (например, $M = 20\%$).

Формула для определения верхнего предела нормальной пробы H , т. е. нижнего предела высокой пробы, имеет следующий вид:

$$H = C + \frac{C (N-1) \cdot M}{100}.$$

Таким образом, верхняя граница нормальных проб, т. е. величина высокой пробы, зависит от среднего содержания и от числа проб по блоку.

Принятый допустимый предел влияния отдельной пробы M является постоянной величиной при подсчете запасов золота в рудном месторождении, а остальные три величины — переменными, изменяющимися по блокам подсчета запасов.

Зависимость между этими тремя переменными при постоянном M можно изобразить в виде номограммы с помощью системы прямых. Здесь представлена номограмма, построенная при $M = 20$ (рис. 101). Она позволяет быстро выделять высокие пробы по блокам и ограничивать их заданной предельной величиной влияния, в данном случае 20%.

Следует учитывать, что всякое систематическое снижение содержания по каким бы то ни было пробам создает систематическую ошибку, направленную в сторону занижения содержания и запасов в целом по

месторождению. Этой систематической ошибки можно избежать, принимая в подсчет все пробы без исключения по их фактическому содержанию, так как всякое одностороннее изменение статистической совокупности неизбежно приводит к систематической ошибке. Однако, принимая все пробы без ограничения, можно допустить значительную ошибку в сторону завышения содержания по отдельным блокам с небольшим числом проб.

Эти взаимно противоположные требования и должны определять выбор предела M таким образом, чтобы, с одной стороны, не допустить значительного занижения содержания и запасов по месторождению, а с другой — избежать завышения содержания золота по блокам подсчета запасов.

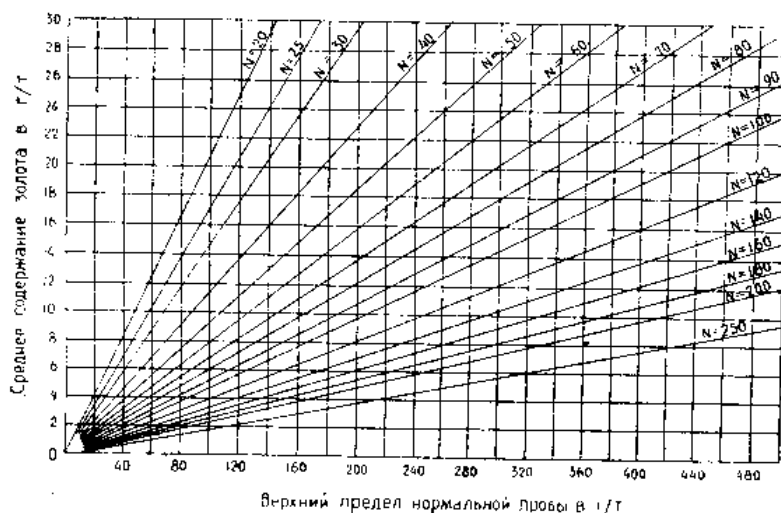


Рис. 101. Номограмма для определения верхнего предела нормальной пробы (по Н. В. Володомонову)

По расчетам Н. В. Володомонова, предел, равный 20 %, в общем удовлетворяет указанным требованиям.

Величина предела влияния, равная 20 %, является в известной мере произвольной, что следует отнести к недостаткам данного способа. К ним относится также то, что допустимый предел влияния на среднее содержание наибольшей включаемой в подсчет пробы принимается постоянным — одним и тем же для всех блоков, без учета количества имеющихся в них проб, в то время как этот предел при разном числе проб должен быть различным. При малом количестве проб в блоке, например 10—25 пробах, допустимый предел влияния, равный 20 %, недостаточен. При таком пределе почти в каждом блоке, где общее число проб не превышает 20, могут оказаться пробы, которые будут отнесены к числу высоких, что далеко не всегда правильно. При большем числе проб (например, 100—150) влияние наибольшей включаемой в подсчет пробы в размере 20 % слишком велико.

Однако указанные недостатки способа относительно слабо сказываются на результатах вычисления величины верхнего предела нормальной пробы. В число высоких при этом способе обычно входят сравнительно редкие пробы, и данный способ может применяться при подсчете запасов золоторудных месторождений.

Ограничение высоких проб по величине их математического ожидания

Этот способ, предложенный автором настоящей главы (П. Л. Каллистов, 1952), основан на характерных свойствах распределения руд по величине содержания в них металла.

Анализ распределения руд многих месторождений золота позволяет установить следующие особенности:

а) основная часть руд любого месторождения золота имеет содержание металла более низкое, чем среднее по месторождению, а количество металла, заключающееся в этих рудах, составляет относительно небольшую долю всего количества металла этого месторождения;

б) содержанием золота, близким к среднему и более высоким, обладают руды, представленные в подчиненном количестве (25—30%) от всего количества их в месторождении, но они заключают в себе основную часть золота (70—80%);

в) значительная доля металла (порядка 15—30%) заключена в рудах с весьма высоким (по сравнению со средним) содержанием золота, причем количество этих руд составляет очень малую долю (1—3%) всего количества руд месторождения.

Эти соотношения между количеством руд с различным содержанием золота, с одной стороны, и количеством заключенного в них металла — с другой, выдерживаются не только по месторождениям или рудным телам в целом, но и по отдельным частям их (горизонтам, блокам) даже при весьма ограниченных размерах последних.

Соответственно количеству руд с различным содержанием золота распределяются по величине содержания и отбираемые от них пробы. Главная часть проб показывает содержание металла меньшее, чем его среднее содержание по опробованному месторождению или его участку. Содержание золота, близкое к среднему и превышающее среднее, показывают пробы, встречающиеся в подчиненном количестве. Очень высокие содержания золота, в несколько раз превышающие среднее, дают пробы, составляющие очень малую долю всего количества отбираемых проб. Но эти очень малые количества проб представляют весьма существенную долю металла.

Поскольку в относительно малых количествах богатых руд, рассеянных в массе более бедных руд, сосредоточивается значительное количество металла, к учету «высоких» проб, представляющих богатые руды, необходимо отнестись с большой осторожностью. Исключение или неправильное ограничение содержания этих проб при подсчете запасов влечет за собой недопустимое занижение определяемого запаса месторождения против действительного. Необоснованное включение в подсчет высоких проб в полном размере часто приводит к сильному завышению содержания и запаса золота по тем блокам, где такие пробы встречены, что также недопустимо.

Совокупность содержаний золота в пробах руд какого-либо участка месторождения является по отношению к рудам этого участка статистической выборкой. Среднее содержание золота, определяемое по результатам опробования, только тогда может быть достаточно близко к действительному среднему содержанию в рудах опробованного участка, когда относительная частота встречи (частость) каждого содержания в выборке (во взятых пробах) приблизительно равна относительной частоте встречи этого содержания в опробованных рудах.

Количество проб, по которому подсчитывается среднее содержание по отдельным блокам, обычно не превышает нескольких десятков, а нередко исчисляется единицами. При таком объеме выборки те руды, в которых содержание золота в несколько раз превышает среднее содержание его по блоку, не могут быть представлены в выборке таким количеством проб, которое соответствовало бы относительному количеству этих руд в блоке.

Для суждения о том, как пробы данной выборки должны в идеальном случае распределиться пропорционально частотам различных содержаний в опробованной руде, служит понятие математического ожидания. Величина математического ожидания пробы с тем или иным содержанием указывает, какое количество проб данной выборки в идеальном случае должно по принципу пропорциональности представлять руды с этим содержанием.

Выше было отмечено, что руды с весьма высоким содержанием составляют очень малую долю всего количества руд месторождения (1—3%), т. е. их относительная частота составляет 0,03—0,01, а относительная частота руд с исключительно высоким содержанием выражается еще меньшими долями единицы.

Величина математического ожидания пробы с данным содержанием определяется как произведение относительной частоты руд с этим содержанием на объем выборки (т. е. число проб выборки). Очевидно, при отмеченной малой частоте высоких содержаний и обычном объеме выборки в несколько десятков проб на блок математическое ожидание пробы с высоким содержанием будет меньше единицы (т. е. меньше одной пробы). Например, при частоте высокого содержания 0,01 и объеме выборки из 50 проб математическое ожидание пробы с высоким содержанием будет $0,01 \times 50 = 0,5$ пробы.

Опробование может дать только целое число проб с тем или иным содержанием металла; получить половину пробы, естественно, нельзя. Если в выборке окажется проба с высоким содержанием, математическое ожидание которой меньше единицы, то среднее содержание блока будет завышено, если такой пробы не окажется — оно будет занижено.

Таким образом, в связи с наличием в месторождении руд с высоким и очень высоким содержанием золота ошибки опробовательской выборки неизбежны. Наличие руд с содержанием, математическое ожидание которого в пробах выборки данного объема меньше единицы, всегда влечет за собою ошибку выборки. Если проба с таким содержанием оказалась среди проб, взятых в блоке, то на определяемое по блоку среднее содержание она влияет всегда в сторону его завышения против действительного.

Присутствие в выборке проб с такой величиной содержания золота, математическое ожидание которой при данном объеме выборки равно или больше единицы, также может обусловить возникновение ошибок опробования. Однако ошибки, связанные с наличием таких проб, не являются неизбежными: в одних случаях они направлены в сторону завышения определяемого среднего содержания, а в других — в сторону его занижения. Таким образом, это ошибки случайные и результаты их могут компенсировать друг друга.

Из вышеизложенного выводится (путем соответствующих расчетов) следующее численное определение верхнего предела нормальной пробы и понятия «высокая проба»: верхним пределом нормальной пробы в совокупности проб, по которой вычисляется данное среднее

содержание металла, является математическое ожидание суммы, содержаний золота в тех пробах, накопление математического ожидания числа которых, подсчитываемое от наиболее высоких содержаний к низким, равно единице.

Пробы, в которых содержание золота превышает верхний предел нормальной пробы, должны быть отнесены к числу высоких «ураганных» проб.

Ограничение содержания металла в высоких пробах должно сводиться к определению верхнего предела показаний нормальных проб для той совокупности проб, по которой вычисляется данное среднее содержание золота, и к замене верхним пределом показаний нормальных проб тех содержаний металла, которые превышают этот верхний предел.

Величина верхнего предела нормальных проб зависит от трех факторов: объема выборки, т. е. от числа проб, по которым определяется среднее содержание металла в данном блоке или участке; величины среднего содержания металла в рудах опробованного участка; степени неравномерности (величины дисперсии или меры рассеяния) содержания металла в рудах участка.

Величина верхнего предела нормальной пробы связана со всеми этими тремя факторами прямой зависимостью. Она тем выше, чем больше общее число проб в выборке, чем выше содержание золота на данном участке и чем выше степень его неравномерности.

Среднее содержание золота C_0 в рудах различных блоков одного и того же месторождения имеет разную величину. Содержание золота в одном блоке часто в несколько раз больше или меньше, чем его содержание в соседнем блоке. Степень неравномерности содержания золота в рудах различных блоков, условно характеризуемая величиной коэффициента вариации v , также неодинакова. Неодинаково и число проб N , по которым подсчитываются средние содержания металла по разным блокам. В силу этих различий неправильно лимитировать показания проб одним и тем же пределом, постоянным для всех блоков данного месторождения. Величина верхнего предела нормальных проб для разных блоков может быть различной в силу указанного различия значений среднего содержания, числа проб и коэффициента вариации для этих блоков. Как правило, ее следует определять для каждого подсчетного блока в отдельности.

Математическая обработка материалов опробования многих месторождений показывает, что статистическое распределение руд по величине содержания в них золота приближенно соответствует логарифмически нормальному распределению. Соответствие это, впервые отмеченное Н. К. Разумовским (1939), не является совершенно точным, но проявляется настолько определенно, что на него вполне можно опереться при решении вопроса о высоких пробах и ряда других практических задач.

Благодаря тому, что распределение руд по величине содержания золота достаточно отчетливо следует логарифмически нормальному закону, можно по совокупности показаний проб, взятых при опробовании какого-либо участка, определить относительное количество имеющихся в нем руд с тем или иным содержанием золота, не прибегая непосредственно к тем пробам, которые их представляют. Зная относительное количество руд, можно подсчитать и то число проб с данным содержанием золота, которое следует ввести в расчет среднего содержания по участку, при имеющемся общем количестве проб в нем. При небольших количествах проб такой расчет в отношении проб с высоким содержанием золота обеспечивает более правильное определение среднего содержания металла в

сравнении с тем, которое может быть получено вычислением по фактическим показаниям проб.

В качестве примера рассматривается выборка, состоящая из 39 проб, взятых в подготовительных выработках, ограничивающих один из блоков золоторудного месторождения. По результатам анализов, приведенным в табл. 38, пробы разбиваются по величине содержания золота на логарифмически равноинтервальные классы (см. столбцы 1 и 2 табл. 39) и подсчитывается количество проб различных классов ».

Таблица 38

Данные опробования блока

№ проб	Содержание	№ проб	Содержание
	Штрек 2-н		Штрек 2-в
1	5,2	23	5,0
2	69,6	24	27,2
3	19,8	25	3,0
4	17,0	26	8,2
5	6,4	27	5,4
6	16,0	28	8,6
7	5,4	29	2,8
8	3,0	30	3,4
9	13,6		
10	6,4	31	8,2
11	21,2	32	1,8
12	3,2	33	8,6
	Восстающий		
13	24,4	34	8,2
14	47,2	35	5,8
15	13,2	36	3,6
16	230,8	37	12,0
17	12,6	38	17,2
18	21,8	39	6,4
19	2,6		
20	7,6	Сумма . .	696,2
21	6,8	Среднее .	17,85
22	7,0		

среднего содержания для блока по данным 39 проб, помещен

$$X_0 = \frac{37,778}{39} = 0,961$$

Ч Е Т

ных в табл. 38, среди которых имеется одна высокая проба

Произведения квадратов отклонений и количества проб по классам $\Delta^2 n$	Отклонения значений логарифма содержания золота на границах классов от общего среднего $\Delta = \bar{X} - X_0$	Коэффициент вероятности $t = \frac{\Delta}{\sigma_x} = \frac{\bar{X} - X_0}{\sigma_x}$	Накопления относительной частоты проб на границах классов $\sum q_n = P(\alpha \leq t)$	Относительные частоты нормального распределения в пределах классов q_n	Математические ожидания числа проб в выборке объемом 39 проб a	Математические ожидания суммы содержания проб в пределах классов aC
9	10	11	12	13	14	15
0	-1,563	-3,618	0,00015	0,00159	0,06	0,02
0	-1,262	-2,921	0,00174	0,01130	0,44	0,33
0,654	-0,961	-2,225	0,01304	0,05022	1,36	2,94
1,820	-0,660	-1,528	0,06326	0,13974	5,45	16,35
0,484	-0,359	-0,831	0,20299	0,24369	9,50	57,02
0,090	-0,058	-0,134	0,44668	0,26626	10,38	124,61
1,078	0,243	0,562	0,71294	0,18305	7,14	171,34
0,482	0,544	1,259	0,89599	0,07878	3,07	146,35
0,990	0,845	1,956	0,97477	0,02124	0,83	81,79
1,680	1,146	2,653	0,99601	0,00359	0,14	19,39
	1,447	3,350	0,99960			
					38,97	626,53

$$\Sigma (\bar{X} - X_0)^2 n = 7,278;$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{7,278}{39}} = 0,432$$

$$C_0 = \frac{626,53}{38,97} = 16,08 \text{ г/т}$$

Полученные значения n проставлены в третьем столбце табл. 39. В ее четвертом столбце приведены средние по классам значения логарифма содержания $\bar{X}$, а в пятом — соответствующие им величины содержания C . В шестом столбце указаны произведения Xn . Делением суммы этих произведений $\Sigma \bar{X}n = 37,778$ на общее количество проб $\Sigma n = 39$ определяется общее среднее по данной выборке значение логарифма содержания $X_0 = 0,961$. По данным 7-го, 8-го и 9-го столбцов таблицы определяется величина σ :

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{\Sigma (X - X_0)^2 n}{\Sigma n}}$$

В данном примере $\sigma = 0,432$. Затем вычисляются значения разности $X - X_0$ (10-й столбец) и коэффициент вероятности $t = (X - X_0) : \sigma$ (11-й столбец), соответствующие величинам содержания на границах классов.

В 12-м столбце таблицы приведены накопления относительной частоты проб с различным содержанием в ряду проб, распределение которых по величине содержания золота в точности соответствует логарифмически нормальному закону. Эти накопления, обозначенные в данном случае индексом Σq_n , берутся из таблиц нормального интеграла вероятности в соответствии с вычисленными величинами коэффициента t , где обычно обозначаются индексами $S(t)$ или $P(a \leq t)$.

В табл. 40 приведены значения $P(a \leq t)$ для величин t , возрастающих с интервалами в 0,1. Так как при решении рассматриваемой задачи значения t нужно подсчитывать с точностью до одной тысячной, то соответствующие им значения $P(a \leq t)$, принимаемые как Σq_n , следует вычислять, интерполируя между указанными цифрами в табл. 40 с помощью прямой пропорции. Величины Σq_n , соответствующие более точным значениям t (до 0,01), приведены в работе автора настоящей главы («Учет высоких проб и самородков при подсчете запасов месторождений золота», ОБТИ, Главспеццветмета, 1952).

Вычитанием из большего значения Σq_n , стоящего против одной из границ того или иного класса, меньшего значения, проставленного против второй границы того же класса, получается относительное количество проб этого класса q_n (13-й столбец), соответствующее логарифмически нормальному закону. Умножением величин q_n , вычисленных для различных классов, на объем выборки $\Sigma n = 39$ получаются значения математического ожидания a , записанные в столбце 14-м. Они представляют собой количества, в которых должны были бы присутствовать в выборке пробы различных классов, если бы распределение их точно соответствовало распределению руд опробованного участка и тем самым обеспечивало определение правильной величины среднего содержания.

Гистограмма распределения 39 проб блока изображена на рис. 102, где также нанесена кривая исправленных частот проб этой выборки, построенная по данным 14-го столбца табл. 39. Умножением количества проб a , вычисленного для того или иного класса, на среднее значение содержания по этому классу $\bar{C}$ получается сумма содержаний (15-й столбец табл. 39), которую должны составить пробы этого класса в точной выборке. Сложение сумм содержаний проб, вычисленных по всем классам, дает общую сумму содержаний 38,97 проб, математические ожидания которых приведены в 14-м столбце табл. 39. Делением этой суммы на сумму значений Σa определяется среднее содержание $C_0 = \Sigma a \bar{C} : \Sigma a = 626,53 : 38,97 = 16,08$ г/т, свободное от ошибок, связанных с неточностью выборки, возникающей вследствие несоответствия распределения проб действительному распределению руд опробованного участка по величине содержания.

Приведенный расчет дает возможность внести поправки в показания не только тех проб, которые согласно данному выше определению относятся к разряду высоких, но и всех других проб выборки с меньшим содержанием, несоответствие числа которых относительным количествам представляемых ими руд также может привести к существенным искажениям определяемой величины среднего содержания.

Таким образом, это по существу не только способ учета высоких проб, но и особый метод подсчета среднего содержания.

Математическая обработка материалов опробования, проводимая рассмотренным выше способом (табл. 39) по каждому отдельному блоку, при большом количестве блоков на месторождении является довольно трудоемкой. Поэтому применение его при подсчете запасов крупных объектов следует ограничить только теми блоками, отнесение запасов которых в группу балансовых или забалансовых зависит от точности решения вопроса об учете высоких проб. При подсчете содержания по остальным блокам можно пользоваться более простым, хотя и несколько менее точным приемом.

Таблица значений $P(x \leq t)$ А. Для отрицательных величин t

$$P(x \leq t) = 0,5 - \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{1}{2} t^2} \cdot dt$$

t	$P(x \leq t)$	t	$P(x \leq t)$	t	$P(x \leq t)$	t	$P(x \leq t)$
-4,0	0,00003	-3,0	0,00135	-2,0	0,02275	-1,0	0,15866
-3,9	,00005	-2,9	,00187	-1,9	,02872	-0,9	,18406
-3,8	,00007	-2,8	,00256	-1,8	,03593	-0,8	,21186
-3,7	,00011	-2,7	,00347	-1,7	,04457	-0,7	,24196
-3,6	,00016	-2,6	,00470	-1,6	,05480	-0,6	,27425
-3,5	,00023	-2,5	,00621	-1,5	,06681	-0,5	,30854
-3,4	,00034	-2,4	,00820	-1,4	,08076	-0,4	,34458
-3,3	,00048	-2,3	,01072	-1,3	,09680	-0,3	,38209
-3,2	,00069	-2,2	,01390	-1,2	,11507	-0,2	,42074
-3,1	,00097	-2,1	,01786	-1,1	,13567	-0,1	,46017
						0,0	,50000

Б. Для положительных величин t

$$P(x \leq t) = 0,5 + \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{1}{2} t^2} \cdot dt$$

0,0	0,50000	1,1	0,86433	2,1	0,98214	3,1	0,99903
0,1	,53983	1,2	,88493	2,2	,98610	3,2	,99931
0,2	,57926	1,3	,90320	2,3	,98928	3,3	,99952
0,3	,61791	1,4	,91924	2,4	,99180	3,4	,99966
0,4	,65542	1,5	,93319	2,5	,99379	3,5	,99977
0,5	,69146	1,6	,94520	2,6	,99534	3,6	,99984
0,6	,72575	1,7	,95543	2,7	,99653	3,7	,99989
0,7	,75804	1,8	,96407	2,8	,99744	3,8	,99993
0,8	,78814	1,9	,97128	2,9	,99813	3,9	,99995
0,9	,81594	2,0	,97725	3,0	,99865	4,0	,99997
1,0	,84134						

Приближенное практическое решение ограничения высоких проб этим способом основано на том, что в идеальном ряду проб отношение содержания металла в наиболее высокой из числа нормальных проб выборки к содержанию в следующей за ней по величине пробе колеблется в сравнительно узких пределах. При 10 пробах это отношение обычно равно 2,5—2,6; при 50 пробах оно равно 1,9—2,0. При числе проб более 50 величина этого отношения очень медленно снижается (до 1,75—1,80 для 100 проб).

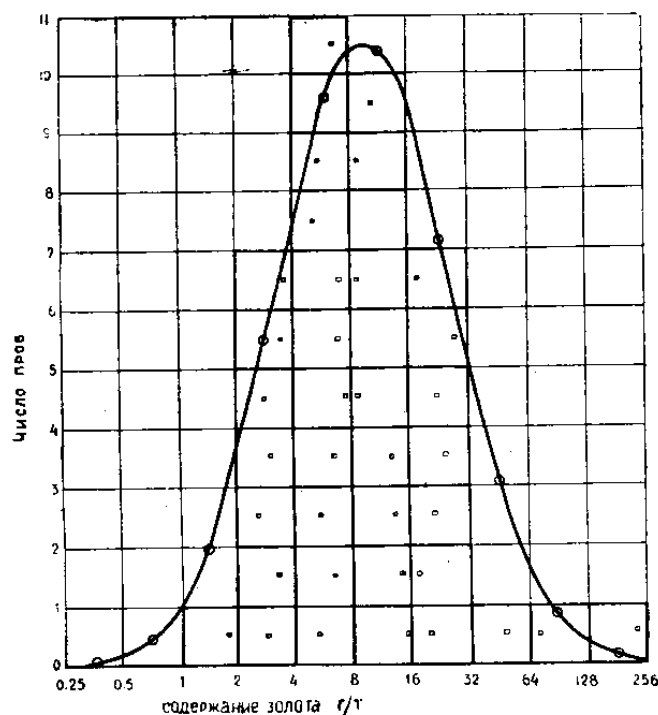


Рис. 102. Гистограмма распределения проб и кривая исправленного распределения. На гистограмме каждой пробе соответствует квадрат, обведенный толстой линией. Абсциссы значков в виде маленьких квадратиков внутри больших соответствуют содержанию проб. Ординаты точек кривой распределения (значки в виде кружков) равны исправленным количествам проб

Величину указанного отношения можно принять в качестве критерия при решении вопроса о том, относится ли та или иная проба в данной конкретной группе проб к разряду высоких и подлежащих ограничению, или же ее следует считать нормальной и включать в подсчет среднего содержания металла в полном размере. Это же отношение может быть использовано и для определения того содержания золота, которым следует заменить показание пробы, отнесенной к разряду высоких.

В связи с небольшим различием величины указанного отношения при разных количествах проб, отбираемых на различных месторождениях, ее можно принять в расчетах постоянной, равной двум.

Таким образом, предлагаемое практическое приближенное решение вопроса об учете высоких проб заключается в следующем. Пробы участка или блока, которых должно быть не менее 10—15, следует разбить на классы с содержанием, увеличивающимся в геометрической прогрессии, со знаменателем прогрессии, равным двум. Основная масса проб при этом обычно располагается в центральных классах и образует непрерывный ряд с максимумом в одном из средних классов и более или менее постепенным понижением в обе стороны от максимума. Это — пробы, накопление математического ожидания числа которых больше единицы, или равно единице, или, реже, немного меньше единицы.

Избыток или недостаток таких проб по сравнению с относительным количеством на данном участке руд с соответствующим содержанием золота может явиться причиной случайных ошибок вычисляемого среднего содержания металла. Знак этих ошибок в одних случаях может быть положительным, в других — отрицательным. Такие пробы следует считать нормальными и включать в расчет среднего содержания без ограничения.

Единичные пробы с высоким содержанием золота, накопление математического ожидания числа которых значительно меньше единицы, обычно располагаются в классах, отделенных от основной массы проб классами, не представленными ни одной пробой. Такие пробы следует относить к числу высоких и при вычислении среднего содержания ограничивать.

Иногда проба, относящаяся к области математических ожиданий, меньших единицы, не будучи отделена от остальных проб пустыми классами, тяготеет к верхней границе своего класса, тогда как следующая за нею по величине проба, располагаясь в соседнем классе, ближе к нижней его границе. При таком расположении пробу, принадлежащую к высшему классу, также следует считать высокой.

Таким образом, высокой пробой, подлежащей ограничению, следует считать такую пробу, которая дает содержание металла, более чем в два раза превышающее показание ближайшей к ней меньшей по величине содержания пробы (но не соседней пробы по местоположению ее в блоке).

При вычислении среднего содержания золота показание высокой пробы может быть заменено удвоенным содержанием золота в ближайшей меньшей пробе или удвоенным средним содержанием золота в том классе, к которому относится эта ближайшая меньшая проба.

Высокая проба заменяется удвоенным содержанием золота в ближайшей меньшей пробе, когда содержание золота в последней меньше среднего содержания для того класса, к которому она относится. Высокая проба заменяется удвоенным средним содержанием золота в том классе, к которому относится ближайшая меньшая проба, тогда, когда последняя обладает содержанием металла, превышающим среднее содержание для своего класса.

В практической работе при выявлении высоких проб и их ограничении можно пользоваться построением гистограмм, как показано на рис. 103—106. При некотором легко приобретаемом навыке нетрудно выявить высокую пробу и без гистограммы, путем внимательного просмотра результатов анализов проб по блоку.

В примере 1 (рис. 103) приведен список проб, взятых в одном из блоков, и показана гистограмма распределения этих проб по величине содержания золота. При построении гистограммы пробы разбиты на классы по шкале табл. 41.

Таблица 41

Границы классов		Средние значения содержания по классам
М г л н М	0,00— 1,0	0,5
	1,01— 2,0	1,5
	2,01— 4,0	3,0
	4,01— 8,0	6,0
	8,01— 16,0	12,0
	16,01— 32,0	24,0
	32,01— 64,0	48,0
	64,01— 128,0	96,0
	128,01— 256,0	192,0
	256,01— 512,0	384,0
	512,01—1000,0	756,0
М г л н М	1,01— 2,0	1,5
	2,01— 4,0	3,0
	4,01— 8,0	6,0
	8,01— 16,0	12,0
	16,01— 32,0	24,0
	32,01— 64,0	48,0
	64,01— 128,0	96,0
	128,1— 256,0	192,0
	256,1— 512,0	384,0
	512,1—1000,0	756,0
	1000,1—2000	1500,0

Так как классы увеличиваются в геометрической прогрессии с постоянным знаменателем прогрессии, равным двум, то приращение логарифма содержания золота на границах классов остается тоже постоянным, равным $\lg 2$ для всех классов. В соответствии с этим при построении гистограммы ширина всех классов принята одинаковой, равной 1 см. В результате по оси абсцисс оказались отложенными не значения содержания золота, а их логарифмы в масштабе $1:\lg 2$, т. е. $1:0,30103$. По оси ординат на гистограмме показаны количества проб в классах, причем каждая проба изображается отрезком, равным 1 см. При таком построении гистограммы одной пробе соответствует квадрат со сторонами, равными 1 см.

Наиболее высокая проба блока имеет содержание золота 686,4 г/т. Следующая за ней по величине проба — 373,2 г/т. Содержание металла в первой пробе менее чем в два раза превышает его содержание во второй. В классе 256—512, к которому относится вторая проба, имеется еще одна проба

№№ проб	Содержание г/т	№№ проб	Содержание г/т	№№ проб	Содержание г/т	№№ проб	Содержание г/т
Штр. 280 гор		Штр. 330 гор		Восст. №15		Восст. №13	
100.44	46.4	652.47	21.6		9.2		
101 "	63.7	653 "	13.6	195.48	9.8		5.0
102 "	21.5	658 "	56.3		13.4		166.0
103 "	686.4	685 "	10.6	198	19.6		45.2
104 "	63.2	686 "	167.6		42.0		153.2
110 "	57.6	695 "	2.2	246	27.6		81.8
111 "	66.0	702 "	22.4		12.2		60.0
112 "	110.0	737 "	10.8	303	131.6		23.9
113 "	22.4	668 "	2.2		62.4		31.2
142 "	20.6			305	80.2		50.9
					141.2		
				345	373.2		
					200.8		
				380	5.8		
					166.0		
				528	109.8		
				529	268.0		

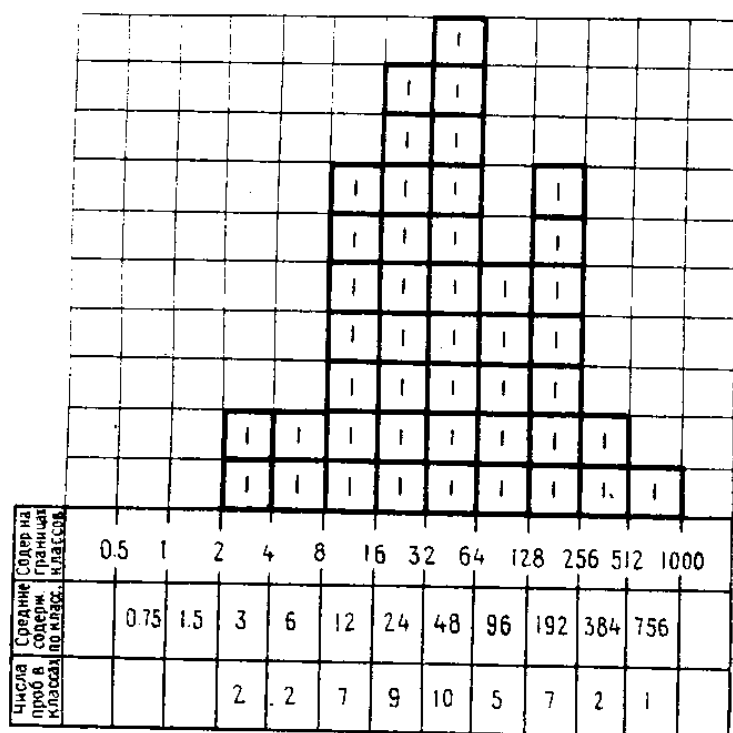


Рис. 103. Ряд проб, в котором высокие пробы отсутствуют

с содержанием 268,0 г/т. Следующий в сторону меньших содержаний класс 128—256 г/т представлен пятью пробами. Таким образом, гистограмма показывает закономерное уменьшение числа проб в сторону высоких содержаний без значительных разрывов между показаниями соседних по величине проб. Разрыв между показаниями наиболее высокой пробы, имеющей содержание

а) содержание большей из двух этих проб более чем в 3 раза, а меньшей — более чем в 1,5 раза превышает содержание наибольшей нормальной пробы;

NIN	CORP-	NIN	CORP-	NIN	CORP-	NIN	CORP-
-066	MANNH	-78	MANNH	-99	MANNH	-99	MANNH

№№ проб	Содер- жание г/т	№№ проб	Содер- жание г/т	№№ проб	Содер- жание г/т	№№ проб	Содер- жание г/т
ШТЛ-230							
201.38	154.8	1626.38	30.1	625.33	57.1	948.39	19.1
245 "	28.1	1673 "	15.5	626 "	55.4		
1445 "	35.9	1674 "	44.1	627 "	2.2		
1446 "	22.9	1675 "	54.1	707 "	40.0		
1447 "	20.7	361.39	20.7	728 "	54.0		
984.38	6.7	362 "	25.7	729 "	184.8		
985 "	33.2	624 "	27.3	791 "	38.3		

[illegible]

Рис. 105. Ряд проб, в котором имеются две пробы с повышенным содержанием, вводимые в расчет среднего содержания без ограничения их показаний

б) общее число проб в блоке не менее 10—12;

в) обе пробы расположены в разных местах рудного тела, но не рядом друг с другом.

Если в пределах одного блока оказываются две такие высокие пробы, то содержание меньшей из них заменяется увеличением в полтора раза, а содер-

В примере 3 (рис. 105) две пробы с содержанием золота 154,8 и 184,8 г/т отделены от основной массы проб пустым классом 64—128. Так как они расположены в разных частях блока, то должны были бы относиться к высоким, поскольку содержание золота в большей из них (184 г/т) более чем в два раза

№ № ПРОБ	СОДЕР- ЖАНИЕ Г/Т	№ № ПРОБ	СОДЕР- ЖАНИЕ Г/Т	№ № ПРОБ	СОДЕР- ЖАНИЕ Г/Т	№ № ПРОБ	СОДЕР- ЖАНИЕ Г/Т
штр 1-230				восст 21-280			
180.41	0.6	320	44.0	232	48.4	304	52.8
237..	20.0	345	50.4	184	21.8	305	16.2
243..	28.6	355	34.0	299	3.8	241	45.6
255	8.4	375	18.0	300	17.4	242	1308.0
265	12.8	404	95.2	301	3.2	243	44
292	105.6	407	456.0	302	24.0	244	101.4
295	37.2			303	25.0	245	111.6
						246	48.8

[illegible]

превышает содержание металла в наибольшей нормальной пробе, равное 57,1 г/т. Однако распределение проб ясно показывает, что пробы класса 64—128 отсутствуют случайно, в связи с чем обе эти сомнительные пробы должны быть отнесены к числу нормальных и введены в расчет среднего содержания золота в блоке без ограничения.

В примере 4 (рис. 106) в ряду проб к числу высоких относятся две пробы с содержанием золота в 456 г/т и с содержанием в 1308 г/т. Наибольшая

из нормальных проб имеет содержание золота, равное 111,6 г/т и относящееся к классу 64—128 г/т, для которого среднее содержание золота равно 96 г/т. Так как содержание металла в этой нормальной пробе больше среднего по классу 64—128, то при ограничении высоких проб следует ориентироваться не на содержание в данной пробе, а на среднее по указанному классу, т. е. на 96 г/т. Для первой пробы вместо содержания 456 г/т принимается 144 г/т ($96 \times 1,5$), а для второй пробы вместо 1308 г/т — 288 г/т (96×3).

В очень редких случаях при подсчете среднего содержания по блоку может возникнуть вопрос о трех высоких пробах, резко отклоняющихся по величине содержания от показаний остальной массы проб. Это бывает на месторождениях с крайне неравномерным содержанием металла, и преимущественно когда общее число проб не превышает 20—30 штук. Тогда лучше вести расчет содержания по блоку изложенным выше приемом полной математической обработки по схеме табл. 39.

При большом числе проб в блоке ограничение показаний трех высоких проб может быть сделано и приближенно при помощи просмотра гистограммы распределения, с учетом пространственных (направленных) изменений содержания золота внутри блока, выявляющихся по данным остальных проб. В этом случае при ограничении показаний высоких проб можно ориентироваться на следующее примерное соотношение величины содержания в идеальном ряду нормальных проб (табл. 42).

Таблица 42

Порядок проб по величине ее содержания, начиная от наиболее высокого	Отношение содержания пробы к содержанию четвертой по величине пробы
Первая	4,0
Вторая	2,0
Третья	1,35
Четвертая	1,0

При ограничении показаний трех высоких проб следует, пользуясь указанными соотношениями, заменить их показаниями содержания четвертой по величине пробы, умноженными на соответствующую величину отношения.

Проводя ограничения высоких проб, надо иметь в виду, что малое количество проб в блоке часто не может дать достаточно отчетливое представление о характере распределения руд, имеющих в этом блоке, по величине содержания в них золота. Пробы, взятые в малом числе, при построении гистограммы иногда оказываются разбросанными в беспорядке по многим классам, что не позволяет наметить на гистограмме наиболее характерную для данного блока величину содержания золота, которая при большом числе проб выявляется местоположением наивысшей точки (максимума) гистограммы или кривой распределения. При этом положении установить с помощью приближенного решения, является ли данная богатая проба нормальной или высокой, иногда затруднительно. Полная математическая обработка также может не дать результатов желаемой точности вследствие того, что вычисляемые параметры распределения — среднее значение логарифма содержания X_0 и его дисперсия σ_x , так же как и среднее содержание золота, подсчитываемое обычным способом, определяются недостаточно точно.

В подобных случаях вопрос о высоких пробах следует решать не для каждого блока в отдельности, а для группы из двух-четырех соседних блоков, не сильно разнящихся между собой в показаниях основной части

их проб. Если недостаток проб наблюдается только в одном блоке, то вопрос о наличии высоких проб может решаться для него совместно с соседним блоком, имеющим большее количество проб.

Необходимо отметить, что в тех случаях, когда пробы того или иного блока, будучи взяты в малом числе, обнаруживают сильный разброс величин показанного ими содержания золота, подсчитывать среднее содержание для этого блока отдельно от соседних блоков нецелесообразно, независимо от возникновения вопроса о высоких пробах.

В тех случаях, когда по тем или иным причинам все же приходится производить подсчет среднего содержания по блоку, имеющему только три-четыре пробы, среди них ни одна не должна относиться к числу высоких — все они должны включаться в подсчет без ограничения.

Если в блоке, запасы которого подсчитываются по категориям C_1 или C_2 , весьма ограниченное число проб (3—5), причем одна из них дает содержание, во много раз превышающее содержание большей из остальных проб, то среднее содержание по этим пробам выводить для блока не следует. В таком случае на блок нужно распространить содержание золота по соседнему блоку, содержание же имеющихся в нем проб при указанном соотношении их величины не следует принимать во внимание.

К числу высоких проб, согласно данному способу их учета, должна быть отнесена такая проба, доля которой в общем числе проб блока значительно больше доли представляемых ею богатых руд в общем объеме руд этого блока. Такой будет проба, взятая в выработке, встретившей богатый, но малый по объему участок рудного тела. В ряду, состоящем из небольшого числа проб блока, она окажет на вычисляемое для него среднее содержание непропорционально большое влияние, не соответствующее той малой доле, которую занимают представляемые ею руды богатого участка в общем объеме руд. В результате определяемое по блоку среднее содержание окажется завышенным. Поэтому при подсчете запасов данного блока такая проба должна быть отнесена к разряду высоких и ограничена.

В других блоках, при опробовании которых высоких проб не было встречено, также могут быть богатые руды. Они могли оказаться не обнаруженными разведочными выработками вследствие того, что занимают малые объемы. Содержание и запас золота в таких блоках в результате того, что имеющиеся в них богатые руды пробами не представлены, окажутся заниженными.

Если рассматривать вопрос о высоких пробах по отношению к разведанной части рудного тела в целом, то пробы с большим содержанием, являющиеся высокими среди ограниченного количества проб отдельных блоков, для всего рудного тела, среди большого числа взятых проб, станут нормальными. Богатые руды будут представлены уже не единичными случайными пробами, но некоторым числом их, доля которого в общем числе проб рудного тела будет приблизительно соответствовать относительному количеству богатых руд.

Следовательно, золото, представляемое высокими пробами богатых участков, при подсчете запасов не следует привязывать именно к тем блокам, где встречены высокие пробы. Его нужно относить к более крупным участкам. Этим и вызывается необходимость в ограничении высоких проб при подсчете запасов отдельных блоков. Ясно также, что количество золота, не учитываемое при подсчете вследствие ограничения высоких проб, не должно быть совсем исключено из подсчета. Очевидно, его сле-

дует учесть, распределяя по всей разведанной площади. Удобнее всего сделать это, введя соответствующий поправочный коэффициент.

Для определения поправочного коэффициента нужно вычислить по всем пробам, учтенным при подсчете запасов данного объекта, сумму содержаний золота, которые они имели до ограничения, и сумму тех содержаний, которые были приняты для них после ограничения. Отношение первой суммы ко второй даст величину поправочного коэффициента. Поправка прицмается к среднему содержанию металла всех блоков, в которых высокие пробы были и которые высоких проб не имели. Если величина поправочного коэффициента менее 1,05, то поправка может не вводиться, так как она будет за пределами точности подсчета.

Рассмотренный способ учета высоких проб, как указывалось выше, основан на том, что в месторождениях золота относительное количество руды с той или иной концентрацией металла находится в определенной зависимости от величины его содержания.

Месторождениям золота в ряде случаев свойственны также некоторые особенности распределения металла в пространстве. Они выражены локализацией более богатого и более бедного оруденения на определенных участках, а также изменениями общего уровня содержания по направлению простирания, падения и мощности рудного тела. В этих условиях содержание золота в той или иной точке рудного тела оказывается в некоторой, чаще всего слабой, зависимости от ее местоположения. Возможность такой зависимости следует иметь в виду при учете высоких проб.

Характер распределения золота в рудном теле должен быть отражен в процессе учета высоких проб соответствующим разделением рудного тела на участки, по которым следует решать вопрос о высоких пробах.

Границы участков нужно устанавливать таким образом, чтобы интенсивность оруденения в каждом из них была по своему среднему уровню приблизительно одинаковой на всей площади, что не исключает сильных колебаний содержания в отдельных пробах.

Когда одна часть блока сложена богатыми окисленными рудами, а другая бедными первичными рудами, то их следует разграничить и решить вопрос о высоких пробах для каждой части отдельно. Таким же образом следует поступать, если в пределах блока богатые сульфидные руды по простиранию или падению сменяются бедными вкрапленными или когда одна часть блока находится в пределах обогащенного столба, а другая сложена небогатыми рудами.

Если несколько богатых проб, группируясь в одном месте, позволяют оконтурить хотя бы небольшой участок оруденения повышенной концентрации (например, гнездо или столб), то их следует выделить из остальной массы проб и рассматривать отдельно. При оконтуривании таких участков в ряде случаев можно руководствоваться минералогическим составом руды (например, повышением количества золотосодержащих сульфидов) или структурными признаками (например, узлами пересечения трещин различного направления) и т. д. При струйчатом распределении золота в рудном теле пробы выработок, расположенные в обогащенных струях, также следует выделять из ряда отдельных проб и рассматривать особо.

Когда бедное вкрапленное оруденение сопровождается более богатыми сплошными сульфидными рудами, вытягиваясь вдоль их контактов, то и в этом случае вопрос о высоких пробах лучше решать для сплошных и вкрапленных руд отдельно. Если, однако, руды одной или обеих разновидностей являются невыдержанными, часто выклиниваются по падению и по

простирацию и появляются вновь, то высокие пробы можно учитывать, не разделяя их по характеру руд. В последнем случае нужно сначала подсчитать среднее содержание золота по каждому опробованному сечению на протяжении обеих разновидностей руд, а потом рассматривать эти средние как отдельные пробы.

В практике может быть встречен ряд других частных особенностей характера оруденения, требующих дифференцированного подхода к учету высоких проб в различных частях блоков. Не имея возможности предусмотреть все эти случаи, необходимо еще раз подчеркнуть, что вопрос о высоких пробах золотых руд должен решаться с учетом геологических особенностей месторождения по участкам с однородным оруденением.

Ограничение высоких проб не следует применять как средство устранения иногда наблюдаемых расхождений между результатами опробования месторождения и данными его разработки. Если эти расхождения имеют место, то следует искать действительную причину их в ошибках отбора, обработки и анализа проб или же в составлении баланса металла по добыче и переработке руд, в частности в неполном учете потерь и недооценке разубоживания.

Следует помнить, что высокие пробы, если показания их не обусловлены грубыми ошибками техники отбора проб, их обработки или производства анализов, никогда не могут привести к завышению определяемого среднего содержания золота по большому участку месторождения при достаточно большом общем числе проб, даже и в том случае, когда они вводятся в расчет без какого-либо ограничения.

На практике иногда наблюдается, как путем массового отнесения проб к «ураганным» (высоким) и их значительного ограничения сильно занижаются среднее содержание и запасы золота. Это занижение может и не проявиться, так как будет погашаться различными ошибками опробования и потерями металла в процессе эксплуатации.

Таким образом, если на руднике много «высоких» проб, содержание по которым при подсчете ограничивается, а количество металла при этом балансируется, следует искать дефекты опробования или значительные потери золота на том или ином участке работы предприятия.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ И УСЛОВИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ К МЕСТОРОЖДЕНИЯМ ЗОЛОТА

Способом подсчета запасов называется комплекс вычислительных операций и графических построений, выполняемых по материалам разведки в целях определения количества руд и металла в разведанной части месторождения с характеристикой их качества и распределения в пространстве.

Способ подсчета запасов должен устанавливаться в соответствии с основными геологическими свойствами и особенностями рудных тел месторождения и в первую очередь с их формой, мощностью, углом падения и характером распределения полезных компонентов. Только при этом условии может быть достигнуто достаточное приближение определяемых запасов к имеющимся в действительности. Вместе с тем способ подсчета запасов зависит от параметров имеющейся разведочной сети: от вида разведочных выработок, применявшихся при разведке рудного тела, от формы разведочной сети и отчасти от ее плотности. Соответствие разведочной сети характеру и особенностям рудных тел является одним из необходимых условий установления правильного способа подсчета запасов, обеспечивающего получение достаточно достоверных результатов подсчета.

Несоответствие разведочной сети основным геологическим свойствам рудного тела обуславливает либо несоответствие этим свойствам способа подсчета запасов, либо несогласованность последнего с разведочной сетью. В обоих случаях достоверность результатов подсчета запасов снижается, а его производство осложняется.

Последствия различного рода дефектов, допущенных при производстве разведочных работ, опробовании и документации, не могут быть устранены в процессе подсчета запасов, каким бы способом он ни производился. Неправильное и неравномерное расположение выработок в рудном теле, большие искривления скважин, отсутствие замеров искривлений, недостаточный выход керна при бурении, неравномерная сеть опробования, неполные пересечения пробами рудного тела, систематические ошибки опробования и анализов, недостаточный контроль анализов, неполная и некачественная геологическая документация — все эти дефекты оказывают неблагоприятное влияние на точность определения запасов при любом способе подсчета. Многие из этих дефектов затрудняют правильное установление способа подсчета, вынуждая на различных этапах подсчета прибегать к приемам, не соответствующим особенностям данного рудного

тела, и тем самым вызывая дополнительные неточности получаемых результатов.

В настоящее время известно около 20 способов подсчета запасов и различных их разновидностей. Из них при подсчете запасов золоторудных месторождений применяются и могут быть рекомендованы способы, известные в литературе под названиями: 1) эксплуатационных блоков; 2) геологических блоков; 3) горизонтальных разрезов или сечений; 4) вертикальных разрезов (сечений) с его разновидностью, часто называемой линейным способом.

Первый и второй способы по существу могут рассматриваться как две разновидности одного и того же способа. При первой разновидности рудное тело разделяется на подсчетные блоки в соответствии с произведенной или предполагаемой разбивкой его на эксплуатационные блоки подготовительными и нарезными выработками (штреки и восстающие). Вторая разновидность применяется в случае, когда согласование границ подсчетных блоков с границами эксплуатационных не может быть произведено.

Третий и четвертый способы различаются между собой только направлением разведочных разрезов (сечений) рудного тела, которые строятся в процессе подсчета запасов обоими этими способами. В одном случае составляются горизонтальные разрезы (третий способ), в другом — вертикальные (четвертый способ).

Основное различие между первым и вторым способами, с одной стороны, и третьим и четвертым — с другой, состоит в неодинаковом подходе к определению объема рудного тела и, следовательно, запасов руды, а также запасов металла, что обусловливается главным образом различиями в мощности и характере изменчивости оруденения, свойственными рудным телам, к которым применяются те или другие способы.

При подсчете запасов первыми двумя способами границы разведанной части рудного тела и пройденные в нем выработки изображаются в продольной проекции. Плоскостью проекции при горизонтальном или пологом падении рудного тела обычно служит горизонтальная плоскость (план), при крутом падении — вертикальная плоскость, параллельная простиранию рудного тела, при наклонном падении под углами от 25—30 до 60—65° — плоскость, ориентированная в пространстве по среднему азимуту простирания и среднему углу падения (т. е. касательная или параллельная ей плоскость, которую часто неправильно называют «плоскостью рудного тела»).

На продольной проекции рудное тело разбивается на подсчетные блоки, границы которых в зависимости от имеющейся разведочной сети могут совпадать с границами существующих или предполагаемых эксплуатационных блоков (способ эксплуатационных блоков) или же не совпадать с ними (способ геологических блоков).

Для определения объема руды в блоке измеряется площадь последнего на продольной проекции S и вычисляется средняя мощность рудного тела в пределах данного блока по результатам ее замеров в выработках, имеющих в этом блоке.

Объем руды V подсчитывается как произведение измеренной площади блока и вычисленной средней мощности рудного тела M :

$$V = S \cdot M.$$

Умножением объема руды на среднюю величину объемного веса определяется весовое количество — запас руды в блоке; умножение запаса руды на среднее содержание в ней золота $\bar{C}$ дает запас металла в блоке P .

При подсчете запасов третьим и четвертым способами в зависимости от расположения имеющихся разведочных выработок строятся вертикальные (поперечные) или горизонтальные разрезы (сечения) рудного тела, разделяющие его на подсчетные блоки. Для определения объема рудного тела в пределах блока площадь его измеряется не в продольной проекции, а в разрезах, ограничивающих этот блок. Объем руды V в простейшем случае вычисляется умножением полусуммы площадей рудного тела S_1 и S_2 , измеренных в двух сечениях, ограничивающих блок, на расстояние между этими сечениями l :

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot l.$$

Запас руды, как и в случае применения первых двух способов, вычисляется умножением его объема на среднюю величину объемного веса. Запас металла подсчитывается как произведение среднего содержания его в рудах блока на запас руды.

Среднее содержание металла по блоку $\bar{C}$ при подсчете, наиболее строго выдержанном в соответствии со способом разрезов, вычисляется как среднее из средних содержаний по двум ограничивающим блок разрезам (C_1 и C_2) со взвешиванием на площадь рудного тела в этих разрезах (S_1 и S_2):

$$\bar{C} = \frac{C_1 S_1 + C_2 S_2}{S_1 + S_2}.$$

Средние содержания золота по разрезам при строго выдержанном способе вычисляются как средние из содержаний его по выработкам со взвешиванием на мощности рудного тела в соответствующих выработках и на интервалы (длины) их влияния. Иногда среднее содержание по выработкам (при вычислении среднего по разрезу) взвешивается непосредственно на площади влияния этих выработок.

Таким образом, при подсчете запасов способами геологических и эксплуатационных блоков основным графическим построением для определения объема руды, а через него также запаса руды и металла, служит продольная проекция рудного тела, а при подсчете способами горизонтальных и вертикальных разрезов — соответственно ориентированные разрезы. В этом различии наиболее важным моментом является сам принцип определения объема рудного тела, заложенный в различном способе его изображения, и подход к определению количества металла, а не влияние того или иного приема определения объема на технику подсчета.

Способы эксплуатационных и геологических блоков в своей сущности основаны на статистическом определении сумм с помощью выборочных средних. Определяемыми суммами являются количества (запасы) руды и металла, имеющиеся в контурах подсчета. Средними величинами, посредством которых определяются суммы (запасы), служат среднее значение мощности рудного тела, средний объемный вес руды и среднее содержание в ней металла.

При построении продольной проекции рудное тело изображается в виде плиты, площадь которой определяется границами блока, а толщина принимается равной средней мощности. Последняя не является действительным размером рудного тела в каком-либо определенном сечении, а представляет собой отвлеченную величину, устанавливаемую путем статистических вычислений на основании совокупности ряда замеров действи-

тельных частных значений мощности, сделанных в нескольких (многих) пунктах. Важно отметить, что при вычислении средней мощности эти частные значения отрываются от местоположения пунктов производства замеров, объединяясь в вычислительных таблицах в один общий ряд, причем результаты вычисления средней не меняются, если данные замеров помещаются в таблицах не в порядке их расположения в рудном теле. При этом местные изменения мощности не геометризуются и во внимание не принимаются.

Из этого следует, что определение объема рудного тела с помощью вычисления средней мощности основано на статистическом принципе; на последнем основано также и определение запаса металла с помощью вычисления его среднего содержания. Таким образом, подсчет запасов руды и металла способами эксплуатационных и геологических блоков в своих основных положениях является геолого-статистическим.

Построение разведочных разрезов при подсчете запасов способами горизонтальных и вертикальных разрезов и дальнейший подсчет объемов руды, ее запасов и запасов металла между разрезами производятся с помощью интерполяции, основывающейся на представлении о том, что между разведочными выработками в разрезах, а также между разрезами мощность рудного тела и содержание в руде полезных компонентов меняются плавно с постоянным знаком и более или менее постоянной величиной приращения, т. е. по уравнению прямой. При построении разрезов фиксируются и геометризуются все наблюдаемые местные изменения мощности и отражаются в подсчете местные изменения содержания, значения которых не отрываются от местоположения пунктов их наблюдений. Следовательно, подсчет запасов с помощью разрезов ведется на геолого-геометрической основе.

Отмеченные принципиальные различия между первым и вторым способами подсчета запасов, с одной стороны, и третьим и четвертым — с другой, определяют и различия условий их применения.

При геолого-статистической основе подсчетов на продольной проекции предусматривают преобладание беспорядочных скачкообразных изменений содержания полезных компонентов в рудном теле и вытекающую отсюда непредставительность показания отдельно взятой пробы о содержании полезного компонента на прилегающем к ней участке рудного тела. Имеются в виду также широкие пределы относительных изменений мощности рудного тела (т. е. изменений мощности, выраженных в долях ее среднего значения) с частой перемежаемостью раздувов и пережимов, вследствие чего каждое местное увеличение или уменьшение мощности не может быть отражено при подсчете запасов.

Этими свойствами изменчивости характеризуются рудные тела малой и средней мощности. К ним в основном и применимы способы подсчета запасов на продольной проекции.

Детальная разведка рудных тел малой и средней мощности выработками прослеживания обеспечивает массовый характер разведочных данных, необходимый, в соответствии с законом больших чисел, для получения достаточно достоверных результатов подсчета при статистическом подходе к определению запасов в условиях высокой изменчивости оруденения.

Значительное число наблюдений в выработках, ограничивающих каждый эксплуатационный блок, обуславливает возможность подсчета запасов высоких категорий разведанности способом эксплуатационных блоков. При более редкой сети наблюдений на площади, разведанной секущими

выработками или короткими выработками прослеживания, не образующими сплошных обнажений рудного тела на границах эксплуатационных блоков, подсчет ведется способом геологических блоков. При этом в каждый подсчетный блок включаются сравнительно большие площади (полотно размером 2—3 этажа, этаж или его часть) геологически однородного оруденения с более или менее одинаковым общим уровнем значений мощности рудного тела и содержания полезных компонентов во всех частях блока.

При геолого-геометрической основе подсчета запасов с помощью построения разрезов имеют в виду большую представительность каждого отдельного замера мощности рудного тела и большую представительность результатов определения содержания полезного компонента по каждому отдельному опробованному сечению.

Представительность результатов отдельных наблюдений мощности и содержания при прочих равных условиях тем выше, чем больше мощность рудного тела. Местные изменения мощности рудного тела между соседними пунктами ее замеров имеют тем меньшую относительную величину (выраженную в процентах или долях мощности) и оказывают тем меньшее влияние на точность определения площади рудного тела в разрезе, чем больше мощность. Случайные колебания содержания полезного компонента по отдельным полностью опробованным сечениям рудного тела (сквозные пробы) также уменьшаются с увеличением мощности. Изменения обоих признаков с увеличением мощности рудного тела в графическом изображении все более и более приближаются к плавным кривым, и следовательно, все более и более оправданной становится интерполяция как основа построения разрезов, а также подсчет среднего содержания металла со взвешиванием на мощности и расстояния между сечениями.

Отмеченная зависимость свойств изменчивости оруденения от мощности рудного тела указывает, что наиболее благоприятной областью применения способов горизонтальных и вертикальных разрезов является подсчет запасов рудных тел большой мощности.

Детальная разведка крутопадающих рудных тел большой мощности подземными горизонтальными секущими выработками и горизонтальными скважинами, располагаемыми по линиям, разграничивающим эксплуатационные этажи, создает наиболее благоприятные условия для подсчета запасов способом горизонтальных разрезов.

Предварительная разведка тех же рудных тел наклонными и вертикальными скважинами, располагаемыми в системе поперечных (вертикальных) разведочных линий, определяет наибольшую целесообразность подсчета запасов способом вертикальных разрезов. Этот же способ подсчета запасов применяется при разведке мощных рудных тел горизонтального или близкого к нему залегания вертикальными скважинами и вертикальными секущими выработками (шурфами), располагаемыми по сетке или по линиям.

При подсчете запасов глубоких горизонтов мощных рудных тел, разведанных скважинами, иногда применяется также способ геологических блоков. Но чаще всего это имеет место тогда, когда скважины расположены без определенной системы и проходятся не столько с целью получения разведочных данных для подсчета запасов внутри определенного контура, сколько для установления наличия оруденения и расширения контура. При наличии правильной разведочной сети применение этого способа к мощным рудным телам менее эффективно, чем способа разрезов.

Изложенное выше дает лишь общую схему условий применения различных способов подсчета запасов. Эта схема в целях наглядности сведена в табл. 43.

Практика подсчета запасов не всегда строго соответствует приведенной схеме. Однако несовпадения с нею обычно объясняются либо неправильным подходом к выбору способа подсчета запасов, либо несоответствием принятой системы разведки и последовательности развития работ морфологическому типу рудного тела, либо же сложностью форм и внутреннего строения оруденения, затрудняющих отнесение рудного тела к определенному типу.

Рассмотренными выше четыремя, а по существу двумя, способами производится подсчет запасов преобладающего большинства месторождений твердых полезных ископаемых. А. П. Прокофьев (1953) указывает, что этими способами было выполнено 81% всех подсчетов, представленных в ВКЗ в период 1947—1951 гг.

Распространен также способ многоугольников, иногда называемый способом ближайшего района, или способом проф. А. К. Болдырева. По данным А. П. Прокофьева, в течение 1947—1951 гг. этим способом выполнено 15% всех подсчетов, 1% подсчетов в этот же период произведен способом треугольников, 1% — способом четырехугольников и 2% — всеми остальными способами.

Подсчет запасов способами многоугольников, треугольников и четырехугольников производится, как и способом блоков, на продольной проекции рудного тела. Однако этим и ограничивается их сходство с последним. Существо же названных способов находится в противоречии со статистической основой, на которой должен базироваться подсчет запасов рудных тел малой мощности с неравномерным содержанием полезных компонентов.

Эти три последних способа применяются при подсчете запасов рудных тел, разведанных в основном секущими выработками. Применение способа многоугольников может считаться обоснованным в том случае, если данные наблюдений мощности рудного тела и содержания в нем полезного компонента, получаемые по каждой отдельно взятой секущей выработке, являются представительными для районов их влияния. При подсчете запасов способом треугольников подразумевается представительность разведочных данных, получаемых по трем секущим выработкам в совокупности, а при подсчете способом четырехугольников имеется в виду представительность результатов наблюдений, сделанных в четырех выработках.

Исходя из представительности единичных наблюдений или совокупности малого числа их, в той или иной мере приложимом к мощным рудным телам, рассматриваемые способы в то же время не увязаны с вытекающей отсюда возможностью отразить в подсчете запасов форму рудного тела, ее изменения, а также распределение в рудном теле различных концентраций металла и сортов руд. Поэтому и при подсчете запасов рудных тел большой мощности применение их также неэффективно.

Несоответствие границ подсчетных блоков границам эксплуатационных блоков и этажей или лент является еще одним недостатком упомянутых выше способов, обуславливающим неудобство использования результатов подсчета запасов в процессе разработки месторождения.

Способ многоугольников, имеющий некоторое распространение в практике подсчета запасов месторождений различных полезных ископаемых,

Условия применения различных способов подсчета запасов к рудным телам коренных месторождений золота

Мощность рудного тела	Падение рудного тела	Вид разведочных выработок и форма разведочной сети	Принципы разграничения подсчетных блоков	Способ определения объема рудного тела	Ориентировка плоскости проекции или разреза
Малая и средняя мощность	От вертикального до горизонтального	Выработки прослеживания, создающие сплошные обнажения по границам эксплуатационных блоков (детальная разведка)	В соответствии с границами эксплуатационных блоков или этажей и лент (способ эксплуатационных блоков)	Измерение площади блока в продольной проекции рудного тела и умножение ее на среднюю мощность	Вертикальная, горизонтальная или наклонная плоскость проекции в зависимости от угла падения рудного тела
		Короткие несомкнутые между собой выработки прослеживания или те же выработки большого протяжения, расположенные в несоответствии с границами эксплуатационных блоков, этажей и лент; секущие горные выработки и буровые скважины; одиночные выработки разных типов, расположенные без определенной системы (предварительная разведка)	В соответствии с расположением и количеством выработок в пределах распространения геологически однородного оборудования (способ геологических блоков)		
Большая мощность	Вертикальное и кругое	Горизонтальные секущие выработки и буровые скважины, расположенные по линиям на уровнях, разграничивающих этажи (детальная разведка)	Построение подсчетных блоков между двумя горизонтами выработок (способ горизонтальных разрезов)	Измерение площади рудного тела в разрезах и умножение ее на расстояние между разрезами	Горизонтальные разрезы
		Вертикальные, наклонные и горизонтальные буровые скважины и секущие горные выработки, расположенные по линиям, ориентированным вкrest простирания рудного тела	Разграничение блоков вертикальными разрезами по разведочным линиям или же вертикальными плоскостями, проходящими посередине расстояний между линиями (способ вертикальных разрезов)		Вертикальные разрезы
		Вертикальные и наклонные скважины, располагаемые линиями, ориентированными вкrest простирания рудного тела Вертикальные секущие горные выработки (шурфы и буровые скважины), располагаемые по линиям или по сетке			
	От вертикального до горизонтального	Буровые скважины и горные выработки различных типов, не образующие достаточно правильной разведочной сети	В соответствии с расположением и количеством выработок в пределах распространения геологически однородного оборудования (способ геологических блоков)	Измерение площади блока в продольной проекции и умножение ее на среднюю мощность	Вертикальная, горизонтальная или наклонная плоскость проекции в зависимости от угла падения рудного тела

Примечание. На месторождениях золота рудные тела малой и средней мощности представлены главным образом жилыми. Большая мощность характерна для рудных тел всех остальных морфологических типов.

иногда применяют и к золоторудным месторождениям, что явно нецелесообразно.

Запасы отдельных блоков, определяемые с помощью способа многоугольников на месторождениях с неравномерным оруденением, не обладают достаточной достоверностью. Им нельзя руководствоваться при практических расчетах, связанных с проектированием предприятий или планированием добычи. Вследствие этого процесс подсчета запасов по блокам способом многоугольников следует рассматривать как ряд геометрических и вычислительных операций на пути к определению общей суммы запасов разведанного участка рудного тела.

Общий запас руд, вычисленный посредством этих операций, оказывается равным произведению площади рудного тела в пределах контура на его среднюю мощность, определяющуюся со взвешиванием результатов замеров мощности по отдельным выработкам на площадь их влияния. Общий запас металла равняется произведению общей площади, средней мощности и среднего содержания, причем последнее определяется по данным наблюдений его в выработках со взвешиванием на мощности рудного тела в соответствующих выработках и на площади их влияния. Из этого следует, что при наличии значительной изменчивости оруденения способ многоугольников является по существу способом средневзвешенного определения общих запасов.

Будучи в целом перациональным для подсчета запасов месторождений золота, способ многоугольников иногда может быть использован при подсчете в части, касающейся приемов оконтуривания. Предусматриваемые этим способом приемы построения общих границ подсчета балансовых запасов и границ отдельных подсчетных блоков иногда целесообразно использовать для оконтуривания участков с непромышленным оруденением, расположенных внутри площади распространения промышленных руд, или, наоборот, участков промышленного оруденения среди непромышленных руд. С помощью этих приемов могут оконтуриваться также небольшие участки очень богатых руд, когда целесообразно подсчитать их запасы отдельно от запасов окружающей площади менее богатого промышленного оруденения.

Способы треугольников и четырехугольников, как и способ многоугольников, являются по существу способами средневзвешенного определения общего запаса. Они не обеспечивают значительных преимуществ перед способом многоугольников в отношении точности определения запасов отдельных блоков и в то же время обладают многими другими серьезными недостатками, обуславливающими нецелесообразность применения их при подсчете запасов месторождений золота.

Различные способы подсчета запасов, применяемые в разнообразных условиях, часто полностью не выдерживаются на всех этапах одного и того же подсчета. Отдельные операции, принадлежащие одному способу, зачастую используются при выполнении подсчета другим способом. Нередко подсчет запасов представляет собой сочетание различных приемов, относящихся к нескольким способам, вследствие чего иногда трудно определить способ подсчета запасов в целом.

В ряде случаев объем рудного тела подсчитывается в соответствии со способом разрезов — путем умножения полусуммы его площадей в разрезах на расстояние между последними, а запас металла определяется с помощью среднего содержания его в блоке, вычисляемого как простая арифметическая середина из содержаний по всем выработкам обоих разрезов, что соответствует статистической основе способа блоков.

Такая комбинация двух принципиально различных между собой способов подсчета — разрезов и блоков — может оказаться целесообразной в тех условиях, когда мощность рудного тела, разведанного секущими выработками, меняется плавно, допуская применение интерполяции, а содержание металла по выработкам испытывает беспорядочные колебания, обуславливая непредставительность показаний отдельных выработок.

Подобное сочетание свойств изменчивости мощности рудного тела, с одной стороны, и содержания металла — с другой, на месторождениях золота чаще всего свойственно рудным телам, мощность которых колеблется в пределах от 2—3 до 5—8 м. При этой величине мощности в ее колебаниях почти всегда становятся преобладающими плавные изменения, в то время как резкие скачкообразные изменения содержания от одного опробованного сечения к другому сглаживаются еще недостаточно.

При подсчете запасов маломощных рудных тел, в частности жил, способом блоков среднее содержание золота по блокам иногда вычисляют со взвешиванием показаний отдельных проб на мощность рудного тела в пунктах пробоотбора и на расстояния между пробами, а среднюю мощность подсчитывают со взвешиванием на интервалы между замерами. Такой подсчет, вполне обоснованный при плавной изменчивости мощности и содержания, не имеет под собой никакой почвы при высокой случайной изменчивости, свойственной рудным телам малой мощности. В этих условиях различия в концентрации золота на участках с неодинаковой мощностью рудного тела или различной плотностью опробования могут быть отражены при подсчете запасов вычислением среднего содержания по блокам с помощью промежуточных средних (см. главу XI).

При подсчете запасов рудных тел большой мощности на участках, разведанных секущими выработками, подсчетные блоки иногда строятся в границах эксплуатационных блоков. При этом объем рудного тела определяется либо как произведение его средней мощности по выработкам на площадь блока в продольной проекции, либо как произведение полусуммы оконтуренных площадей руд в разрезах на расстояние между ними.

В первом варианте этот способ обычно называют способом блоков, но по существу он является частным случаем способа четырехугольников и не может быть рекомендован по тем же причинам, что и этот последний. Второй вариант представляет собой видоизменение способа горизонтальных разрезов (каковым его чаще всего и называют), предусматривающее разделение полотна, заключенного между двумя разрезами, на несколько подсчетных блоков, совпадающих своими контурами с границами эксплуатационных блоков. Как уже упоминалось, способ горизонтальных разрезов в этом варианте применять к месторождениям золота в большинстве случаев нецелесообразно.

2. СПОСОБЫ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ (продольных проекций)

Эти два способа, как уже отмечалось, используются в основном при подсчете запасов рудных тел малой и средней мощности. Будучи основаны на одном и том же статистическом принципе и различаясь между собой лишь построением подсчетных блоков, они применяются в одинаковых геологических условиях и чаще всего совместно при подсчете запасов различных частей одних и тех же рудных тел. Применение того или иного из них для данного участка рудного тела зависит только от имеющейся раз-

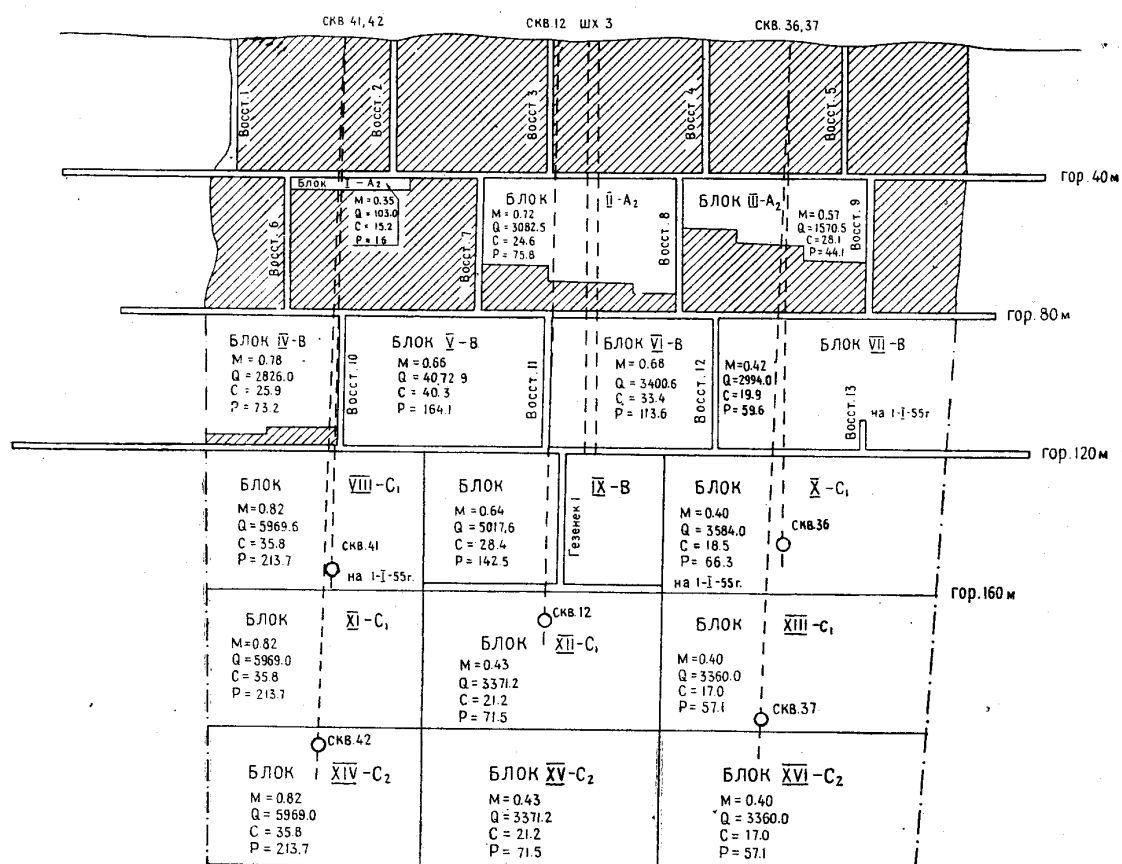
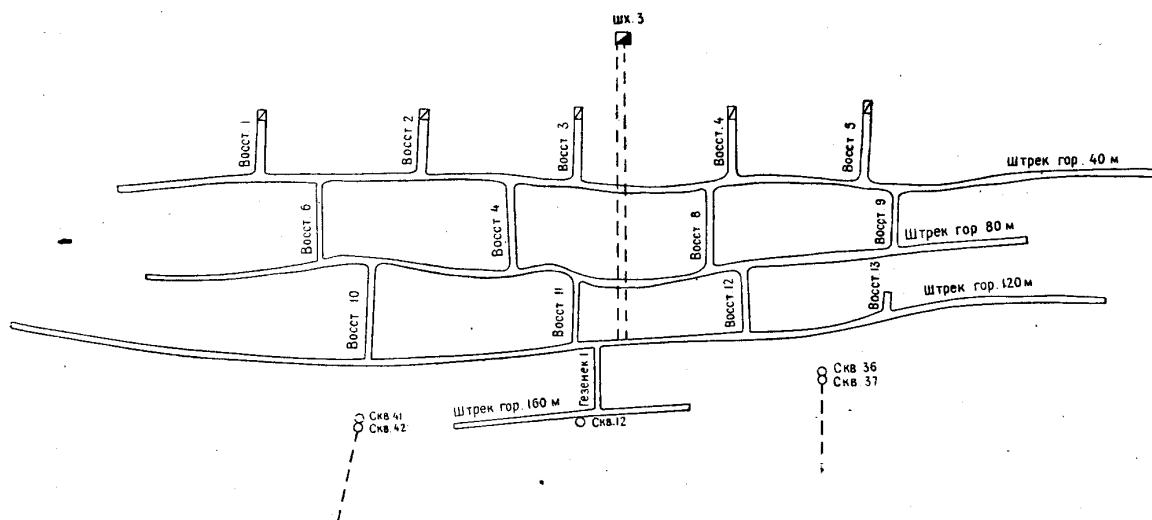


Рис. 107. План горных выработок по жиле N и продольная проекция с построением подсчетных блоков

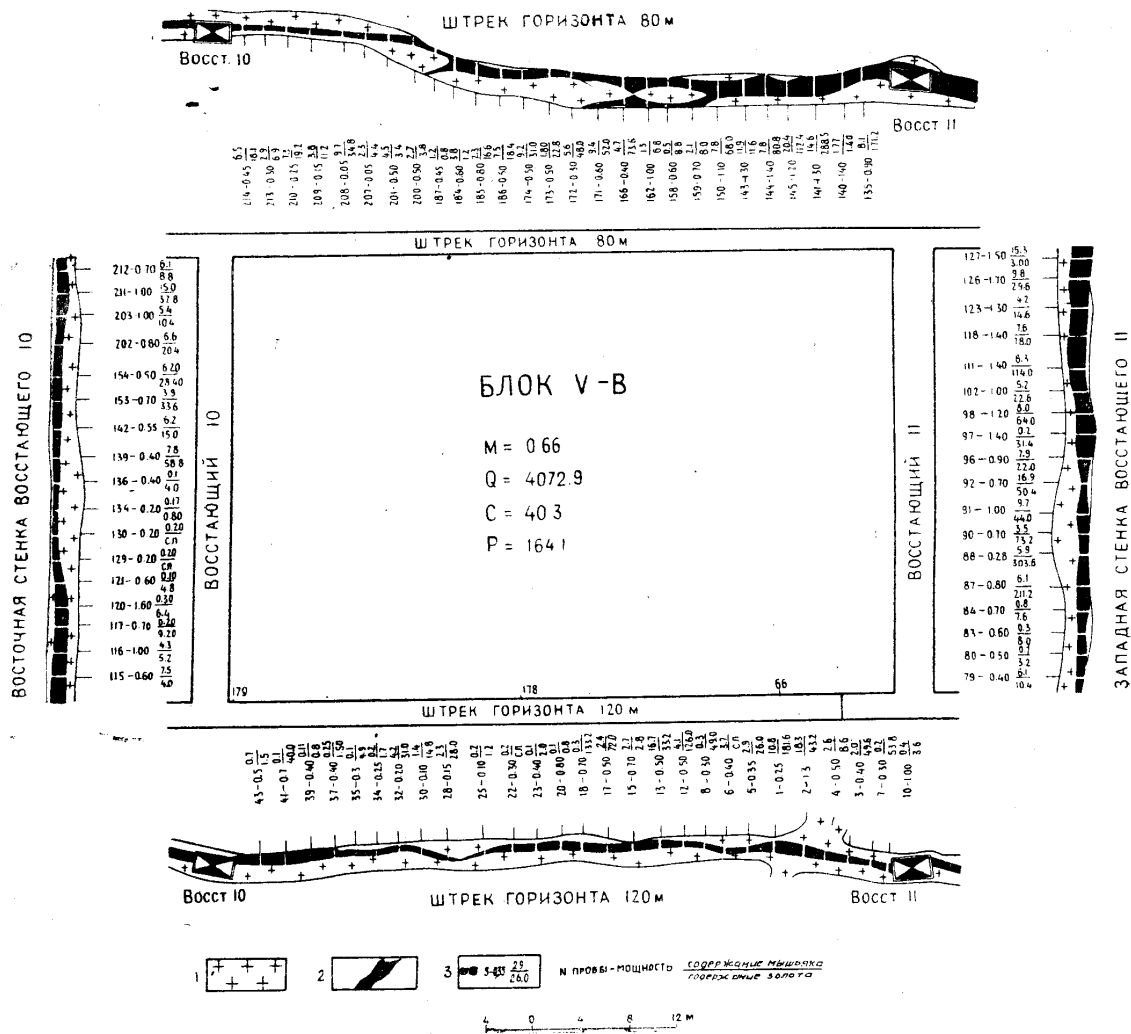


Рис. 108. Карточка подсчетного блока V-B (см. рис. 107)
1 — гранодиориты; 2 — кварцевая жила; 3 — борздовые пробы и результаты анализа

ведочной сети — от вида разведочных выработок, их расположения и плотности. Графические построения и вычислительные операции, выполняемые при обоих способах подсчета, в основном одинаковы. Весьма сходны или аналогичны также формы таблиц и порядок вычислений. Формулы определения объема руд, их запасов и запасов металла одни и те же.

В связи с отмеченным указанные способы правильнее рассматривать как разные приемы построения подсчетных блоков, принадлежащие к одному и тому же способу, или как две разные формы применения одного способа. В таком понимании способ определения объемов руд с помощью измерения их площадей на продольной проекции рудного тела удобно было бы называть способом продольных проекций. Такое название отличало бы его от способа разрезов, с одной стороны, и от способов, предусматривающих построение правильных геометрических фигур (многоугольников, треугольников, четырехугольников) — с другой. Прежнее название — способ блоков (Крениг А. А., Пожарицкий К. Л., Розин А. А., 1940), употреблявшееся до разделения его на два самостоятельных способа (В. И. Смирнов, 1950), неудобно, так как разделение рудного тела на блоки делается при любом способе подсчета запасов, применяемом в практике.

Подсчет запасов рассматриваемым способом проводится в следующем порядке:

а) Выработки, пройденные в процессе разведки и эксплуатации данного рудного тела, проектируются на вертикальную, наклонную или горизонтальную плоскость, ориентированную параллельно его простиранию.

б) По данным опробования и документации рудного тела в имеющихся выработках на продольной проекции строятся общий контур подсчета геологических запасов и границы отдельных подсчетных блоков.

Подсчетные блоки разграничиваются в соответствии с видом и расположением выработок. При этом необходимо учитывать принятые для данного рудного тела величины минимально-промышленного содержания с тем, чтобы границами каждого отдельного блока охватывались участки с более или менее однородным оруденением, все запасы которых возможно отнести по их промышленному значению к одной группе — балансовых или забалансовых. Даже в том случае, если участок ограничен выработками прослеживания с трех или четырех сторон и по своим размерам соответствует одному эксплуатационному блоку, но в одной части его располагаются промышленные, а в другой непромышленные руды, этот участок следует разделить на два подсчетных блока, в одном из которых будут подсчитаны балансовые, а в другом забалансовые запасы.

Если в пределах участка, ограниченного выработками, все запасы являются балансовыми, но в одной части содержание металла на выемочную мощность значительно выше, чем в другой, то для более богатой и более бедной частей участка целесообразно построить отдельные блоки.

На рис. 107 в качестве примера показана блокировка, сделанная при подсчете запасов жилы N одного из золото-кварцевых месторождений. Подсчетные блоки I—A₂, II—A₂, III—A₂, IV—B, V—B, VI—B построены в границах эксплуатационных блоков, которые нарезаны в процессе разработки жилы. Подсчет их запасов, придерживаясь терминологии, употребляемой в последние годы, можно назвать способом эксплуатационных блоков; способ подсчета запасов остальных блоков, границы которых не совпадут с границами будущих эксплуатационных блоков, — способом геологических блоков.

Таблица 44

Таблица вычислений средних значений мощности рудного тела и средних содержаний золота при подсчете запасов способом продольных проекций (блоков)

№ п/п.	№ выработок и № проб	Мощность в пункте отбора пробы в м <i>m</i>	Содержание золота в пробе в г/г <i>C</i>	Средняя мощность в м <i>M</i>	Среднее содержание золота в г/г <i>C̄</i>
1	2	3	4	5	6
Б Л О К V—B					
Штрек горизонта 80 м					
1	214	0,45	18,1		
2	213	0,30	6,9		
3	210	0,25	19,2		
..	...	...	...		
26	140	1,40	224,0		
27	135	0,90	171,2		
		17,8	1346,3	0,66	49,9
Восточная стенка восстающего № 10					
1	212	0,70	8,8		
2	211	1,10	32,8		
3	203	1,00	10,4		
..	...	...	...		
16	116	1,00	5,2		
17	115	0,60	4,0		
		11,25	242,6	0,66	14,3
Западная стенка восстающего № 11					
1	127	1,50	3,00		
2	126	1,70	29,6		
3	123	1,30	14,6		
..	...	...	...		
17	80	0,50	3,2		
18	79	0,40	10,4		
		17,18	1090,8	0,95	60,6
Штрек горизонта 120 м					
1	43	0,50	1,5		
2	41	0,70	40,0		
3	39	0,40	0,80		
..	...	...	...		
26	7	0,30	53,8		
27	10	1,00	3,6		
		12,3	907,2	0,46	33,6
По блоку V—B					
	<i>n</i> =89	58,53	1386,9	0,66	40,3

Подсчет запасов способом продольных проекций (блоков)

№ блоков	Длина блока в м	Высота блока в м	Площадь блока в м ²	Средняя мощность блока в м	Объем блока в м ³	Объемный вес руды	Запасы руды в т	Среднее содержание золота в г/т	Запасы золота в кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I—A ₂	35	3	105	0,35	36,8	2,8	103,0	15,2	1,6
II—A ₂	20	25	500						
	20	30	600						
	13	33	429						
III—A ₂	53		1529	0,72	1100,9	2,8	3082,5	24,6	75,8
	15	14	210						
	20	18	360						
	18	23	414						
	53		984	0,57	560,9	2,8	1570,5	28,1	44,1
Итого по категории A ₂			2413	0,70	1698,4		4756,0	25,6	121,5
V—B	58	38	2204	0,66	1454,6	2,8	4072,9	40,3	104,1
IV—B	20	35	700						
	18	33	594						
	38		1294	0,78	1009,3	2,8	2826,0	25,9	73,2
VI—B	47	38	1786	0,68	1214,5	2,8	3400,6	33,4	113,6
VII—B	67	38	2546	0,42	1069,3	2,8	2994,0	19,9	59,6
IX—B	70	40	2800	0,64	1792,0	2,8	5017,6	28,4	142,5
Итого по категории:									
B			10630	0,62	6539,7		18311,1	30,2	553,0
A+B			13043	0,63	8238,1		23067,1	29,2	674,5
VIII—C ₁	65	40	2600	0,82	2132,0	2,8	5969,6	35,8	213,7
X—C ₁	80	40	3200	0,40	1280,0	2,8	3584,0	18,5	66,3
XI—C ₁	65	40	2600	0,82	2132,0	2,8	5969,6	35,8	213,7
XII—C ₁	70	40	2800	0,43	1204,0	2,8	3371,2	21,2	71,5
XIII—C ₁	75	40	3000	0,40	1200,0	2,8	3360,0	17,0	57,1
Итого по категории C ₁			14200	0,56	7948,0		22254,4	28,0	622,3
» по кат. B+C ₁			24830,0	0,58	14487,7		40565,5	28,9	1175,3
» по кат. A ₂ +B+C ₁			27243	0,59	16186,1		45321,5	28,6	1296,8
XIV—C ₂	65	40	2600	0,82	2132,0	2,8	5969,6	35,8	213,7
XV—C ₂	70	40	2800	0,43	1204,0	2,8	3371,2	21,2	71,5
XVI—C ₂	75	40	3000	0,40	1200,0	2,8	3360,0	17,0	57,1
Итого по категории C ₂			8400	0,54	4536,0		12700,8	26,9	342,3

Для получения правильных результатов подсчета запасов блоки VIII—C₁ и XI—C₁, а также блоки X—C₁ и XIII—C₁ не было необходимости разделять между собой. Но запасы блоков VIII—C₁ и X—C₁, с одной стороны, XI—C₁, XIII—C₁ — с другой, относятся к различным этапам. Поэтому разделение их облегчает использование результатов подсчета при технико-экономических расчетах, связанных с проектированием, и при эксплуатации.

в) На продольной проекции измеряются площади построенных подсчетных блоков. Измерения делаются с помощью планиметра или посредством разбивки блоков на правильные геометрические фигуры (прямоугольники, треугольники, трапеции) с последующими замерами их оснований и высот и вычислениями по соответствующим формулам планиметрии.

г) По материалам произведенных определений объемного веса вычисляются его средние значения. Последние вычисляются или по рудному телу в целом, или по отдельным участкам, сложенным рудами различных сортов, или (редко) по каждому отдельному блоку.

д) Вычисляются средние мощности рудного тела и средние содержания металла по блокам. Пример этих вычислений (по блоку V—В жилы N) приведен в табл. 44, в которой показаны данные по блоку V—В. Вычисления полезно иллюстрировать составлением блоковых карточек. Одна из применяемых форм карточек, содержащая данные по тому же блоку, представлена на рис. 108.

Карточка, являясь сводкой материалов документации и опробования по блоку, одновременно служит обоснованием произведенной блокировки запасов.

е) Последовательным умножением измеренной площади рудного тела S на среднюю мощность руды в нем M , затем на среднее значение объемного веса d и среднее содержание металла в граммах на тонну C определяются соответственно: объем руды в блоке V , ее запас Q и запас металла P :

$$V = S \cdot M \text{ м}^3; \quad (1)$$

$$Q = V \cdot d \text{ т}; \quad (2)$$

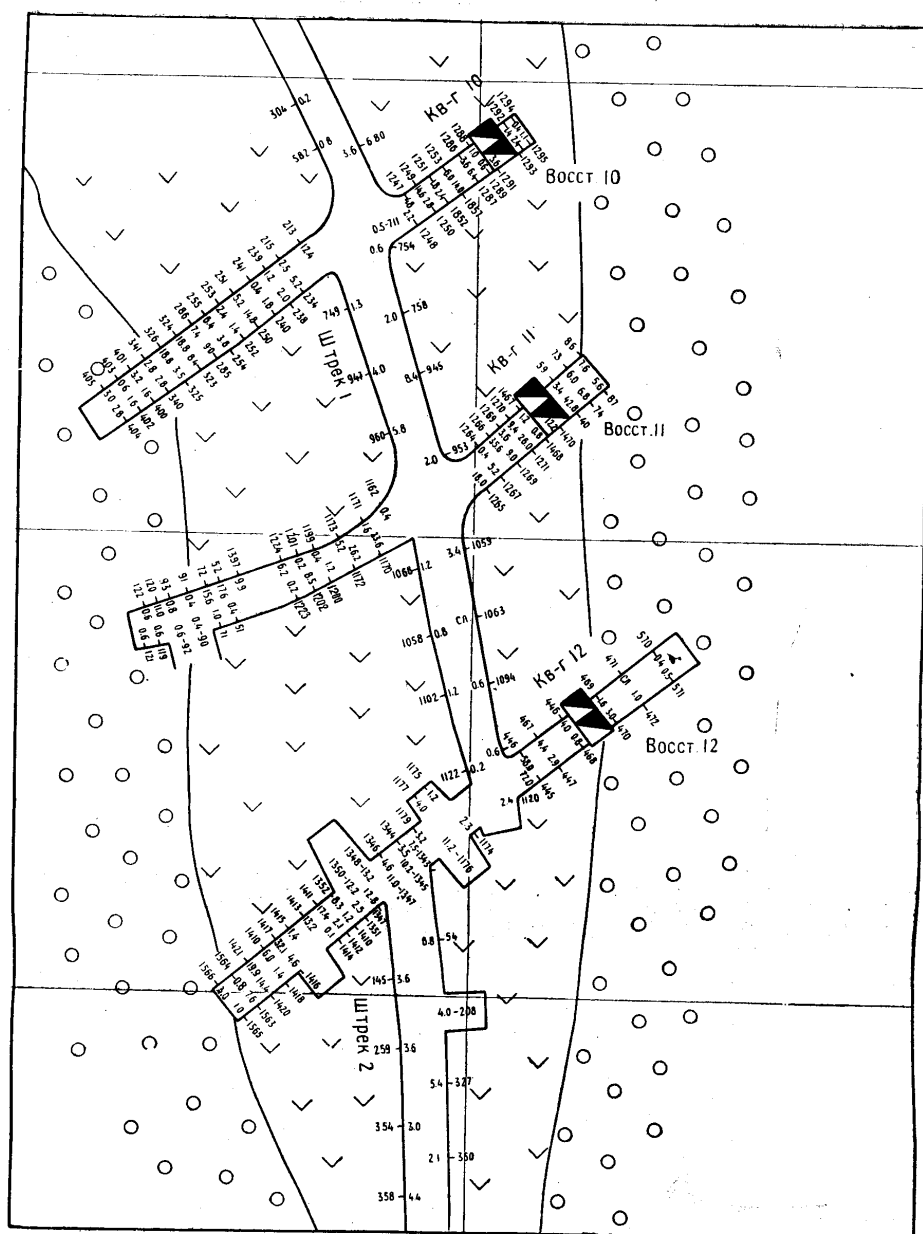
$$P = \frac{Q \cdot C}{1000} \text{ кг}. \quad (3)$$

В табл. 45 приводится выполненный в этом порядке подсчет запасов жилы N, блокировка которой представлена на рис. 107.

3. СПОСОБЫ РАЗРЕЗОВ

Способ горизонтальных разрезов

Способ горизонтальных разрезов применяется при подсчете запасов мощных рудных тел вертикального или наклонного (преимущественно крутого) падения на участках, разведанных горизонтальными секущими горными выработками и скважинами, располагающимися в виде горизонтальных линий, через которые обычно проходят плоскости, являющиеся границами эксплуатационных этажей.



1. ○ ○

2. ∇ ∇

3. 354-30

и пробы - содержание

Рис. 109. Деталь горизонтального разреза мощного рудного тела с результатами опробования (см. рис. 54 и 55)
1 — породы эффузивно-осадочной толщи; 2 — диориты, вмещающие оруденение;
3 — номер пробы и результаты анализов в г/т

При подсчете запасов этим способом по каждому горизонту выработок составляется план (горизонтальный разрез) в масштабе от 1 : 100 до 1 : 500, на который наносятся все выработки с результатами геологической документации и опробования. По данным документации на плане изображаются рудное тело, выделяемые в нем сорта руд, вмещающие породы и наиболее важные элементы тектоники. По результатам опробования производится оконтуривание промышленных и непромышленных руд.

Пример горизонтального разреза (погоризонтного плана) мощного рудного тела приведен выше на рис. 54 (см. главу II). Часть этого разреза с результатами опробования показана в более крупном масштабе на рис. 109.

Наряду с горизонтальными разрезами составляются также продольная проекция рудного тела и ряд поперечных вертикальных разрезов; они дают возможность составить представление о форме рудного тела, о степени разведанности различных частей его, о взаиморасположении различных сортов руд и об изменениях оруденения по направлению простирания, падения и мощности (нормали) рудного тела. Основываясь на этом, рудное тело разбивается на подсчетные блоки, границы которых изображаются во всех трех проекциях: на планах, продольной проекции и поперечных разрезах.

Для подсчета балансовых и забалансовых запасов строятся отдельные подсчетные блоки. На продольной проекции они могут полностью или частично перекрываться и поэтому границы блоков, включающих те и другие запасы, изображаются линиями различного начертания.

При однородном оруденении и одинаковой плотности разведочных выработок в двух ближайших друг к другу горизонтальных разрезах и в различных частях каждого разреза всю промышленную часть рудного тела, лежащую между этими разрезами, часто относят к одному подсчетному блоку. В этом случае подсчетный блок включает балансовые запасы одного эксплуатационного этажа.

При неоднородной плотности разведочной сети в разных частях полотна, ограниченного двумя горизонтальными разрезами, а также в случае больших различий мощности рудного тела или содержания в нем золота полотно разбивается на несколько подсчетных блоков с таким расчетом, чтобы в пределах каждого блока характер оруденения и степень разведанности запасов были приблизительно одинаковы. Однако следует избегать слишком малых блоков, опирающихся на очень ограниченное число выработок, ввиду слабой достоверности определения их запасов. Практикуемое иногда построение подсчетных блоков в границах эксплуатационных блоков представляет некоторые удобства при использовании результатов подсчета в целях эксплуатации, но при наличии в каждом блоке не более 4—6 выработок часто не дает положительных результатов вследствие больших ошибок определения запасов таких блоков.

По установлении границ подсчетных блоков и нанесении их на горизонтальные разрезы производятся вычисления средних содержаний золота и сопутствующих полезных компонентов по выработкам в границах блоков.

Если все пробы, взятые в выработке в пределах блока, имеют одинаковую длину, то среднее содержание по этой выработке вычисляется как простое арифметическое среднее, т. е. как сумма содержаний всех

проб, деленная на их количество. Если длина проб неодинакова, то среднее содержание по выработке C должно вычисляться со взвешиванием содержания C в каждой пробе на длину пробы l :

$$\bar{C} = \frac{C_1 l_1 + C_2 l_2 + \dots + C_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n} \quad (4)$$

При подсчете среднего содержания со взвешиванием на длину проб вычисления ведутся по форме, указанной в табл. 46.

Таблица 46

Вычисление среднего содержания золота по секущей выработке при неодинаковой длине проб

Наименование и номер выработки	Порядковый номер пробы по выработке	Номер пробы по журналу опробования	Длина пробы в м l_n	Содержание золота в г/т C_n	Произведение содержания и длины пробы $C_n l_n$	Среднее содержание золота по выработке
1	2	3	4	5	6	7
Квершлаг № 11	1	86—87	2,0	6,6	13,2	
	2	73—74	2,0	6,4	12,8	
	..		...	...		
	..		...	...		
	23	122—121	1,8	0,6	1,08	
			47,4		390,12	8,2

Далее определяются площади, занимаемые на разрезах рудой в границах построенных блоков.

Площадь руды в разрезе S подсчитывается как сумма произведений мощности рудного тела, наблюдаемой в выработках— m , на длину влияния выработок l .

$$S = m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n \quad (5)$$

В равенстве (5) произведения $m_1 l_1$, $m_2 l_2$ и т. д. представляют собою площади влияния выработок s . Таким образом, уравнение (5) может быть представлено в виде:

$$S = s_1 + s_2 + \dots + s_n \quad (5a)$$

Вычисление площадей влияния выработок $s = ml$ при данном способе подсчета необходимо не только в целях определения общей площади руды в разрезе, но также и для последующего подсчета среднего содержания золота по разрезу.

Измерения мощности рудного тела по выработкам и длины влияния последних должны проводиться в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Желательно, чтобы мощность измерялась по линии, направление которой возможно ближе совпадало с ориентировкой нормали к рудному телу, а длина влияния выработки измерялась в направлении, возможно более близком к среднему простиранию рудного тела на участке, прилегающем к выработке.

В случае значительного несовпадения в направлении выработки с направлением нормали видимая мощность рудного тела, наблюдаемая в выработке, m_a пересчитывается на истинную горизонтальную мощность m путем введения поправки на косинус угла α между этими направлениями или на синус угла β между направлением выработки и простираем:

$$m = m_a \cos \alpha = m_a \sin \beta. \quad (6)$$

При непараллельном расположении выработок в разрезе и значительных изменениях мощности рудного тела в различных его частях определение длины влияния выработок, а также действительной горизонтальной мощности рудного тела требует довольно громоздких построений и вычислений. В этих условиях к определению общей площади рудного тела в разрезе и площадей влияния выработок проще подойти разграничением последних в разрезе и непосредственным их измерением. Площадь влияния выработки ограничивается на разрезе линиями, проводимыми посередине расстояний между нею и соседними выработками (способ ближайших точек или ближайшего района). Таким образом, эта площадь

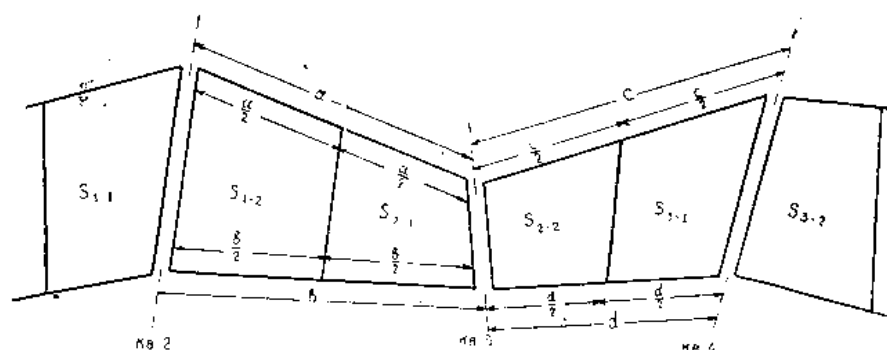


Рис. 110. Ограничение районов влияния выработок при непараллельном расположении их в разрезе

a, b, c, d — расстояние между концами выработок,
 S — площадь влияния выработки

слагается из двух частей, лежащих одна справа, другая слева от выработки (рис. 110). Каждая из этих частей может быть измерена с помощью разбивки на правильные геометрические фигуры, что в указанных условиях значительно проще определения длины влияния выработки и действительной горизонтальной мощности рудного тела в ней. При неправильных контурах оруденения они могут изображаться в разрезах кривыми линиями. В таких случаях площади влияния выработок измеряются планиметром.

Вычисления, связанные с определением площадей влияния выработок и общей площади руды в разрезе, записываются в 4-м, 5-м и 6-м столбцах табл. 47. Здесь сумма произведений ml по всем выработкам в разрезе, т. е. сумма площадей их влияния, подсчитанная по данному разрезу, представляет собой площадь руды в этом разрезе.

Если площади влияния выработок определяются построением их на разрезе и разбивкой на правильные геометрические фигуры или с помощью планиметра, то результаты производимых измерений и выполняемые вычисления записываются в отдельных таблицах измерения площадей. В этом случае 4-я и 5-я колонки табл. 47 не заполняются, а в 6-ю колонку записываются готовые результаты измерений и вычислений площадей влияния выработок из вспомогательных таблиц.

По заполнении 6-й колонки табл. 47 в 7-ю колонку выписываются средние содержания золота по выработкам из табл. 46. Затем вычисляются и записываются в 8-ю колонку табл. 47 произведения площадей влияния выработок, записанных в 6-й колонке, и средних содержаний по выработкам $\bar{C}$, записанных в 7-ю колонку.

Делим Σml (итог 6-й колонки) на Σl (итог 4-й колонки) определяем среднюю мощность рудного тела по разрезу в пределах блока m_p . Среднее содержание золота по разрезу $\bar{C}_p$ определяется как частное от деления суммы произведений $\Sigma ml\bar{C} = \Sigma S\bar{C}$ (в итоге 8-й колонки) на $\Sigma ml = \Sigma S$ (в итоге 6-й колонки).

Получаемые значения средней мощности рудного тела по разрезу и среднего содержания золота $\bar{C}_p$ соответствуют формулам:

$$m_p = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (7)$$

что равнозначно

$$m_p = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}; \quad (7a)$$

$$\bar{C}_p = \frac{m_1 l_1 \bar{C}_1 + m_2 l_2 \bar{C}_2 + \dots + m_n l_n \bar{C}_n}{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n} \quad (8)$$

или, что то же,

$$\bar{C}_p = \frac{S_1 \bar{C}_1 + S_2 \bar{C}_2 + \dots + S_n \bar{C}_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}. \quad (8a)$$

Вычисленные таким путем значения m_p и $\bar{C}_p$ в дальнейшем подсчете не используются, но служат качественными характеристиками запасов в частях блока, прилегающих к соответствующим разрезам.

По данным, сведенным для разрезов в табл. 47, производится подсчет запасов по блокам.

При вычислении объема руды необходимо учитывать различия размеров и форм площади рудного тела в разрезах, ограничивающих блок.

Когда площади рудного тела в разрезах не сильно разнятся между собой, объем может быть определен по формуле призмы:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} h, \quad (9)$$

где V — объем руды в блоке в m^3 ;
 S_1 и S_2 — площадь руды в разрезе в m^2 ;
 h — высота блока.

Если площади рудного тела в ограничивающих блок разрезах резко отличаются друг от друга и отношение $S_1 : S_2 > 3$ или рудные тела имеют форму труб, то объем их вычисляют по формуле усеченного конуса:

$$V = \frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}}{3} \cdot h. \quad (10)$$

Залас руды в блоке Q определяется как произведение вычисленного ее объема V и удельного веса d (формула 2).

Запас металла P подсчитывается в соответствии с уравнением (11):

$$P = \frac{\Sigma_1 mlC - \Sigma_2 mlC}{2} dh, \quad (11)$$

что равнозначно

$$P = \frac{S_1 \bar{C}_{p1} + S_2 \bar{C}_{p2}}{2} dh, \quad (11a)$$

Когда объем руды определяется в соответствии с уравнением (9), то подсчет запасов по блокам ведется по форме табл. 48. В случае определения объема руды по уравнению (10) форма дополняется одной колонкой, в которой записываются значения $\sqrt{S_1 \cdot S_2}$, и соответственно изменяются цифры колонки 9.

Таблица 47

Обработка материалов подсчета запасов по горизонтальным разрезам

№ блока	Горизонт	Наименование и № выработки	Длина влияния выработки l	Мощность рудного тела по выработке m	Произведение мощности и длины влияния (площадь влияния) $ml=S$	Среднее содержание золота по выработке в г/т $\bar{C}$	Произведение мощности, длины влияния и среднего содержания $ml\bar{C}=SC$	Средняя мощность рудного тела по разрезу	Среднее содержание золота по разрезу в г/т $\bar{C}_p = \frac{\Sigma ml\bar{C}}{\Sigma ml}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6—В	120	Орт № 21	40,0	18,2	72,8	4,0	2912,0		
	120	№ 22	44,0	21,0	924	3,6	3326,4		
	...					...			
	...					...			
	120	Скв. № 722	38,0	14,0	532	5,1	2713,2		
Итого по горизонту 120 м в блоке 6—В			323		6400		30720	19,8	4,8
	160	Орт № 9	39,0	9,4		6,1			
	160	№ 10	42,5	12,1		3,9			
	...					...			
	...					...			
	160	Орт № 16	40,0	11,6		4,5			
Итого по горизонту 160 м в блоке 6—В			242	160	2783		13915	11,5	5,0

Запасы, экстраполируемые на глубину от нижнего горизонта выработок, обычно подсчитываются по данным только этого горизонта. В таком случае подсчет упрощается и данные по блоку умещаются в форме табл. 48 в 1 строчку.

Подсчет запасов по блокам способом горизонтальных разрезов

Блок	Горизонт	Длина блока $L = \Sigma l$	Сумма площадей влияния выработок в м ² $\Sigma ml = S$	Сумма произведений площадей влияния выработок на среднее содержание по ширине золот. ΣmlC	Средняя мощность руды в блоке $M = \frac{\Sigma ml + \Sigma gml}{\Sigma l + \Sigma l}$	Среднее содержание в рудах золота по блоку в г/т $\bar{C} = \frac{\Sigma mlC + \Sigma gmlC}{\Sigma ml + \Sigma gml}$	Высота блока в м h	Объем руды в блоке в м ³ $V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot h$	Объемный вес руды d	Запас руды в тыс. т $Q = \frac{V \cdot d}{1000}$	Запас металла в блоке в кг QU
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6—В	120	323	6400	30 720							
	160	242	2783	13 915							
		565	9183	44 635	16,2	4,86	40	183 660	2,5	459,14	2231,47

Если имеются указания на то, что мощность рудного тела или содержание в нем золота на глубину уменьшаются, и это уменьшение необходимо учесть при подсчете экстраполируемых запасов, то соответственно уменьшается либо применяемая при подсчете Σml (4-я колонка табл. 48), либо ΣmlC (5-я колонка).

На месторождениях, предназначенных для массовой отработки, разведка и подсчет запасов которых ведется способом горизонтальных сечений, нередко бывают случаи, когда промышленные руды располагаются в виде небольших разобщенных между собой участков, причем участки, обнаруженные в одном сечении, не увязываются с участками, имеющимися в соседних сечениях.

В этих условиях все имеющиеся в блоке участки промышленного оруденения вместе с лежащими между ними непромышленными рудами ограничивают на данном разрезе одним общим контуром. Балансовые запасы, заключенные в блоке между двумя разрезами, подсчитывают в пределах построенных таким образом контуров с помощью коэффициента рудоносности.

Коэффициент рудоносности для разреза может быть вычислен либо как отношение суммы мощностей промышленных руд, пересеченных выработками, к общей длине выработок в контуре подсчета, либо как отношение площади промышленных руд в разрезе к общей площади рудного тела в нем. Как и в случае рудных тел малой мощности, коэффициент рудоносности может вычисляться для каждого подсчетного блока в отдельности и для рудного тела в целом, что в большинстве случаев дает лучшие результаты.

Следует иметь в виду, что в условиях, требующих применения коэффициента рудоносности, границы промышленных и непромышленных руд внутри общего контура подсчета часто или совсем не наносятся на разрезе, ввиду ненадежности увязки их между выработками, или не обладают достаточной точностью. В таких условиях при отработке подсчитанных запасов обычно необходимы дополнительные разведочные работы (эксплуатационная разведка) и тщательное эксплуатационное опробование.

Способ вертикальных разрезов

Способ вертикальных разрезов на месторождениях золота применяется при подсчете запасов мощных рудных тел крутого падения, на участках, разведанных наклонными и вертикальными секущими выработками, преимущественно скважинами колонкового бурения, которые располагаются по линиям, ориентированным вкрест простирания рудного тела, и образуют поперечные вертикальные разрезы.

Рассматриваемый способ применяется также к рудным телам пологого или горизонтального залегания, разведанным линиями вертикальных секущих выработок, преимущественно шурфов и неглубоких скважин ударно-канатного или колонкового бурения (железные шляпы, горизонтальные залежи).

При подсчете запасов этим способом по данным выработок, расположенных на разведочных линиях, строятся разрезы по линиям с изображением рудного тела и вмещающих пород в вертикальных плоскостях. Составляются также продольная проекция рудного тела и в некоторых случаях горизонтальные разрезы, которые, однако, непосредственно в подсчете не используются, но дополняют представления о форме рудного тела и распределении в нем различных сортов руд.

Способ вертикальных разрезов применяется в двух разновидностях, которые различаются между собой построением подсчетных блоков, а в связи с этим также расчетными формулами и таблицами.

Согласно одной разновидности границами подсчетных блоков служат разведочные разрезы, построенные по линиям выработок. При другой разновидности подсчетные блоки разграничиваются вертикальными плоскостями, проведенными посередине расстояния между разрезами.

В первом случае при подсчете запасов каждого блока, за исключением двух крайних, используются разведочные данные двух линий выработок, лежащих по его краям. Крайние блоки опираются каждый на выработку одной линии, расположенной на внутренней стороне. Во втором случае при подсчете запасов каждого блока используются данные выработок только одной линии, расположенной в средней части блока. Первый способ построения подсчетных блоков иногда называют способом интерполяции, второй — способом ближайшего района или ближайших точек.

Подсчет с построением блоков на двух разведочных линиях в основной схеме ведется так же, как и подсчет способом горизонтальных разрезов, с той разницей, что длина влияния выработок в разрезах измеряется не по простиранию, а по падению рудного тела и в формулах, определяющих объемы рудного тела, высота блока H заменяется его длиной L .

Площадь руды в разрезе (в соответствующих условиях) определяется либо как сумма произведений мощности рудного тела по выработкам на длину влияния последних, либо как сумма площадей влияния выработки, измеренных планиметром или разбивкой на правильные геометрические фигуры.

Определение объема руды при параллельности разведочных линий и более или менее простых границах рудного тела с вмещающими породами ведется в том же порядке, с применением тех же формул, что и при подсчете способом горизонтальных разрезов. Но при сложных контурах рудного тела, а также при непараллельности разведочных линий объем руды определяется иным путем.

При сложных контурах оруденения и непараллельности разведочных линий, но при параллельном расположении выработок в плоскостях разре-

зов объем руды в блоке V может быть определен как произведение площади рудного тела в проекции S на полусумму средних мощностей рудного тела в разрезах $\overline{m}_{p1}$ и $\overline{m}_{p2}$:

$$V = S \frac{\overline{m}_{p1} + \overline{m}_{p2}}{2} \quad (12)$$

При этом площадь рудного тела S измеряется планиметром, а среднее значение мощности в разрезе $\overline{m}_p$ определяется как частное от деления суммы произведений мощностей рудного тела по выработкам m и длины влияния последних на сумму длин влияния выработок Σl :

$$\overline{m}_p = \frac{\Sigma ml}{\Sigma l} = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n} \quad (13)$$

Если наряду с непараллельностью разведочных линий и сложностью контуров оруденения имеет место непараллельность выработок, то объем руды может быть определен по той же формуле (12), но при этом средняя мощность рудного тела вычисляется по формуле (14):

$$\overline{m}_p = \frac{S_p}{L_p} \quad (14)$$

где S_p — площадь руды в разрезе, которая в данных условиях измеряется планиметром или определяется по формуле (5а) как сумма площадей влияния выработок, измеряемых разбивкой на правильные геометрические фигуры;

L_p — длина разреза в пределах блока.

Подставляя значения $\overline{m}_p$ из формулы (14) в формулу (12), получаем общее выражение объема руды в виде формулы (15):

$$V = S \left(\frac{S_{p1}}{2 L_{p1}} + \frac{S_{p2}}{2 L_{p2}} \right) \quad (15)$$

При выполнении подсчета по основной схеме среднее содержание золота по разрезам и блокам и запасы металла подсчитываются так же, как и при способе горизонтальных разрезов. В тех случаях, когда площади руд в разрезах и объемы их подсчитываются по формулам (12—15), для определения среднего содержания золота по блоку, ограниченному двумя разрезами, вначале вычисляют среднее содержание для каждого разреза. Из данных по обоим разрезам вычисляют среднее содержание по блоку способом среднего взвешенного на площадь руды в соответствующих разрезах.

Запасы каждого блока, лежащего на краю промышленного участка рудного тела, подсчитываются по данным выработок лишь одной разведочной линии, расположенной с его внутренней стороны. Объем руды в этих блоках в зависимости от характера выклинивания рудного тела определяется по формулам призмы, конуса или клина.

Если на фланге рудного тела за крайней разведочной линией показавшей промышленное оруденение, других линий не имеется и нет никаких

оснований предполагать близкое выклинивание рудного тела за нею, то объем подсчитывается по формуле призмы:

$$V = S_p L, \quad (16)$$

где V — объем руды в блоке;

S_p — площадь рудного тела в разрезе;

L — длина блока, обычно равная половине расстояния между линиями внутри контура.

Когда за крайней разведочной линией, показавшей промышленное оруденение, имеются еще линии, причем ближайшая из них пересекает рудное тело, но с непромышленным содержанием металла (выклинивание по содержанию), или не встретила его, тогда объем рудного тела, имеющего в разрезе пластообразную или линзообразную форму, подсчитывается по формуле клина:

$$V = \frac{S_p L}{2}, \quad (17)$$

где V и S_p — то же, что в предыдущей формуле (16);

L — длина блока, равная половине расстояния между крайней линией внутри промышленного контура и ближайшей к ней линией за контуром.

Формула объема конуса (18) применяется в тех условиях, когда в разрезе, построенном по крайней линии промышленного контура, рудное тело имеет округлые очертания (например, в том случае, если рудное тело представлено в форме лежащей трубы):

$$V = \frac{S_p L}{3}, \quad (18)$$

где обозначения те же, что в формуле (17).

Приведенные формулы определения объемов руды при построении блоков на двух разведочных линиях применимы в тех случаях, когда линии расположены параллельно друг другу или же угол между ними не превышает 10° . Когда угол между сходящимися разрезами более 10° , для определения объемов руд в блоках, ограниченных этими разрезами, А. П. Прокофьев (1953) рекомендует следующий способ.

На продольной проекции или плане (рис. III) блок, заключенный между непараллельными разведочными линиями I—I и II—II, делится вспомогательной линией на две части по принципу ближайшего района. Для этой цели контурные точки a_1 и b_1 на разрезе I соответственно соединяются вспомогательными прямыми с контурными точками a_2 и b_2 на разрезе II. Каждая из вспомогательных линий $a_1 a_2$ и $b_1 b_2$ делится на две равные части (на чертеже — в точках c_1 и c_2). Точки c_1 и c_2 соединяются прямой, которая делит площадь подсчетного блока в плане на две площади S_1' и S_2' .

Каждая точка площади S_1' находится ближе к разведочной линии I—I, и на нее может быть распространено влияние сечения по этой разведочной линии. Каждая точка площади S_2' расположена ближе к разведочной линии II—II, и на нее может быть распространено влияние сечения по этой последней.

Зная площади сечений S_1 и S_2 соответствующих разрезов I—I и II—II, вычисляемые обычными способами, и зная площади S_1' и S_2' , на которые должно быть распространено влияние сечений S_1 и S_2 , объем части блока, прилегающей к разрезу I—I, можно определить по формуле

$$V_1 = S_1' \frac{S_1}{l_1}, \quad (19)$$

где l_1 — длина разведочной линии I—I ($a_1 b_1$).

Объем части блока, прилегающей к разрезу II—II, будет:

$$V_2 = S_2' \frac{S_2}{l_2},$$

где l_2 — длина разведочной линии II—II ($a_2 b_2$).

Общий объем блока равен сумме $V_1 + V_2$.

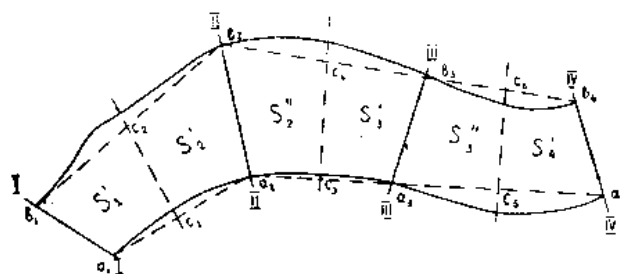


Рис. 111. Схема ограничения площадей влияния непараллельных разведочных линий при межлинейном построении подсчетных блоков
I—I, II—II — разведочные сечения; S — площадь влияния сечений

Среднее содержание и объемный вес могут быть приняты как средние значения между данными по разрезам.

Если этот способ применяется не к одному, а к нескольким блокам, то он приводит, по существу, к перестройке блоков, ограниченных каждой двумя линиями, в блоки, опирающиеся на одну линию. На рис. 111 видно, что правая часть блока I—II с площадью S_2' и левая часть блока II—III с площадью S_2'' , будучи сложенными, представляют собой блок, опирающийся на линию II, а полублоки с площадями S_3' и S_3'' составляют блок, опирающийся на линию III. При построении блоков на одной линии никаких расчетов, связанных с непараллельностью сечения, не требуется; этот способ блокировки при неправильных сечениях является наиболее удобным.

Когда блоки построены по одному разрезу, то границами их служат вертикальные плоскости, расположенные на половине расстояния между данным разрезом и соседними разрезами с одной и с другой сторон. Длина блока принимается равной полусумме расстояний от данной разведочной линии до ближайших соседних линий. При

этом построении подсчетных блоков площади руды в разрезах определяются теми же приемами, что и при подсчете запасов с применением других вариантов способа разрезов.

Разрез по разведочной линии одновременно является средним разрезом для блока и дает среднюю площадь его сечения.

Объем каждого внутреннего блока выражается формулой призмы:

$$V = S_p \frac{L_1 + L_2}{2}, \quad (20)$$

где V — объем блока в м³;

S_p — площадь рудного тела на разрезе;

L_1 — расстояние данной разведочной линии до ближайшей линии с одной стороны;

L_2 — расстояние до разведочной линии с другой стороны.

Когда рудное тело между разрезами ограничено не плоскими поверхностями, а сложными, его объем в пределах блока точнее определяется формулами (21) или (22):

$$V = S \frac{S_p}{l_p}; \quad (21)$$

$$V = S \cdot m, \quad (22)$$

где V — объем рудного тела в блоке;

S — площадь блока;

S_p — площадь рудного тела в разрезе, на котором построен блок;

l_p — длина рудного тела в разрезе;

m — средняя мощность рудного тела в разрезе.

Объем руды в крайних блоках в зависимости от характера выклинивания рудного тела может быть определен различно. Если нет данных об уменьшении мощности рудного тела и содержания в нем золота на флангах за крайними разрезами, то объем крайних блоков подсчитывается так же, как и объем внутренних блоков. Длина этих блоков устанавливается по данным разведочных выработок на поверхности или экстраполируется во фланги на основании геологических соображений, но обычно принимается не более половины среднего расстояния между разведочными линиями.

Если наблюдается явное выклинивание рудного тела на флангах, то крайние блоки разбиваются на две части — внутреннюю и внешнюю. Объем внутренней части определяется умножением площади рудного тела в разрезе на половину расстояния от него до соседнего разреза. Объем внешней части подсчитывается умножением той же площади на половину длины этой части блока L_* , т. е. по формуле клина (17).

Если рудное тело имеет сложную форму, то объем крайнего блока вычисляется по формулам (21) или (22).

При подсчете запасов рудных тел, имеющих форму лежащих или полых труб, вычисление объемов внешних частей крайних блоков может производиться по формуле конуса (18).

Вычисления при подсчете запасов способом вертикальных разрезов с построением блоков на одной линии могут выполняться в различной последовательности с записью результатов в таблицы разной формы. В ГКЗ они представляются чаще всего в форме табл. 49. Нередко применяется

также форма табл. 50. В последнем случае способ подсчета запасов часто называют линейным, поскольку при этой форме вычислений на промежуточных этапах подсчета пользуются величинами так называемых линейных запасов руды и металла. Последние понимаются как запасы, заключенные в полосе шириной 1 м, проходящей вдоль разведочной линии таким образом, что плоскость разреза, построенного по этой линии, делит ее пополам.

Различия в выполнении подсчетов по формам табл. 49 и 50 не принципиальны и касаются лишь последовательности вычислительных операций. Подсчеты запасов одного и того же блока, выполненные по обеим формам, дают один и тот же результат (см. табл. 49 и 50). Поэтому рассматривать их как самостоятельные способы подсчета или даже как самостоятельные разновидности одного способа подсчета, что иногда делается, нет оснований.

Вычисления, выполняемые по обшим формам, проще, чем при межлинейном построении блоков. Построение блоков на одной линии значительно облегчает определение объемов руд и весь подсчет при сложных контурах оруденения в продольной проекции. Однако границы подсчета запасов, относимых к различным категориям разведанности, проводятся почти всегда по разведочным линиям, и следовательно, эти границы при построении блоков на одной линии оказываются посередине их. Каждый из таких блоков при подсчете приходится разделять на два блока. При построении блоков на двух линиях такой необходимости не возникает, и это относится к преимуществам межлинейной блокировки.

На участках рудного тела, характеризующихся невысоким и вместе с тем изменчивым содержанием золота при малом количестве выработок на разведочных линиях, нередко возникают затруднения при решении вопроса об отнесении запасов некоторых блоков к балансовым или забалансовым. Ввиду слабой представительности разведочных данных отдельных линий с малым количеством выработок оценка промышленного значения запасов по блокам, построенным на одной линии, часто разбивает контур промышленного оруденения на отдельные мелкие разобщенные участки, включающие по два-три подсчетных блока, а часто всего один блок.

При построении подсчетных блоков на двух линиях в подсчете запасов отдельных блоков учитывается большое количество выработок. При этом данные о мощности рудного тела и содержании в нем золота усредняются в большей степени, вследствие чего разобщенность контура балансовых запасов несколько уменьшается. В этом усматривают основное преимущество межлинейного построения подсчетных блоков.

Однако следует иметь в виду, что усреднение разведочных данных, достигаемое построением блоков на двух линиях, допустимо лишь при малом количестве выработок на линиях в условиях высокой изменчивости оруденения, когда представительность разведочных данных по одной линии явно недостаточна, а оценка промышленного значения запасов блока по этим данным случайна. При достаточном количестве выработок на линиях в условиях не слишком высокой изменчивости оруденения недопустимо строить блоки на двух линиях, одна из которых дает промышленные, а другая непромышленные показания.

Следует отметить также, что в условиях высокой неравномерности оруденения при ограниченном количестве разведочных данных оценка промышленного значения запасов каждого подсчетного блока в отдельности путем механического применения к нему величины минимально-про-

Подсчет запасов способом вертикальных разрезов при построении подсчетных блоков на одной линии

Таблица 49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Номер блока и категория запасов	Название и номер разведочной линии или разреза	Наименование и номер выработки	Длина интервала выработки в м	Мощность рудного тела по выработке в м	Произведение мощности и длины выработки $m \cdot l = S$	(среднее содержание золота по выработке в г/т)	Произведение мощности и длины выработки $m \cdot l \cdot C_p = \Sigma mlC$	Средняя мощность рудного тела по разрезу $m_p = \frac{\Sigma ml}{\Sigma l}$	Среднее содержание золота по разрезу в г/т $C_p = \frac{\Sigma mlC}{\Sigma ml}$	Длина блока в м	Объем руды в блоке в м³ $V = \Sigma ml \cdot L$	Объемный вес руды d	Запас руды в блоке в тыс. т $Q = Vd$	Запас металла в блоке в кг $P = Q \rho$
2-В	Буровая линия № 4	Скв. 2 3 4 5 6	20 22 18 24 20	1,8 3,0 5,1 4,8 2,3	36,0 66,0 91,8 113,2 46,0	4,0 5,8 7,1 6,3 5,1	144,0 382,8 651,8 713,2 234,6							
			104	—	353,0	—	2126,4	3,4	6,0	42	14826	2,4	35,6	214,3

Подсчет запасов способом вертикальных разрезов с помощью вычисления линейных запасов при построении подсчетных блоков на одной линии

Таблица 50

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Номер блока и категория запасов	Название и номер разведочной линии	Наименование и номер выработки	Длина интервала выработки в м	Мощность рудного тела по выработке в м	Площадь рудного тела на интервале выработки в м² $S = lm$	Объемный вес руды d	Линейный запас руды на интервале выработки $Q_p = lmd$	Среднее содержание металла по выработке в г/т	Линейный запас металла в районе выработки $P_p = Q_p \rho$	Длина блока в м	Объем руды в блоке в м³ $V = \Sigma ml \cdot L$	Запас руды в блоке в тыс. т $Q = \Sigma Q_p$	Запас металла в блоке в кг $P = \Sigma P_p$
2-В	Буровая линия № 4	Скв. 2 3 4 5 6	20 22 18 24 20	1,8 3,0 5,1 4,8 2,3	36,0 66,0 91,8 113,2 46,0	2,4 2,4 2,4 2,4 2,4	86,4 158,4 220,3 271,7 110,4	4,0 5,8 7,1 6,3 5,1	345,6 918,7 1564,3 1711,7 563,0				
Итого по блоку			104	3,4	353,0		847,2	6,0	5103,3	42	14826	35,6	214,3

мышленного содержания неправильна в самой основе. В этих условиях оценка запасов отдельных блоков не должна практиковаться, подсчет же запасов по блокам должен рассматриваться лишь как способ и вместе с тем как один из этапов определения запасов, заключающихся в более широких контурах.

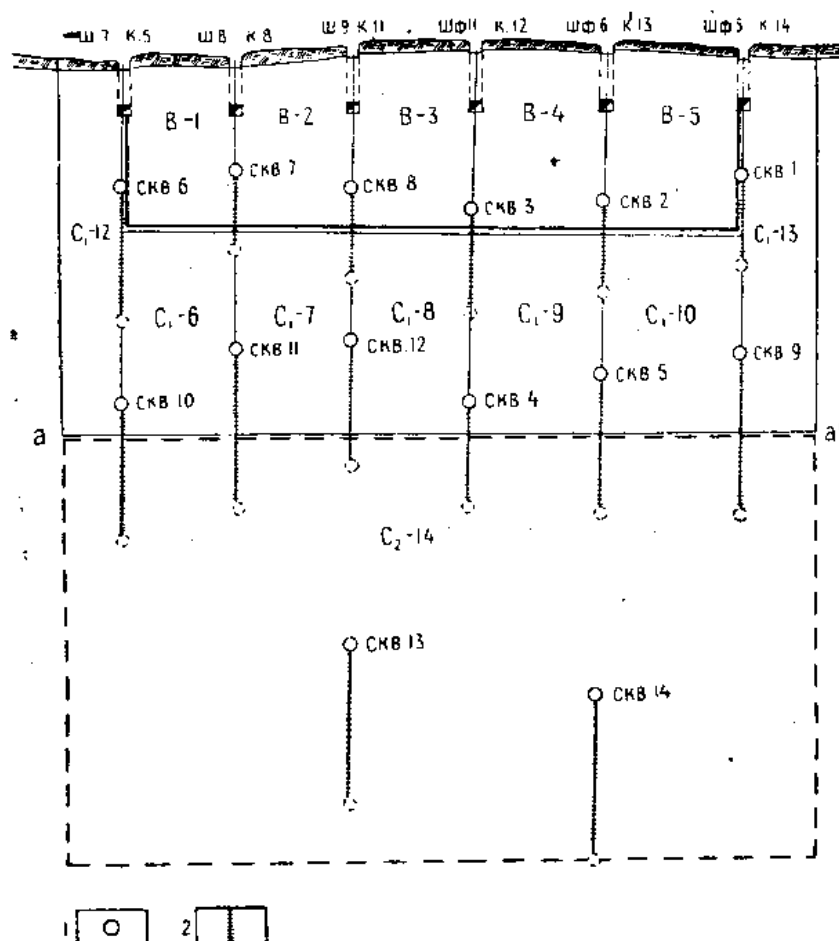


Рис. 112. Продольная проекция рудного тела к подсчету запасов способом вертикальных разрезов

1 — проекции точек пересечения висячего и лежащего боков рудного тела; 2 — интервал скважины, пройденный по рудному телу

Качество запасов в указанных условиях должно оцениваться в пределах площадей, охватывающих по несколько блоков с достаточным количеством выработок, на основе совокупности данных разведки и геологического изучения месторождения. При этом все блоки, объединяемые в данную группу для совместной оценки промышленного значения их запасов, должны располагаться в пределах распространения геологически однородного оруденения.

Для примера подсчета запасов способом вертикальных разрезов приводится подсчет запасов крутопадающей мощной залежи в рассланцован-

ных и измененных эффузивных породах кислого и среднего состава. Общая длина залежи по простиранию 350 м, средняя мощность 20 м. Залесь разведана системой горных выработок и скважин, которые расположены по линиям, ориентированным вкрест простирания рудного тела (рис. 112, 113 и 114).

На поверхности рудное тело вскрыто рядом канав (рис. 113), расстояния между ними равны 20 м. В каждой третьей канаве заложено по шурфу глубиной 25 м. Из шурфов пройдены расщепки длиной по 20—25 м, направленные вкрест простирания рудного тела. На линиях, проведенных через шурфы в том же направлении, были пройдены серии наклонных скважин, рассчитанных на подсечение всячего бока рудного тела на глубине 50—75 и 120—160 м. На двух линиях, расположенных в центральной части рудного тела, кроме того, было пройдено по одной буровой скважине, которыми всячий бок рудного тела пересечен на глубине 250—280 м.

По всем разведочным линиям на основании данных канав, шурфов, расщепок и буровых скважин построены геологические разрезы, на которых в соответствии с результатами анализов проб околнурена промышленно-ценная часть рудного тела (рис. 114). Далее составлена продольная вертикальная проекция рудного тела (рис. 112), на которую вынесены линии разрезов и точки пересечений скважинами всячего и лежащего боков рудного тела.

На продольной проекции построен общий контур подсчета запасов, ограниченный с флангов вертикальными линиями, проведенными посередине расстояний между крайними канавами, встретившими рудное тело, и соседними с ними канавами, не обнаружившими его.

Запасы руды и металла внутренних блоков, находящихся выше уровня верхних скважин, отнесены к категории В, запасы, расположенные между верхним и средним уровнями скважин, — к категории C_1 и запасы, заключенные между средним и нижним уровнями скважин, — к категории C_2 .

Запасы крайних блоков на флангах рудного тела в части, расположенной выше скважин среднего уровня, включены в один блок, общий для всего рудного тела, и подсчитаны по категории C_2 .

Запасы различных категорий разведанности разграничены в продольной проекции рудного тела горизонтальными линиями. Запасы категорий В и C_1 разграничены горизонталью, проведенной посередине расстояния между самой верхней точкой пересечения всячего бока рудного тела скважинами верхнего ряда (скважина 7) и самой нижней точкой пересечения его лежащего бока скважинами того же ряда (скважина 3). Запасы категорий C_1 и C_2 разграничены горизонталью, проведенной таким же образом по скважинам второго (среднего) ряда. Нижней границей подсчета запасов категории C_2 принята горизонталь, проходящая через нижнюю точку пересечения лежащего бока рудного тела скважинами третьего (нижнего) ряда (скважина 14).

Таким образом, запасы каждого блока категории В околнурены выходом рудного тела на поверхность, плоскостями двух разрезов по разведочным линиям и горизонтальной плоскостью, лежащей посередине полосы, образованной пересечениями рудного тела скважинами верхнего ряда. Каждый блок категории В характеризуется шестью полными опробованными пересечениями рудного тела выработками: двумя канавами, двумя расщепками из шурфов и двумя буровыми скважинами.

Блоки запасов категории C_1 в средней части рудного тела ограничены

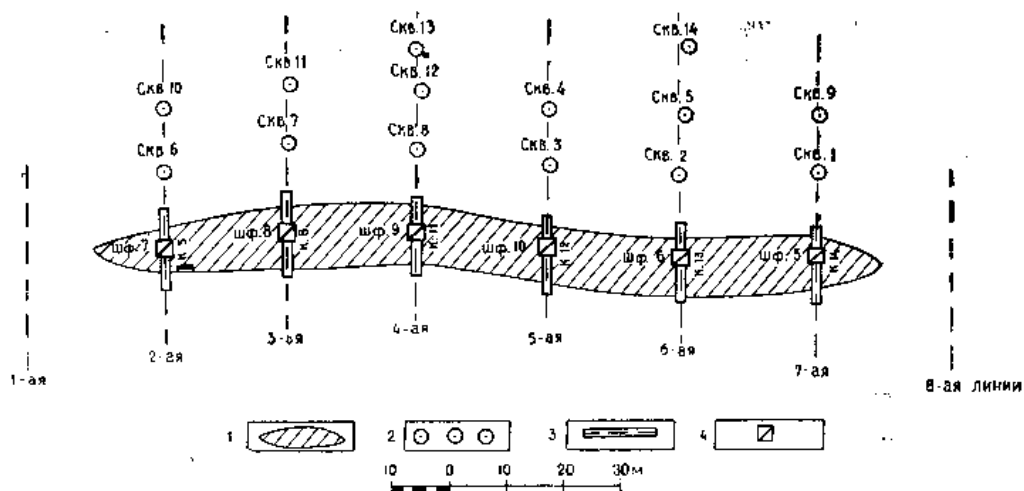


Рис. 113. План разведочных работ по рудному телу к подсчету запасов способом вертикальных разрезов
1 — рудное тело; 2 — буровые скважины; 3 — канавы; 4 — шурфы

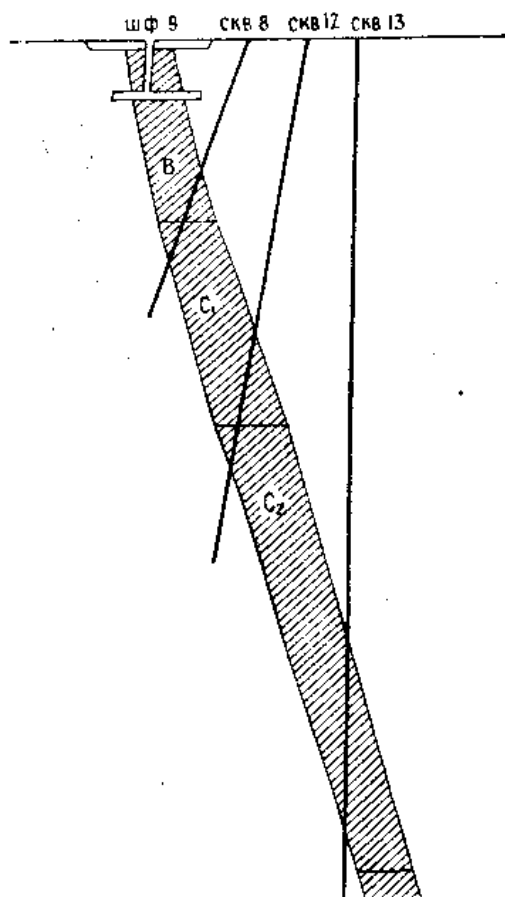


Рис. 114. Вертикальный разрез III—III к подсчету запасов способом вертикальных разрезов (по 4-й разведочной линии) (см. рис. 113)

с боков разрезами по разведочным линиям, а сверху и снизу — горизонтальными плоскостями, проходящими через верхний и средний ряды пересечений рудного тела скважинами. Каждый блок запасов этой категории опирается на четыре полных опробованных пересечения рудного тела скважинами.

Крайние блоки запасов категории C_1 имеют по четыре полных опробованных пересечения рудного тела — канавой, рассечкой и двумя скважинами.

В контуре подсчета запасов категории C_2 имеется восемь полных опробованных пересечений рудного тела буровыми скважинами — шестью скважинами среднего ряда и двумя скважинами нижнего ряда.

Площади рудного тела в разрезах (S) измерены для каждой категории запасов отдельно. Объемы руды в блоках (V), ограниченных двумя смежными разрезами, вычислены умножением полусумм площадей рудного тела в этих разрезах на расстояния между ними (L):

$$V_1 = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot L_2 = \frac{1253 + 1430}{2} \cdot 60 = 80\,460 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = \frac{S_2 + S_3}{2} \cdot L_3 = \frac{1430 + 1510}{2} \cdot 62 = 89\,140 \text{ м}^3.$$

Объемы крайних блоков, заключающих запасы категории C_1 (блоки C_1-12 и C_1-13), определены по формуле клина в виде (17), поскольку рудное тело на флангах выклинивается по мощности:

$$V = \frac{S \cdot L}{2} = \frac{2677 \times 30}{2} = 40\,155 \text{ м}^3,$$

При определении объема блока, заключающего запасы категории C_2 , сначала подсчитаны объемы отдельных частей, на которые он разделяется разрезами по разведочным линиям. Подсчеты произведены по тем же формулам, по которым вычислялись объемы блоков категории В и категории C_1 . Суммированием объемов отдельных частей блока получен общий объем его.

По определении объемов руд в блоках подсчитывались средние содержания золота по выработкам, разрезам и блокам.

Средние содержания по секущим выработкам вычислены со взвешиванием содержаний по отдельным пробам на их длину (табл. 51).

Таблица 51

Подсчет среднего содержания золота по выработкам

№ п/п.	Номер проб	Длина проб l	Содержание золота в г/т C	Произведения содержания и длины проб lC	Среднее содержание золота по выработке в г/т $\bar{C} = \frac{\sum lC}{\sum l}$
1	2	3	4	5	6
Канавы 5					
1	23	1,25	6,8	8,50	
2	24	0,82	9,4	7,71	
16	38	0,68	16,7	11,36	
17	39	1,15	9,9	11,38	
		21,0		180,6	8,6

Средние содержания золота по разрезам и блокам вычислены в следующем порядке:

а) На разрезах разграничены площади влияния выработок (см. рис. 115) и нанесены границы подсчета запасов различных категорий. Разграничение площадей влияния выработок выполнено способом ближайшего района (ближайших точек), описанным выше (см. рис. 110 и 111 и пояснения к ним в тексте).

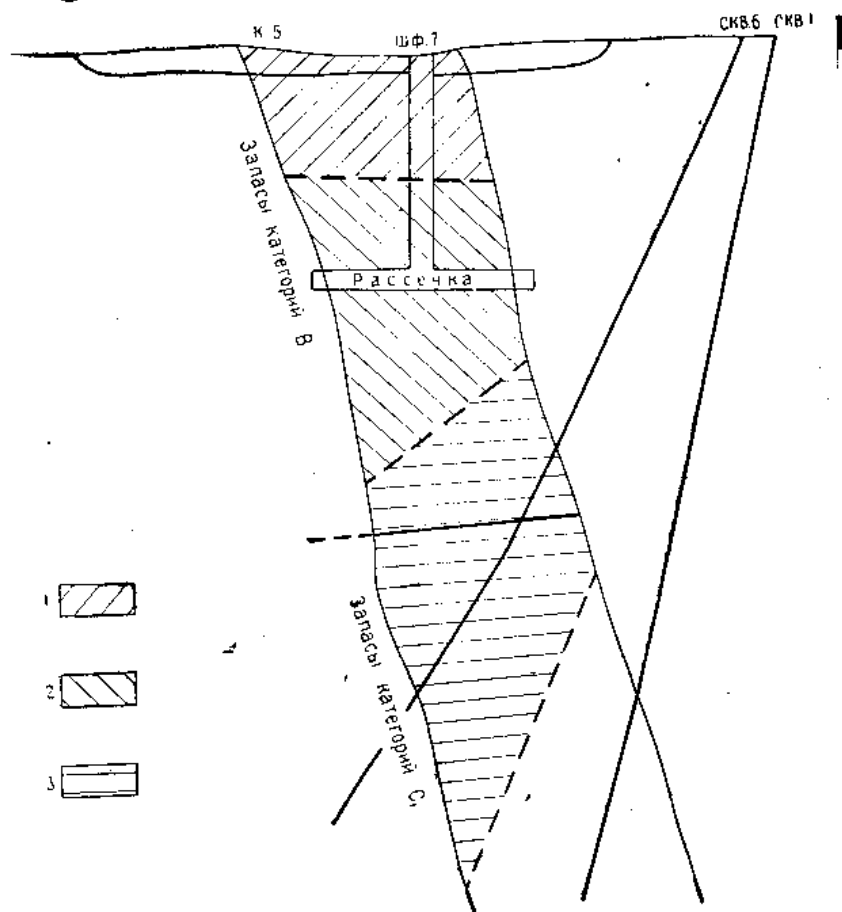


Рис. 115. Схема блокировки запасов и ограничения площадей влияния выработок на вертикальном разрезе

1 — площадь влияния канавы 5; 2 — площадь влияния рассечки из шурфа 7; 3 — площадь влияния скважины 6

б) Площади влияния выработок измерены на разрезах для каждого подсчетного блока в отдельности. В тех случаях, когда часть площади влияния выработки входит в границы одного подсчетного блока, а другая часть — в границы другого блока, обе эти части измерялись также в отдельности.

в) Подсчитаны средние содержания золота по разрезам в границах блоков и по блокам в целом, со взвешиванием содержаний по выработкам на площади их влияния в соответствующих границах (см. табл. 52).

Таблица 52

Подсчет содержаний по блокам

Наименование выработок и их помер	Содержания золота по выработкам в г/т C	Площади влияния выработок в м ² S	Произведения содержаний на площади влияния CS	Средние содержания золота по разрезам и блокам в г/т $\bar{C} = \frac{\sum CS}{\sum S}$
Разрез I—I, блок В—1				
Канавы 5	8,6	245	2107	
Рассечка из шурфа 7	9,2	618	5686	
Скважина 6	10,1	390	3939	
По разрезу I—I		1253	11732	9,4
Разрез II—II, блоки В—1 и В—2				
Канавы 8	10,1	320	3232	
Рассечка из шурфа 8	17,8	895	15483	
Скважина 7	12,6	215	2709	
По разрезу II—II		1430	21424	15,0
По блоку В—1 (разрезы I—I и II—II)		2683	33156	11,6
Разрез III—III, блоки В—2 и В—3				
Канавы 11	9,9	312	3085	
Рассечка из шурфа 9	5,4	920	4968	
Скважина 8	15,1	278	4448	
По разрезу III—III		1510	12501	8,3
По блоку В—2 (разрезы II—II и III—III)		2940	33926	11,5
Разрез I—I, блок С—6				
Скважина 6	10,1	496	5009,6	
Скважина 10	6,4	928	5939,2	
По разрезу I—I		1424	10948,8	7,7
Разрез II—II, блоки С ₁ —6 и С ₁ —7				
Скважина 7	12,6	505	6063,0	
Скважина 11	8,0	1158	9264,0	
По разрезу II—II		1663	15627,0	9,7
По блоку С ₁ —6 (разрезы I—I и II—II)		3087	26575,8	8,6

Для общего блока запасов категории C_2 принято содержание золота, равное среднему из средних содержаний по всем скважинам среднего и нижнего уровней, взвешенных на мощности рудного тела. Мощность измерялась на разрезах по горизонтальным линиям, проведенным через точки, лежащие посередине интервалов скважин, пройденных по рудному телу.

Запасы руды и металла подсчитаны по форме табл. 53.

Таблица 53

Подсчет запасов руды и металла

Категория запасов и номер блоков	Объем руды в м ³	Объемный вес руды	Запас руды в тыс. т	Среднее содержание золота в г/т	Запас металла в кг Р
1	2	3	4	5	6
В—1	80 460	3,2	257,5	11,6	2981,0
В—2	89 140	3,2	275,2	11,5	3164,8
.		...			
Итого по кате- гории В					
C_1 —12	40 155	3,2	128,5	10,2	1310,7
.		...			
Итого по кате- гории C_1					

4. ОСОБЕННОСТИ И ПРИМЕРЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ РУДНЫХ ТЕЛ РАЗЛИЧНЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ¹

Железные шляпы

Запасы железных шляп, разведанных правильными линиями секущих выработок (см. главу II), подсчитывают способом вертикальных разрезов. При неправильной разведочной сети иногда подсчет приходится вести способом блоков.

При наличии в составе железной шляпы нескольких разновидностей руд, в различной степени обогащенных золотом, запасы некоторых из них иногда подсчитывают отдельно от запасов остальных разновидностей. Для самостоятельного подсчета запасов чаще всего выделяют баритовую и пиритовую сыпучки, обычно обладающие наиболее высоким содержанием золота и позволяющие вести переработку по более простым технологическим схемам по сравнению с бурыми железяками и массивными баритовыми рудами.

На месторождении «Б» рудное тело типа железной шляпы, относящееся к группе «б», разведано шурфами и скважинами. Выработки расположены параллельными линиями, идущими вкрест простирапия рудного тела. Последнее с поверхности вскрыто карьером.

¹ Настоящий раздел составлен при участии А. П. Божинского.

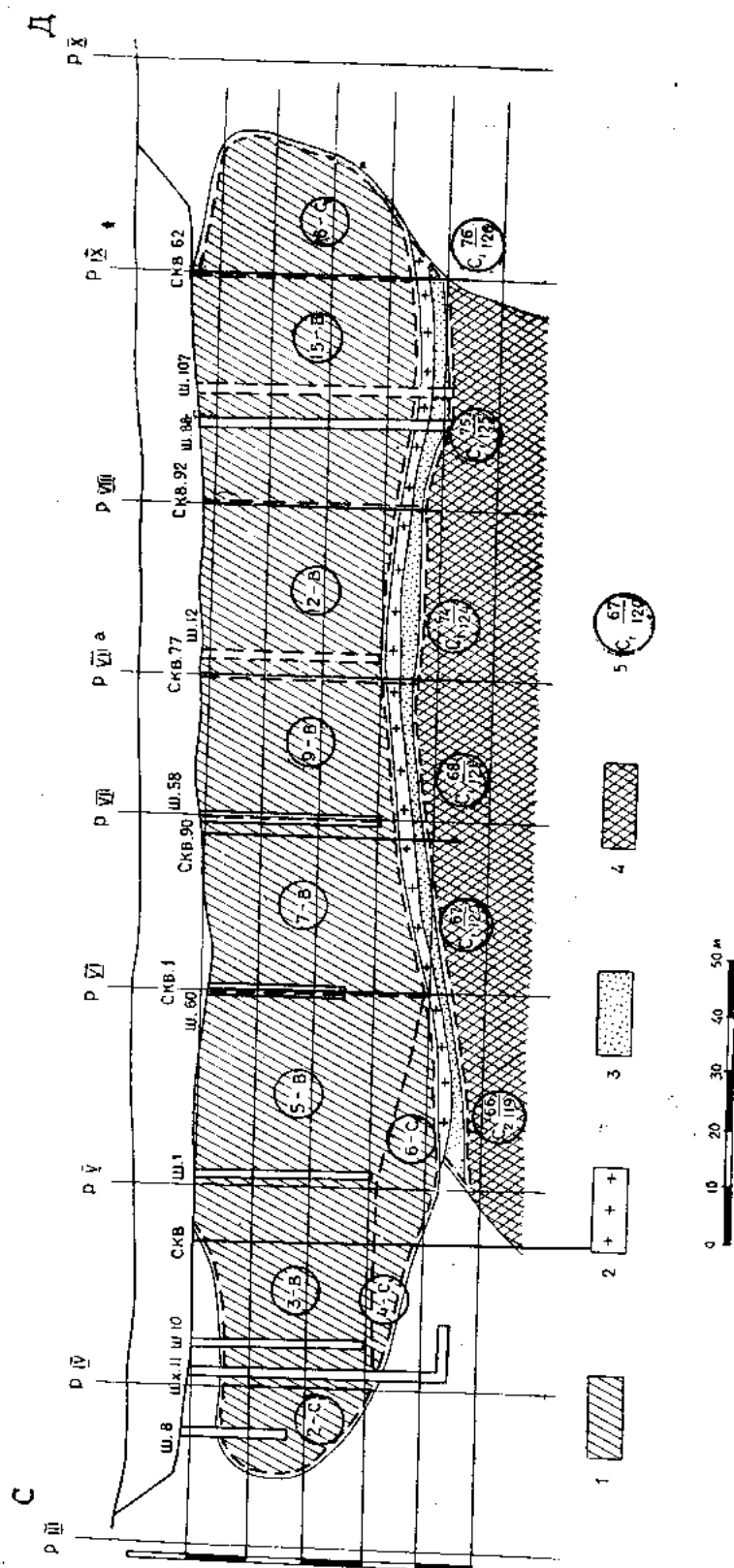


Рис. 116. Продольный разрез железной шпалы месторождения «Б» по линии С—Д
1 — бурье железняк; 2 — баритовая сыпучка; 3 — баритовая сыпучка; 4 — плотные колчеданы; 5 — слева категория записов, в числителе номер блока по баритовой сыпучке, в знаменателе — по баритовой сыпучке

Верхняя часть рудного тела сложена бурыми железняками, а на границе с первичными колчеданными рудами в нем располагаются маломощные зоны баритовой и пиритовой сыпучек.

Запасы подсчитаны способом вертикальных разрезов. Подсчетные блоки построены между линиями. Запасы бурых железняков, баритовой и пиритовой сыпучек оконтурены и подсчитаны отдельно.

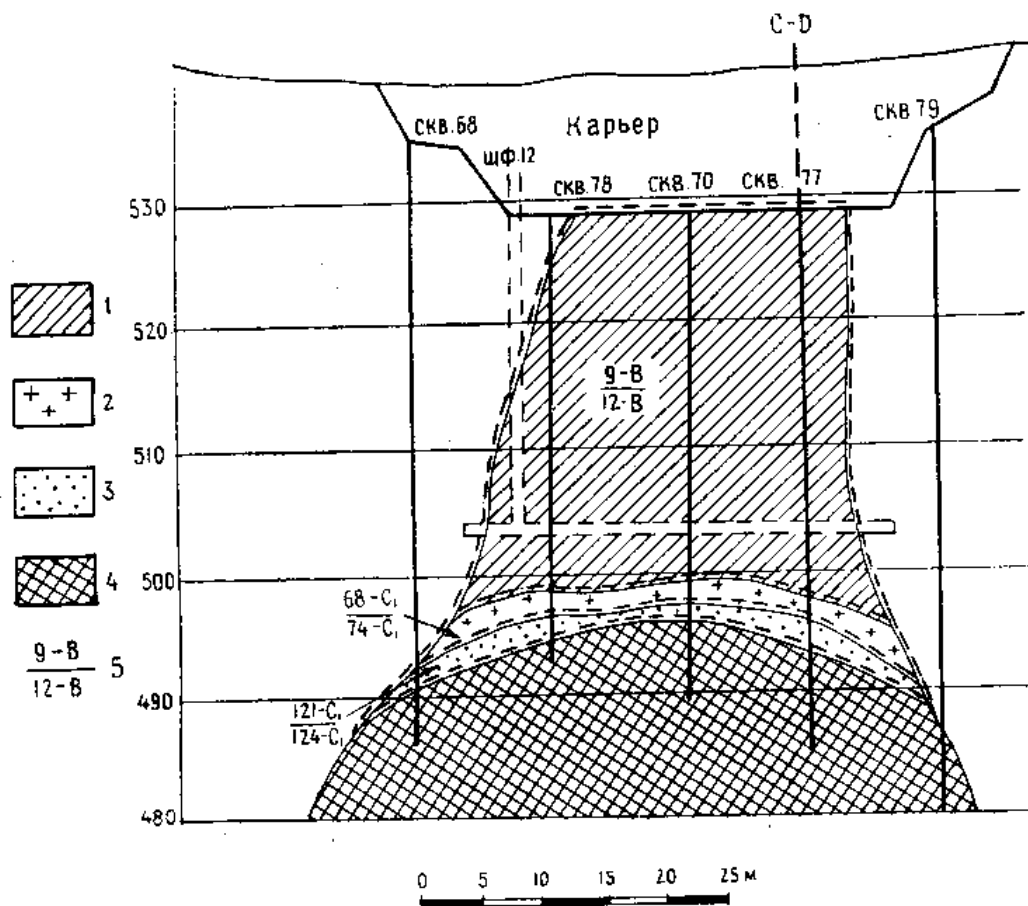


Рис. 117. Поперенный разрез железной шляпы месторождения «Б» по линии VIIa—VIIa (см. рис. 116)

1 — бурые железняки; 2 — баритовая сыпучка; 3 — пиритовая сыпучка; 4 — плотные колчеданы; 5 — номера подсчетных блоков, разграниченных данным разрезом

Запасы бурых железняков, вскрытые с поверхности карьером, а на глубине разведанные шурфами с рассечками и скважинами, отнесены к категории В (рис. 116 и 117). Запасы сыпучек, разведанные только скважинами, отнесены к категории С₁ (рис. 118).

Другой пример построения блоков и подсчета запасов рудного тела типа железной шляпы показан на рис. 119 и 120. Здесь рудное тело, относящееся к группе «в», разведано вертикальными выработками, расположенными по линиям, отстоящим друг от друга на 60 м. Расстояния между выработками на линиях равны 10 м.

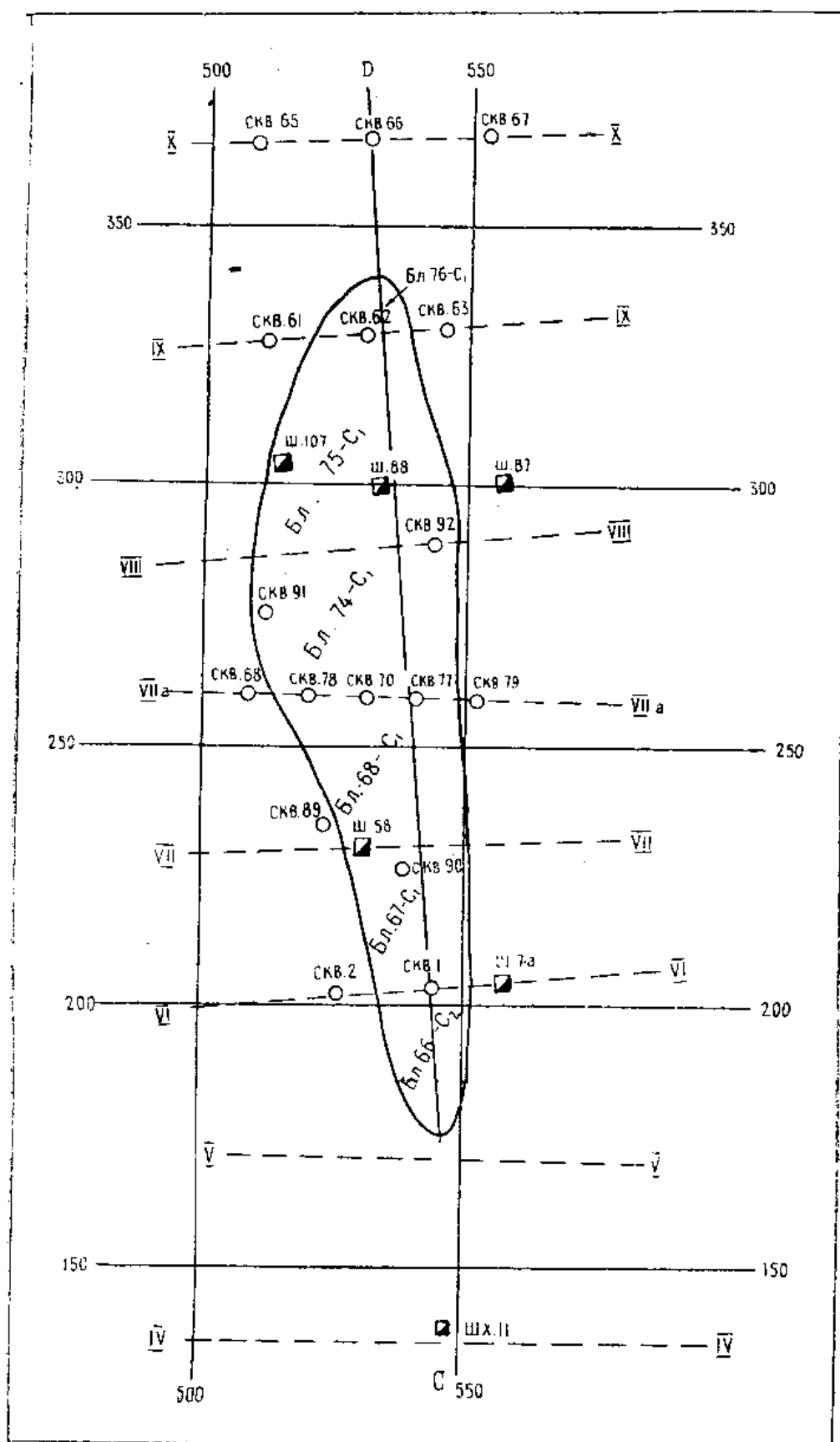


Рис. 118. План оконтуривания баритовой сыпучки месторождения «Б»
 VI—VI, VIII—VIII и т. д. — линии разрезов (см. рис. 116)

Запасы подсчитываются способом вертикальных разрезов (рис. 119), причем возможно как межлинейное построение подсчетных блоков, так и построение их на одной линии.

В случае построения блоков между двумя линиями (рис. 120А) в блоках 2 и 7 оказывается не менее четырех выработок в каждом, а общее количество линий в них вместе — более четырех. При этих условиях, согласно табл. 7, запасы могут быть отнесены к категории В.

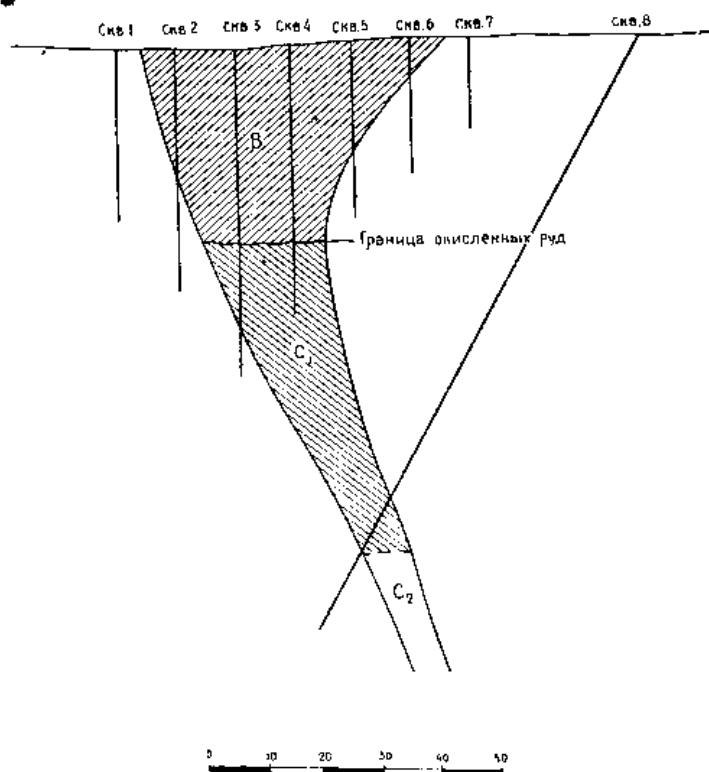


Рис. 119. Разрез по буровой линии 4 к подсчету запасов железной шляпы (см. рис. 120)

Крайние блоки 1 и 8 опираются на разведочные линии только одной стороной, причем количество выработок на опорных линиях очень мало: в блоке 1 на линии 1 — одна, в блоке 8 на линии 7 — две. Запасы этих блоков отнесены к категории C_1 .

При построении подсчетных блоков на одной линии (см. рис. 120Б) число блоков, в которых количество выработок достигает необходимого для отнесения запасов к категории В, сокращается до трех. К ним относятся блоки 3, 4 и 5. Но так как число таких блоков меньше четырех, то требования табл. 7 к обоснованию запасов категории В не удовлетворяются полностью, и если подойти к данному подсчету запасов с этими требованиями, применяя их механически, то не представится возможным отнести к категории В запасы ни одного блока. Очевидно, что в данном случае степень разведанности запасов рудного тела, покрытого плотной сетью пересечений его скважинами (60×10 м), при общем количестве линий в промышленном контуре, равном семи, достаточна для отнесения запасов по всему рудному телу к категории В, за исключением концевых блоков.

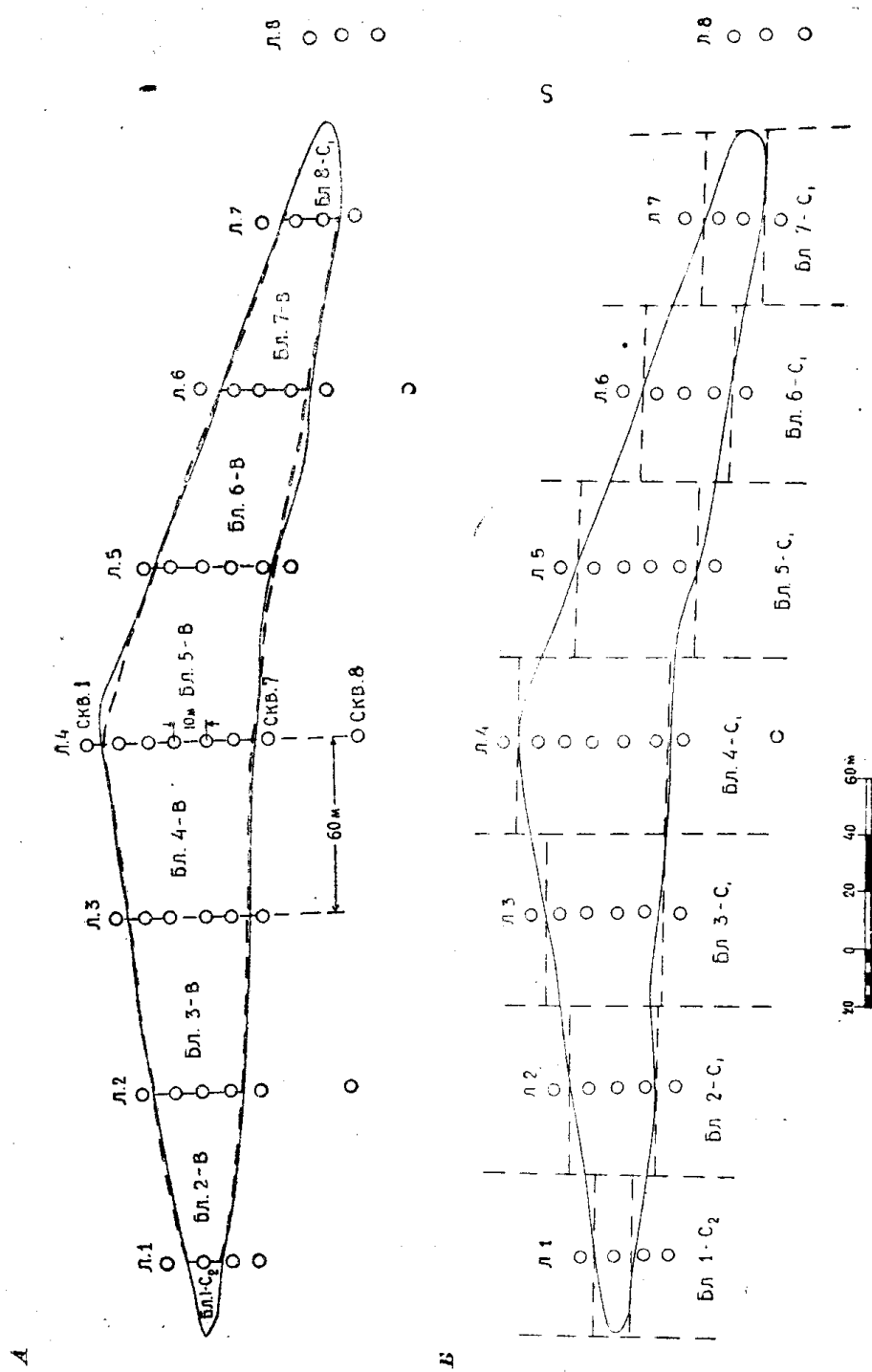


Рис. 120. Построение подсчетных блоков по рудному телу типа железной шляпы, относящемуся к группе «в»
 А — построение подсчетных блоков между двумя линиями (принцип интерполяции); Б — построение подсчетных блоков на одной линии (принцип ближайшего района)

Этот пример показывает, что при оценке степени разведанности отдельных блоков нельзя рассматривать каждый из них изолированно от других.

Залежи и жилы горизонтального или близкого к нему залегания

Запасы рудных тел этого типа в зависимости от их мощности и вида применяемых разведочных выработок могут подсчитываться способами блоков или вертикальных разрезов.

Если мощность рудного тела не превышает 2,0 м, то запасы высоких категорий, разведываемые в основном выработками прослеживания (см. рис. 41, глава II), подсчитываются способом блоков. На участках, предварительно разведанных буровыми скважинами по категориям C_1 и C_2 , чаще всего удобнее пользоваться тем же способом (см. рис. 41). Если, однако, мощность рудного тела в среднем не менее 1 м и выработки расположены по линиям, то может применяться и способ вертикальных разрезов.

Запасы рудных тел большой мощности, разведанных секущими выработками, расположенными по правильной сетке или по линиям, подсчитываются способом вертикальных разрезов аналогично запасам железных шляп. Лишь в том случае, если выработки расположены без определенной системы, что не позволяет строить разрезы с использованием всех или подавляющего большинства имеющихся шурфов и скважин, подсчет приходится вести способом блоков.

Наклонные и вертикальные жилы

Основным способом подсчета запасов рудных тел жильной формы, характеризующихся чаще всего малой мощностью и наклонным или вертикальным падением, является способ блоков. Запасы рудных тел этой формы, относимые к категориям А, В и частью к категории C_1 , в большинстве случаев разведываются штреками и восстающими, в связи с чем подсчетные блоки отстраиваются в границах эксплуатационных блоков или этажей. Границы экстраполяции запасов, подсчитываемых по категориям C_1 и C_2 , часто согласовываются с предполагаемыми уровнями этажных штреков, которые впоследствии будут проходить в процессе детализации их разведки и одновременной подготовки к эксплуатации.

При подсчете запасов, разведанных по категориям C_1 и C_2 буровыми скважинами, границы подсчетных блоков определяются в соответствии с расположением и количеством пройденных скважин и часто не увязываются с будущими эксплуатационными этажами и блоками (способ геологических блоков).

Пример подсчета запасов крутопадающей жилы с отстройкой подсчетных блоков в продольной проекции на вертикальную плоскость приведен выше при описании способа блоков (рис. 107 и 108 и табл. 44 и 45).

На рис. 121 показана блокировка запасов пологопадающей жилы (угол падения в среднем 35°), выполненная в проекции на горизонтальную плоскость. Жила, относящаяся к группе «в», разведана выработками прослеживания (штреками) на трех горизонтах с абсолютными отметками 355, 315 и 270 м (рис. 121). Будучи обнаружена подземными выработками, жила выше горизонта 355 м не разведана; выход ее на поверхность не установлен.

Разведочные данные, полученные в выработках горизонта 355 м, экстраполируются вверх на высоту одного этажа, и по этим данным здесь подсчитываются запасы категории C_1 (блок 56— C_1). В этаже, заключенном между горизонтами 355 и 315 м, где имеются восстающие, подсчитываются запасы категории В (блоки 32—В, 45—В, 44—В и 59—В). Запасы одного блока, находящиеся в районе выклинивания жилы на северо-западном фланге, отнесены к категории C_1 (блок 57— C_1).

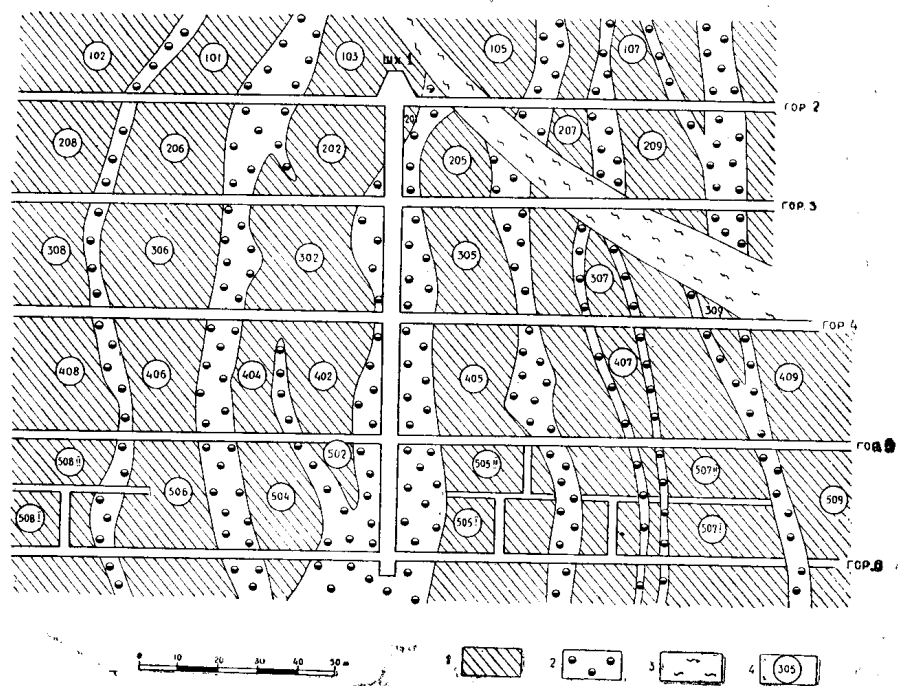


Рис. 122. Продольная проекция жилы, рассеченной многочисленными дайками. Разграничение подсчетных блоков произведено по дайкам
1 — жила; 2 — дайки; 3 — тектоническая зона; 4 — номер блока

В полотно, лежащем между горизонтами 315 и 270 м, где падение жилы выполаживается, ввиду слабой ее разведанности на нижнем горизонте (270 м), запасы отнесены к категории C_1 (блоки 55— C_1 и 50— C_1), причем в большей северо-западной части этого полотна (блок 55— C_1) они подсчитываются путем экстраполяции разведочных данных горизонта 315 м. Ниже горизонта 270 м, где падение становится более крутым, подвешены запасы категории C_2 на глубину, равную высоте этажа.

Аналогичный пример подсчета запасов пологопадающей жилы, но относящейся к группе «г» (ввиду весьма невыдержанного оруденения), приведен на рис. 93 в главе IX.

На рис. 122 изображена блокировка, сделанная при подсчете запасов части крутопадающей жилы, рассеченной системой многочисленных даек. Жила разведана штреками, пройденными на пяти горизонтах. Расстояния между штреками по вертикали равны 30 м. В нижнем этаже, ограниченном 5-м и 6-м горизонтами, в порядке подготовки запасов к выемке пройдены подэтажные штреки и восстающие.

Запасы подсчитаны способом блоков с построением их в продольной проекции на вертикальную плоскость. Границы подсчетных блоков сверху и снизу проведены по штрекам, а с флангов блоки разграничены по контактам даек, которые в то же время служат и границами эксплуатационных блоков. По мелким дайкам блоки не разделялись, и при наличии таковых они оказываются внутри блоков, разграниченных более крупными дайками (блоки 107, 307, 407, 507—I, 507—II).

Столь полная зависимость боковых (фланговых) границ всех эксплуатационных и совпадающих с ними подсчетных блоков от геологических факторов является редким случаем. Этими факторами чаще определяются лишь общие границы подсчета балансовых и забалансовых запасов или же контуры отдельно подсчитываемых запасов различных сортов руд, но не отдельных блоков.

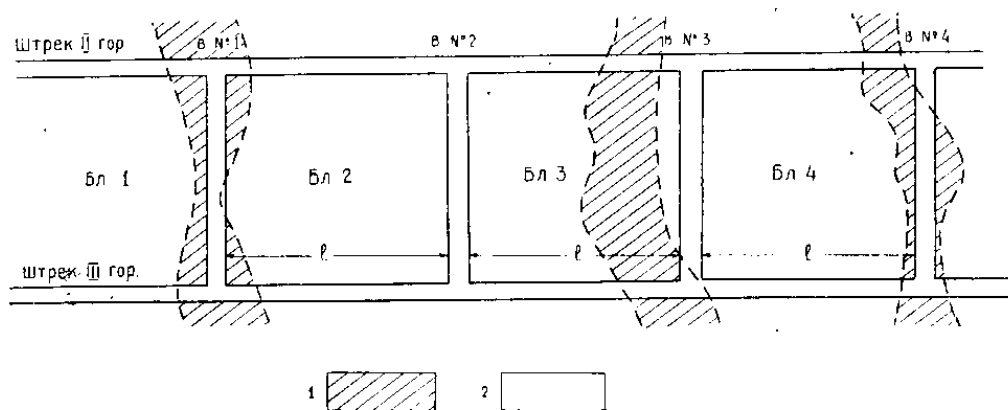


Рис. 123. Расположение восстающих на равных расстояниях при столбовом характере оруденения

1 — обогащенные рудные столбы; 2 — бедная промышленная руда
 l — нормальная длина эксплуатационных блоков

При подсчете запасов жил с ясно выраженным столбовым характером оруденения следует учитывать размещение и размеры рудных столбов. В богатых столбах иногда сосредоточивается большая доля балансовых запасов металла, тогда как разделяющие их участки более бедного оруденения, обладая основной частью запасов руды, содержат лишь небольшие доли общего количества металла. Целесообразность разработки месторождения с таким характером оруденения иногда обусловлена только наличием обогащенных столбов, без которых некоторые месторождения этого типа получили бы непромышленную оценку.

Если рудные столбы, обычно имеющие более или менее крутое склонение, обладают сравнительно небольшим протяжением по простиранию, немного большим или меньшим, чем длина эксплуатационных блоков, то вычисление среднего содержания металла по блокам с использованием проб всех выработок, как горизонтальных, так и вертикальных (или наклонных), может привести к весьма значительным искажениям получаемых результатов подсчета.

Если при расположении рудных столбов и восстающих, изображенном на рис. 123, в подсчете среднего содержания металла по блокам использовать пробы, взятые в восстающих, на равных основаниях с пробами штре-

ков, то по блокам 1, 2 и 4 содержание будет завышено, а по блоку 3 — занижено.

В этих условиях среднее содержание металла по блоку будет определено более правильно, если его вычислять только по данным опробования штреков, не используя проб, взятых по восстающим.

Однако подсчет запасов без учета данных по восстающим в ряде случаев может вызвать необходимость снижения оценки степени их разведанности на одну категорию. Этого можно избежать при условии, если имеющиеся разведочные данные позволяют с достаточной степенью достоверности разграничить обогащенные столбы и более бедные руды и подсчитать их запасы отдельно, с использованием всех проб, взятых как по штрекам, так и по восстающим.

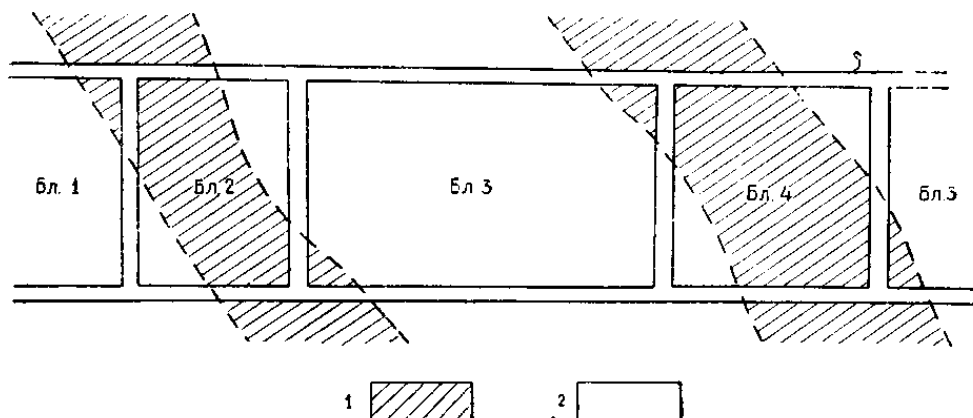


Рис. 124. Расположение восстающих по краям рудных столбов
1 — обогащенные рудные столбы; 2 — бедная промышленная руда

При построении подсчетных блоков в соответствии с границами эксплуатационных блоков (рис. 123) запасы богатых и бедных руд могут быть подсчитаны по каждому из них порознь. Сумма тех и других запасов выражает запасы блока.

Если рудные столбы имеют значительное протяжение по простиранию жилы и сравнительно простые очертания, что позволяет достаточно правильно оконтурировать их по данным наблюдений в штреках, то восстающие иногда целесообразно закладывать с таким расчетом, чтобы их местоположение приблизительно совпадало с границами столбов (рис. 124). В этом случае в одних блоках будут сосредоточены в основном богатые руды, в других — бедные.

Такая блокировка обеспечивает большую степень достоверности определения запасов и представляет ряд преимуществ при их отработке, хотя и не лишена некоторых неудобств, связанных с тем, что отстраиваемые блоки имеют различную длину.

Жильные зоны

Основными способами подсчета запасов жильных зон являются горизонтальные и вертикальные разрезы. Для участков, разведанных отдельными выработками, расположенными без определенной системы, применяется также способ блоков. Последним подсчитывают преимущественно запасы категории C_2 , в меньшей степени категории C_1 , экстраполируемые

на глубину или опирающиеся на единичные глубокие скважины, часто имеющие в основном «структурное» назначение. Подсчет запасов различных жильных зон может выполняться по-разному в зависимости от соотношения общей мощности золотоносных кварцевых жил и вмещающей их массы пород в пределах зон, а также от содержания золота в тех и других.

Если жилы располагаются сравнительно редкой сетью, составляя незначительную долю объема всей зоны, а вмещающие их породы не содержат золота или содержат его в малой концентрации, то разработка зоны обычно ведется с раздельной выемкой руд, слагающих жилы, от вмещающей массы, которая не используется в целях извлечения золота и направляется в отвал, как пустая порода. В этом случае часто подсчитывают только объемы жил и сосредоточенные в них запасы руды и металла, а объемы пород, вмещающих жилы, не определяют. Результаты такого подсчета выражают общие запасы всех жил зоны, как бы спрессованных в одну пластину.

Запасы некоторых жил, имеющих значительное протяжение и сравнительно выдержанное промышленное оруденение, могут подсчитываться отдельно от остальных жил зоны в том случае, если окажется целесообразным отрабатывать их самостоятельно (с опережением отработки всей зоны). Выполнение подсчета запасов по этой схеме при достаточном количестве разведочных данных обычно позволяет правильно определить запасы металла, однако не обеспечивает проектирование и производство эксплуатации всеми необходимыми сведениями. Такой подсчет не дает сведений об общем объеме горной массы, подлежащей выемке из целика и выдаче на поверхность при разработке зоны. Определяемые запасы руд в кварцевых жилах, среднее содержание в них металла и запасы последнего не дают представления о качестве и количестве руд, которые будут получены в результате разработки, а также о количестве металла, поскольку в процессе добычи неизбежны значительное разубоживание руды, ее потери, потери металла, а в ряде случаев также привнос металла с примесью вмещающих пород, если таковые его содержат.

Без этих сведений нельзя ни проектировать предприятие, ни производить добычу и переработку руд; чаще всего невозможны также промышленная оценка месторождения в целом и оценка запасов отдельных блоков.

Чтобы восполнить отмеченные пробелы при подсчете запасов рассматриваемым способом, в нем, кроме цифровых данных, необходимых для определения запасов, должен содержаться ряд сведений, не участвующих в самом подсчете, но требующихся для технико-экономических выкладок, связанных с освоением месторождения. К числу таких сведений относятся:

а) Общий объем пород в границах каждого подсчетного блока или доля, занимаемая в этом объеме рудами, слагающими золотосодержащие жилы (объемный коэффициент рудоносности).

б) Среднее содержание золота во вмещающих жилы породах, слагающих зону. Если содержание в этих породах не достигает предела чувствительности массовых пробирных анализов, выполняемых рудничными лабораториями (0,4—0,5 г/т), то величина его может устанавливаться не для каждого подсчетного блока в отдельности, а для разведанного участка рудного тела в целом.

Содержание золота в породах, слагающих жильные зоны, в некоторых случаях достигает существенной величины, и в таких условиях эти

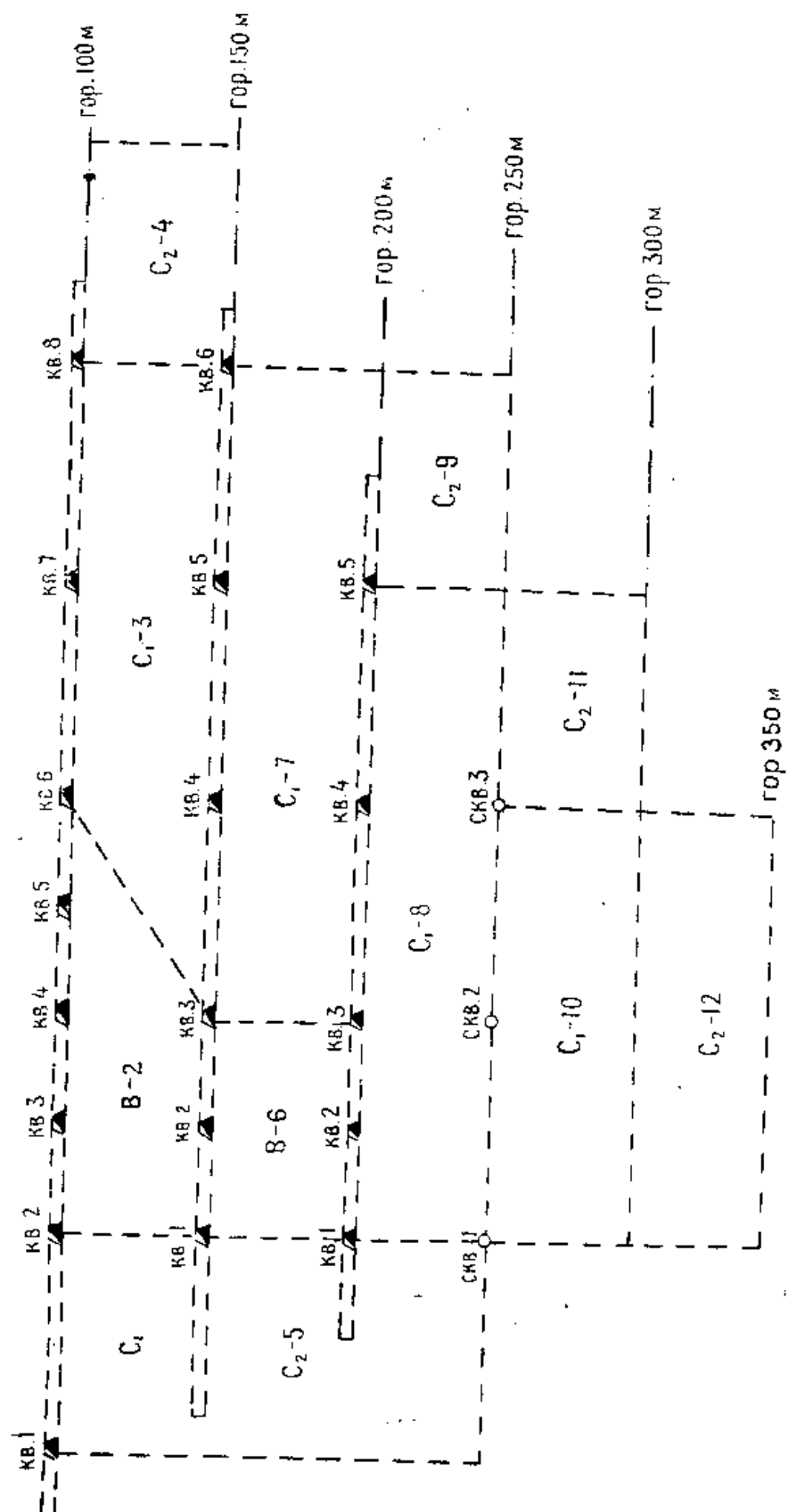


Рис. 125. Схема подсчета запасов жилой зоны (группа «в») способом горизонтальных разрезов

породы используются как бедные промышленные руды в целях извлечения из них металла. Добыча и переработка руд, слагающих жилы, и вмещающей их массы оруденелых пород чаще всего ведется раздельно; запасы их подсчитываются также раздельно. По каждому сорту руд делается самостоятельный законченный подсчет, но результаты подсчета запасов тех и других руд по блокам записываются в одну таблицу, где указываются также общие запасы блоков, определяющиеся суммированием запасов обоих сортов руд.

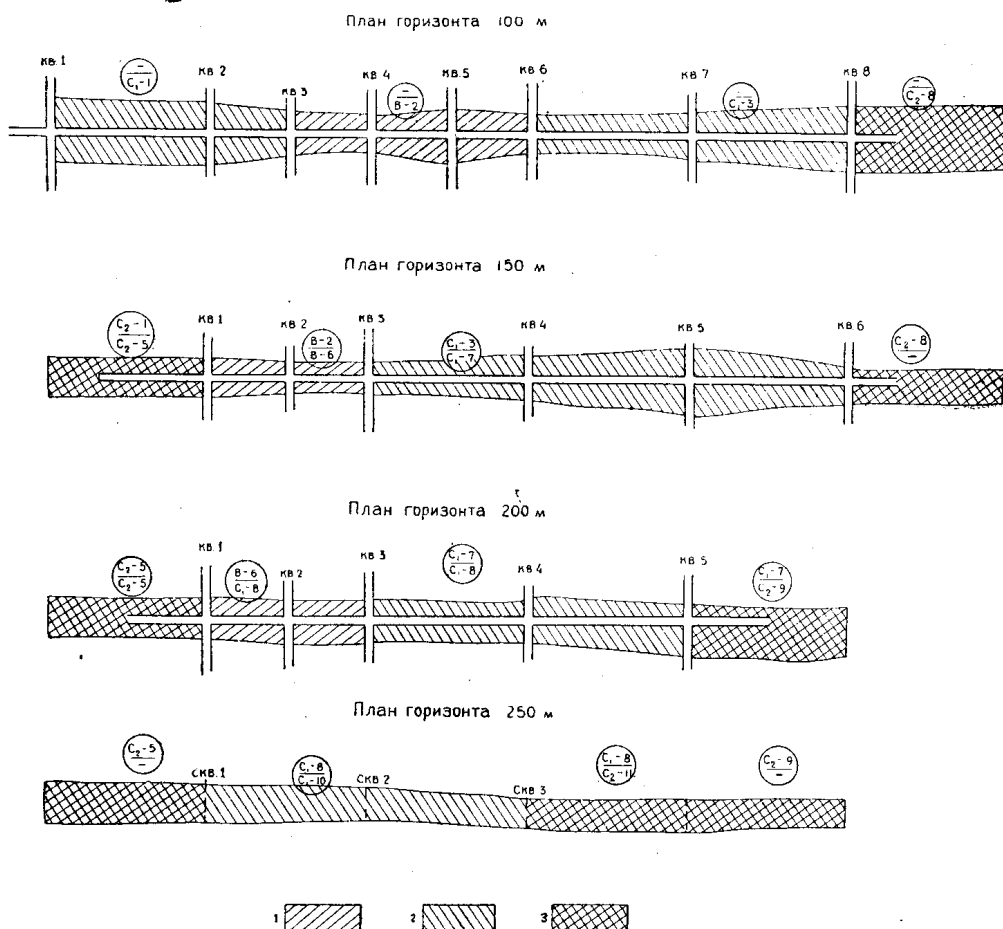


Рис. 126. Потгоризонтные планы к подсчету запасов жильной зоны способом горизонтальных разрезов (см. рис. 125)
1 — запасы категории В; 2 — запасы категории C_1 ; 3 — запасы категории C_2

Пример блокировки запасов жильной зоны, подсчитываемых способом горизонтальных разрезов, показан на рис. 125 и 126. Жильная зона имеет плитообразную форму; падение ее близко к вертикальному; мощность изменяется в пределах от 15 до 30 м. Промышленное оруденение протягивается по простиранию на 400 м, по падению оно разведано до глубины 250 м.

На горизонтах 100, 150 и 200 м зона разведана горными выработками. На каждом горизонте (рис. 126) вдоль зоны пройден штрек, из которого задана серия квершлагов, располагающихся на расстояниях 40—80 м

один от другого. Между горизонтами 100 и 150 м пройдены три подэтажных квершлага. На горизонте 250 м рудное тело пересечено тремя скважинами.

Блокировка, представленная на рис. 125, принята при подсчете запасов богатых руд, сосредоточенных в жилах. Ввиду высокой степени неравномерности оруденения как по числу жил, пересекаемых квершлагами, и общей мощности их, так и по содержанию золота наиболее детально разведанные запасы отнесены к категории В (блоки В—2 и В—6), что соответствует принадлежности рудного тела к группе «в». В случае рудного тела группы «б» запасы этих блоков могли бы быть отнесены к категории А₂, а запасы блоков С₁—3 и С₁—7 к категории В.

Наряду с основным подсчетом, выполненным способом горизонтальных разрезов, запасы той же зоны были подсчитаны способом блоков, что имело некоторые основания в связи со значительной неравномерностью оруденения. Однако последняя не учтена при блокировке запасов (см. рис. 127), а были построены подсчетные блоки в границах эксплуатационных блоков. В связи с этим построенные блоки в большинстве случаев имеют только по четыре пересечения рудного тела выработками и достоверность определения их запасов весьма низка. Правильнее сохранить блокировку, принятую при выполнении подсчета способом горизонтальных разрезов, не стремясь в данном случае к совпадению границ подсчетных блоков с эксплуатационными.

Жильные штокверки

Запасы жильных штокверков, так же как и жильных зон, подсчитывают в основном способами горизонтальных и вертикальных разрезов.

При разработке штокверков слагающие их минерализованные породы и руды, сосредоточенные в жилах, не разделяются в процессе отбойки. В ряде случаев они также перерабатываются совместно на фабрике. Иногда более богатые руды, слагающие жилы, частично выделяются из отбитой рудной массы путем ее сортировки (рудоразборки) и перерабатываются отдельно. Вопрос о раздельной или совместной переработке руд, слагающих жилы, и вмещающей их массы оруденелых пород решается в зависимости от величины содержания золота в жилах и породах, от преобладающих размеров жил и плотности их сети, а также от стоимости переработки тонны руды на фабрике, стоимости сортировки и показателей по извлечению металла при совместной и раздельной переработке богатых и бедных руд.

В тех случаях, когда по материалам разведки можно сделать уверенное заключение о нецелесообразности сортировки рудной массы, вынимаемой из целика при разработке штокверка, его запасы могут быть подсчитаны в общей массе, без подразделения на запасы, сосредоточенные в жилах и в оруденелых породах, слагающих тело штокверка. Если же вопрос о сортировке руды в период подсчета запасов остается неясным или решается в положительную сторону, то подсчет должен проводиться раздельно. Результаты раздельного подсчета запасов не отражают непосредственного количества богатых и бедных руд, которые получатся при разработке штокверка после сортировки отбиваемой рудной массы. Однако данные подсчета позволяют определять эти количества при проектировании предприятий с учетом предполагаемых показателей по разубоживанию и эффективности сортировки с достаточным приближением к действительности. При этом большую помощь могут оказать материалы опытной

эксплуатации, которая имеет особое значение для рудных тел данного типа и должна рассматриваться как необходимая составная часть их разведки.

По жилам более крупных размеров с выдержанным промышленным оруденением, которые, возможно, будут отрабатываться до разработки всего штокерка, запасы могут подсчитываться отдельно, как и в случае аналогичных жил в жильных зонах.

Пример разведки и блокировки запасов рудного тела штокеркового типа приведен на рис. 53, 54 и 109. В последнем примере (рис. 109) запасы верхних частей рудного тела в соответствии с имеющейся разведочной сетью подсчитаны способом горизонтальных разрезов, а запасы нижележащей части, разведанной скважинами, — способом вертикальных разрезов.

Подсчет запасов штокерков второй разновидности, несущих оруденение в виде системы жил и прожилков секущего направления, является более сложным, по сравнению с подсчетом запасов штокерков с согласнорасположенным строением оруденения.

В примере разведки месторождения, представленного оруденением этого типа, рассмотренном в главе второй (см. рис. 56), рудным телом, служащим объектом разведки, подсчета запасов и эксплуатации, является тело дайки (штокерка) в целом, со всеми элементами его строения: 1) кварцево-сульфидными жилами; 2) сопровождающими их зальбандами, сложенными березитом; 3) в той или иной степени березитизированными и почти неизмененными гранитоидами, слагающими основную массу дайки.

Вследствие неравномерной насыщенности различных частей одной и той же дайки кварцевыми жилами и непостоянства концентрации в жилах золота (при общем низком его содержании в массе пород, слагающих дайку) промышленное оруденение обычно выдерживается на незначительных протяжениях, и участки, пригодные для разработки, чередуются с непромышленными, часто сменяясь с ними на очень коротких расстояниях как по простиранию, так и по падению даек. В штреке, пройденном по дайке на протяжении 100 м, нередко насчитывается до 20 и более промышленных участков и столько же непромышленных, причем размеры некоторых из них по простиранию дайки не превышают 1,5—2 м, а протяжение по падению чаще всего ограничивается 8—12 м.

Отмеченные особенности оруденения обуславливают выборочный характер разработки даек.

При незначительных размерах промышленных участков оконтуривание каждого из них в отдельности требует очень плотной разведочной сети, практически неприемлемой в стадиях предварительной и детальной разведки. При нормальной плотности можно установить лишь суммарное протяжение промышленных участков на данном отрезке дайки и подсчитать общие запасы их без разделения по отдельным участкам. Оконтуривание большинства отдельных промышленных участков может быть осуществлено лишь в процессе эксплуатационной разведки с помощью подэтажных штреков и горизонтальных буровых скважин, которыми каждый этаж должен расчленяться на ленты высотой не более 10—15 м.

Несмотря на то что объектом эксплуатации и разведки на данном месторождении являются тела даек со всем комплексом слагающих их пород, пробы должны располагаться по простиранию, а не вкрест простирания даек, с таким расчетом, чтобы пробы занимали секущее положение по отношению к кварцевым жилам, с которыми связано основное

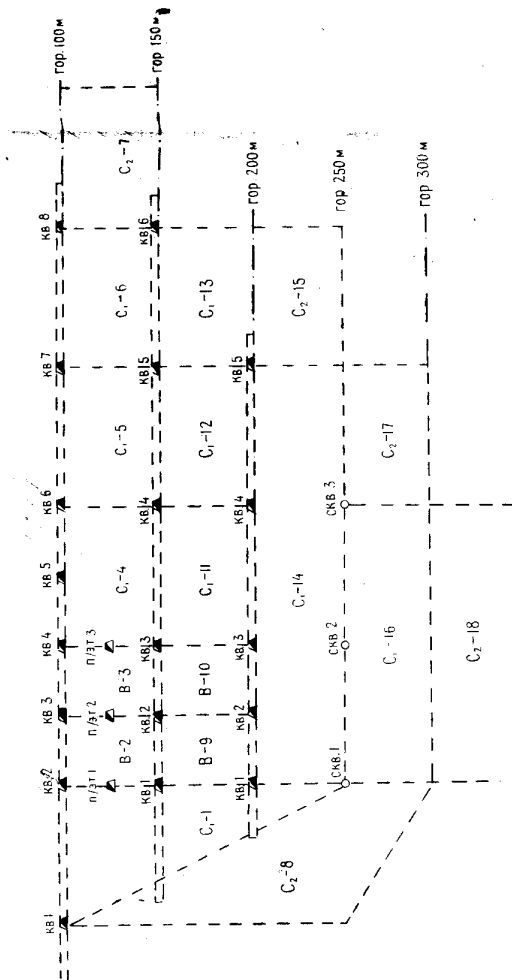


Рис. 127. Схема подсчета запасов жилой зоны способом блоков

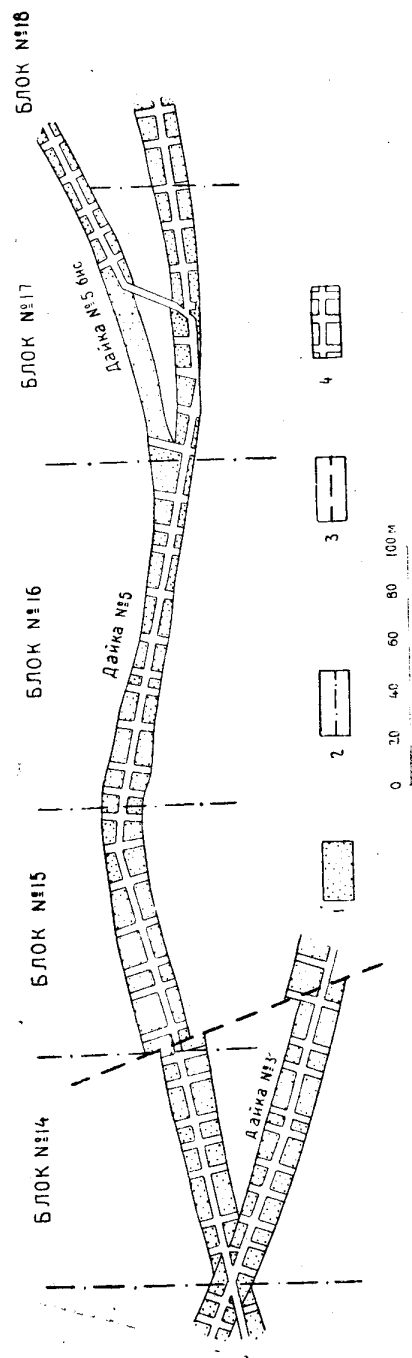


Рис. 128. Разграничение подсчетных блоков на плане горизонта горных работ по рудному телу штокерного типа, представленному дайкой с лестничными жилами
1 — дайка; 2 — границы подсчетных блоков; 3 — тектоническая трещина; 4 — горные выработки

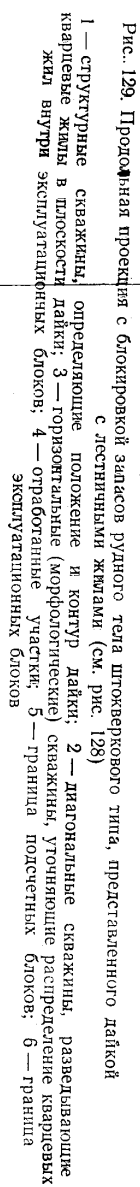


Рис. 129. Продольная проекция с блоковойкой заласов рудного тела штокервового типа, представляющего дайки с ластинными жилами (см. рис. 128)

1 — структурные скажины, определяющие положение и контур дайки; 2 — диагональные скажины, разветвляющиеся в плоскости дайки; 3 — горизонтальные (морфологические) скажины, уточняющие распределение карьерных жил внутри эксплуатационных блоков; 4 — обрабатываемые участки; 5 — граница подсчетных блоков; 6 — граница эксплуатационных блоков

оруденение. В то же время мощность даек может быть измерена только в выработках, ориентированных вкрест их простирания (т. е. по простиранию жил).

В связи с отмеченным для подсчета запасов рудных тел данного типа необходимо сочетание выработок, ориентированных по простиранию даек, с выработками, направленными вкрест простирания. Секущие выработки

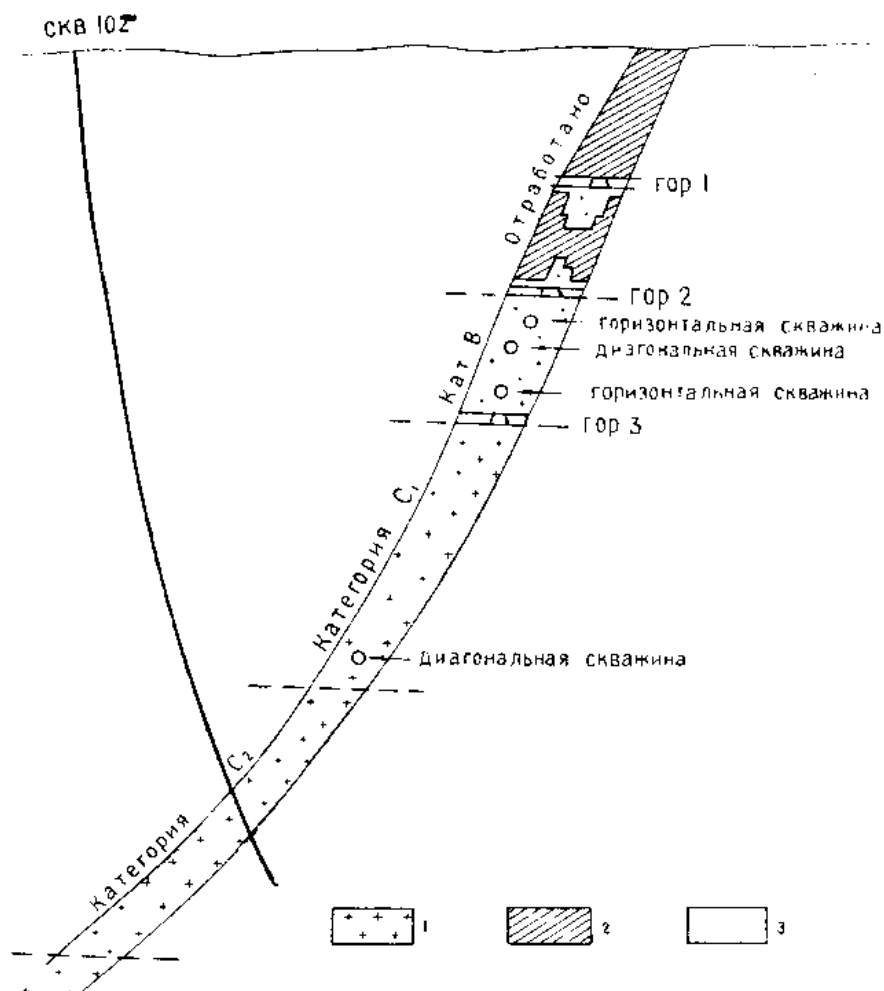


Рис. 130. Поперечный разрез через дайку 5 в плоскости скважины 102 (см. рис. 129)

1 — дайка гранит-порфиров; 2 — отработанные участки дайки; 3 — вмещающие породы

необходимы для получения данных о мощности даек; выработки, идущие по простиранию даек, нужны для получения сведений о мощности жил и прожилков на данном отрезке дайки и о содержании золота в жилах и вмещающей их массе пород.

В процессе подсчета запасов дайка расчленяется на блоки (рис. 128 и 129), различающиеся между собой по плотности (густоте) сети кварцевых жил, характеру их локализации и содержанию золота в кварце и на массу дайки. В тех случаях, когда по этим признакам дайка является

сравнительно однородной на протяжении более чем 120—150 м, она разбивается на блоки длиной 80—120 м, независимо от постоянства указанных признаков.

Запасы блоков подсчитывают способом, близким к способу горизонтальных разрезов, с выделением внутри блоков балансовых и забалансовых запасов, исходя из принятой величины бортового содержания на выемочную (горную) массу.

Разделение запасов на балансовые и забалансовые внутри подсчетных блоков является одной из особенностей подсчета запасов данного месторождения, обусловленной характером локализации золотоносных кварцевых жил в дайках. Запасы лишь небольшой части блоков квалифицированы по группе только балансовых или забалансовых. В пределах большинства блоков подсчитывают как балансовые, так и забалансовые запасы.

Кроме того, значительные, нередко преобладающие по объему, части многих блоков оставляются вне учета ввиду очень низкого содержания золота в их массе и ничтожной мощности кварцево-сульфидных жил. Слабо оруденелые участки даек с содержанием золота на массу значительно меньшим бортового, протяжением более 80—120 м (так называемые пустые стекла), вообще не входят в пределы подсчетных блоков. Самостоятельных блоков на них не строят; в контуры блоков, отстраиваемых на соседних участках с более интенсивным оруденением, они также не включаются.

При подсчете балансовых запасов блоков внутри них оконтуриваются лишь те промышленные участки, которые имеют протяжение не менее 20—30 м и располагают достаточным количеством взятых из штреков проб. По участкам меньших размеров подсчитываются лишь общие запасы без оконтуривания запасов отдельных участков.

В целях определения объема промышленных руд в блоке, ограниченном сверху и снизу штреками, в каждом штреке измеряется общее протяжение всех промышленных участков, за исключением тех, запасы которых подсчитываются отдельно. Полусумма полученных результатов измерений принимается как общая длина промышленных участков в блоке. Умножением ее на высоту блока и на мощность дайки определяется объем руды в блоке.

Таким образом, результаты подсчета по блокам показывают общие запасы многих мелких промышленных участков, «спрессованные» в направлении простирания дайки. Разделение их, как уже упоминалось, возможно лишь с помощью проходки выработок внутри блоков в процессе эксплуатационной разведки (рис. 129 и 130).

При разграничении промышленных и непромышленных участков по штреку среднее содержание на выемочную мощность вычисляется, исходя из мощности кварцевых жил и вкрапленников, наблюдаемых на соответствующих участках, и среднего содержания золота, подсчитанного по кварцевым и вкрапленным рудам для блоков в целом. При этом содержание золота по отдельным участкам, ввиду малого количества проб в них, не принимается во внимание.

Запасы металла подсчитываются также, исходя из среднего содержания его в кварцевых и вкрапленных рудах по блоку в целом, без разделения по участкам.

Изложенный способ подсчета запасов по блокам, ограниченным сверху и снизу штреками, позволяет квалифицировать их степень разведанности по категории В, тогда как разведанность запасов каждого

участка в случае раздельного подсчета не могла бы оцениваться выше категории C_1 .

Зоны вкрапленных руд

Запасы, сосредоточенные в зонах вкрапленных руд, чаще всего подсчитывают способом горизонтальных и вертикальных разрезов. Запасы глубоких горизонтов, обоснованные единичными скважинами, иногда подсчитывают способом блоков, согласно общим схемам, изложенным при описании соответствующих способов в предыдущих разделах настоящей главы.

Ввиду того что промышленное оруденение залежей рассматриваемого типа чаще всего не имеет непосредственно видимых границ, контуры подсчета балансовых запасов обычно устанавливаются по данным опробования. При невысоких концентрациях золота в большинстве залежей вкрапленных руд им нередко свойственна разобщенность контуров промышленного оруденения на несколько сравнительно крупных участков, преимущественно линзообразной формы, расположенных в зоне слабо минерализованных пород с непромышленным содержанием золота. В этом случае при оконтуривании балансовых запасов целесообразно пользоваться построением сглаженных кривых изменений содержания золота по секущим выработкам (см. рис. 95 и табл. 37). Выделяемые таким путем промышленные участки должны быть увязаны между выработками в разрезах.

При частом чередовании промышленного и непромышленного оруденения в сечениях рудного тела по выработкам балансовые запасы могут оконтуриваться способом последовательного приращивания (см. главу X).

На рис. 131 и 132 показан пример блокировки запасов зоны вкрапленных руд месторождения «Н» при подсчете их способом вертикальных разрезов. Зона в основном разведана буровыми скважинами, расположенными поперечными линиями, расстояния между которыми в среднем 40 м. Запасы верхней части зоны, которая вскрыта карьером, шахтой № 1 и буровыми скважинами, отнесены к категории В. Запасы остальной части, разведанной только буровыми скважинами, отнесены к категории C_1 . В контуре подсчета запасов категории В расстояния между скважинами на линиях, измеряемые по падению рудного тела, составляют в среднем около 30 м, в контуре запасов категории C_1 они достигают 60 м и более.

Подсчет запасов зон вкрапленных руд, мощных линзовидных залежей, а также жильных зон, штокверков и труб, разведанных вертикальными выработками и предназначенных для отработки открытым способом, обычно должен быть согласован с высотой эксплуатационных уступов, которая в большинстве случаев устанавливается равной 10 м. Для этого при подсчете запасов рудное тело нарезается горизонтальными плоскостями на ленты, толщина которых равняется высоте уступа (рис. 133). Среднее содержание золота по каждой десятиметровой ленте подсчитывается отдельно, по данным проб, взятых при проходке выработок в пределах ленты. Объем руды в ленте подсчитывается путем умножения высоты уступа на полусумму площадей рудного тела в плоскостях, ограничивающих ленту сверху и снизу.

Линзообразные залежи

Подсчет запасов линзообразных залежей, чаще всего сложенных «сплошными» и вкрапленными сульфидными рудами, ведется по общей

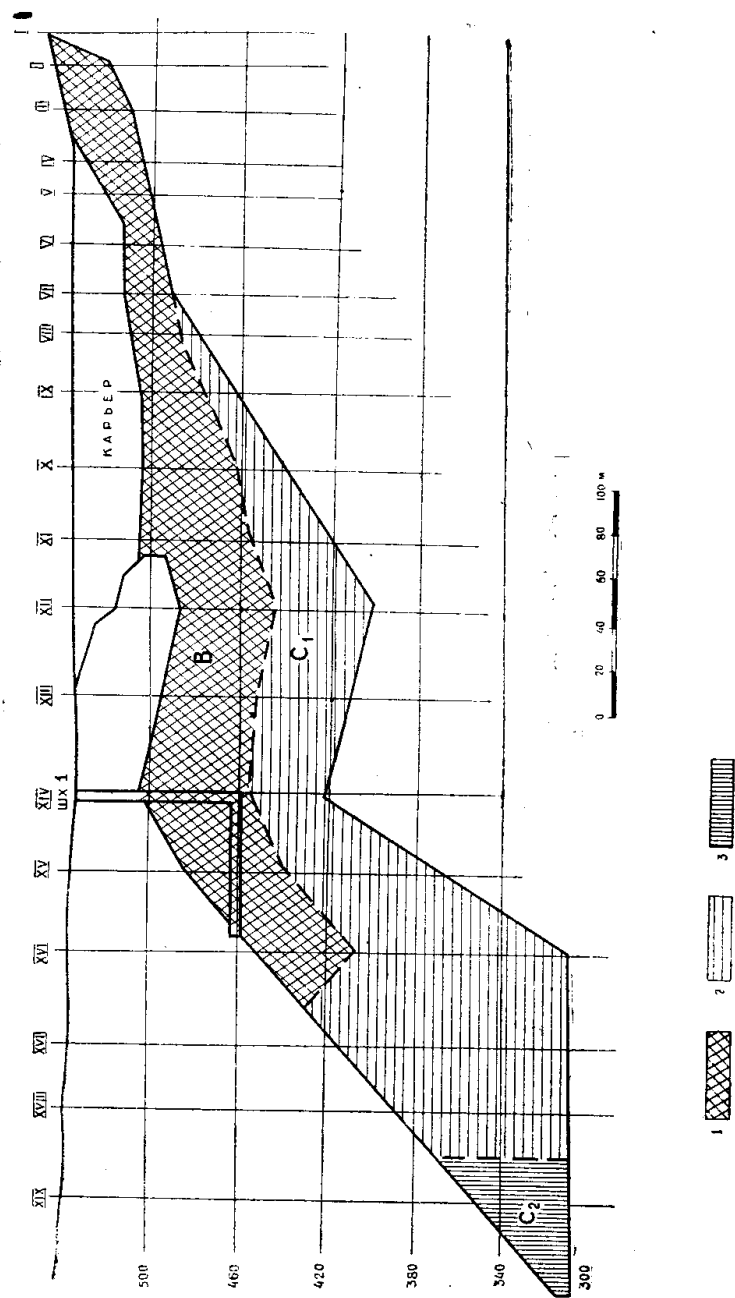


Рис. 132. Продольная проекция с блокировкой балансовых запасов зоны вкрапленных руд месторождения «Н» (см. рис. 131)
 I—I, II—II и т. д. — линии разрезов; 1 — запасы категории В; 2 — запасы категории C₁; 3 — запасы категории C₂

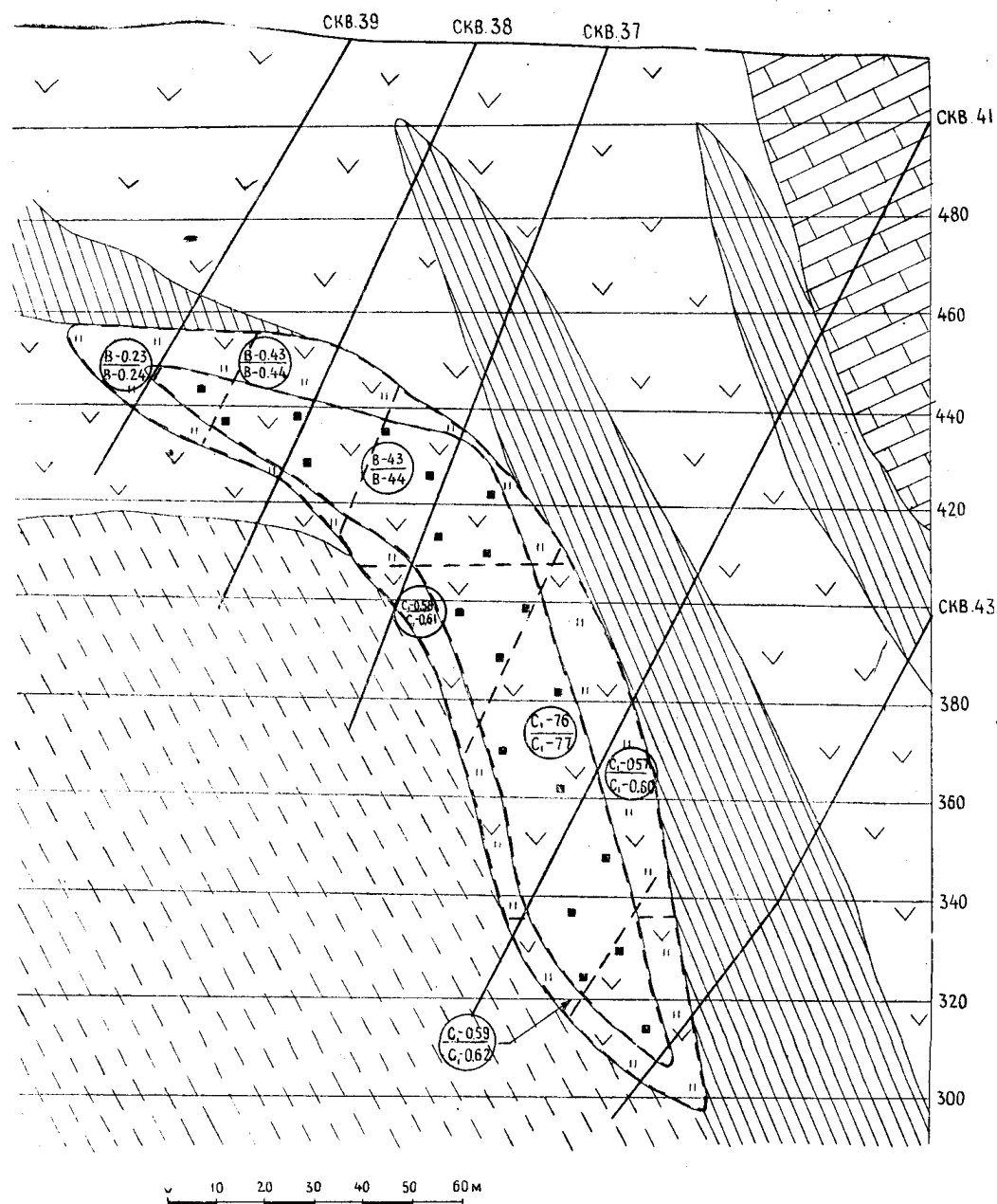


Рис. 131. Поперечный разрез зоны вкрапленных руд (группа «б») месторождения «Н» по линии XVI—XVI (см. рис. 132)

1 — хлоритовые сланцы; 2 — углисто-хлоритовые сланцы; 3 — известняки; 4 — диабазы; 5 — сильно пиритизированные диабазы; 6 — слабо пиритизированные диабазы; 7 — номера подсчетных блоков в контуре балансовых запасов; 8 — номера блоков в контуре забалансовых запасов

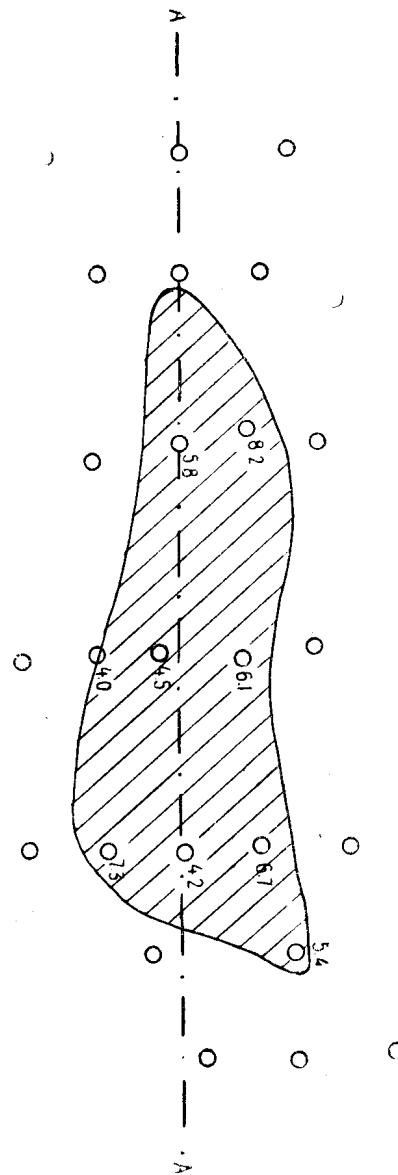
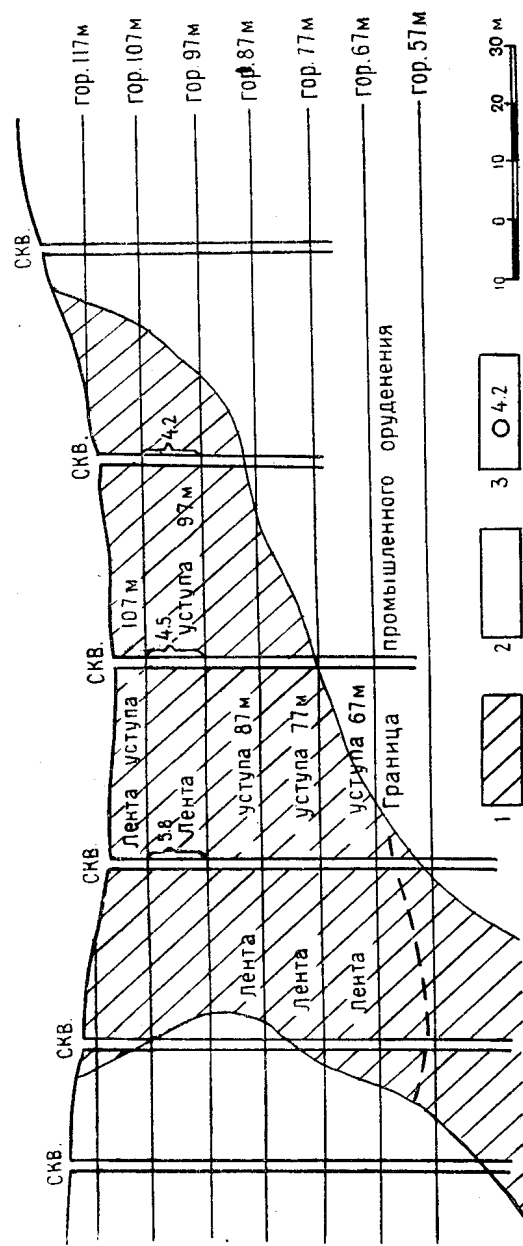


Рис. 133. Схема подсчета запасов по рудному телу, предназначенному для разработки карьером; вверху — продольный разрез; внизу — план горизонта 97 м
1 — рудное тело; 2 — вмещающие породы; 3 — среднее содержание по скважине в пределах десятиметровой ленты

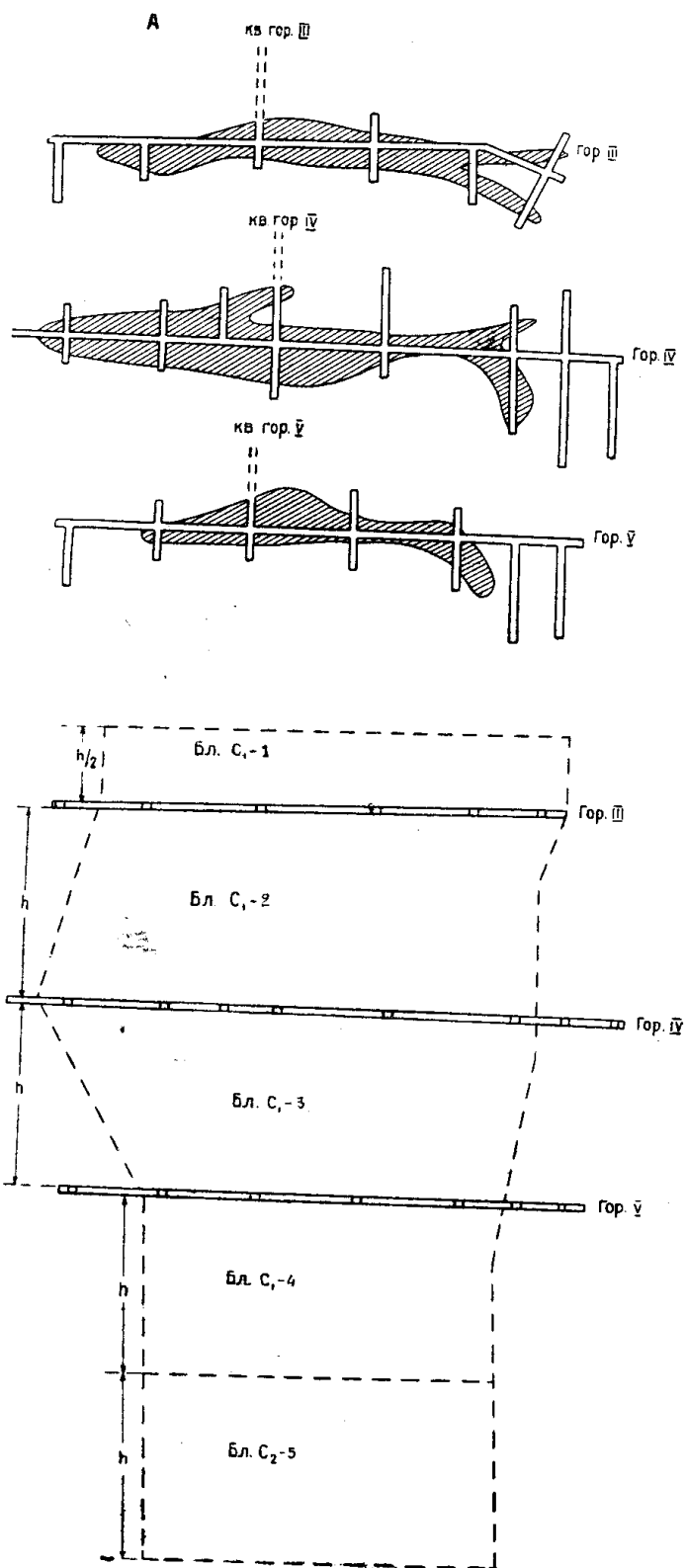


Рис. 134. Погоризонтные планы и продольная проекция гнездообразной залежи (группа «Г») с блокировкой запасов

схеме подсчета запасов мощных рудных тел наклонного или вертикального залегания. Наиболее целесообразными способами подсчета запасов рудных тел этого типа являются горизонтальные и вертикальные разрезы. Они разработаны применительно к подсчету запасов рудных тел именно этого типа, затем стали применяться и к мощным рудным телам других типов.

На примере разведки залежей рассматриваемого типа, приведенном во второй главе (см. рис. 57 и 58), верхние горизонты месторождения разведаны горизонтальными линиями секущих горных выработок (ортов), расположенными на глубине 50 и 80 м от поверхности. Для подсечения рудных тел ниже горных выработок пройден ряд наклонных глубоких скважин.

- Подсчет запасов верхних частей рудных тел, разведанных горными выработками, выполнен способом горизонтальных разрезов.

При подсчете запасов площади руд в разрезах измерялись планиметром. Среднее содержание золота по разрезу вычислялось как среднее из средних содержаний золота по ортам со взвешиванием на площади их влияния.

Запасы блока, расположенного между поверхностью и горизонтом 50 м, а также блока между горизонтами 50 и 80 м подсчитаны по данным двух разрезов, ограничивающих каждый из этих блоков, и отнесены к категории В.

В полотно между горизонтами 80 и 120 м, по данным выработок 80-го горизонта, подсчитаны запасы категории C_1 .

Запасы, расположенные ниже горизонта 120 м и разведанные глубокими наклонными скважинами, отнесены к категориям C_1 и C_2 . Они подсчитаны способом вертикальных разрезов с отстройкой подсчетных блоков между двумя разрезами.

Трубы и гнезда

Верхние части сравнительно крупных рудных тел трубчатой и гнездовой форм чаще всего разведываются горизонтальными подземными выработками, в связи с чем запасы их подсчитывают способом горизонтальных разрезов. На более глубоких горизонтах, разведанных скважинами, в случае относительно пологого падения рудного тела, допускающего расположение скважин вертикальными линиями, запасы могут подсчитываться способом вертикальных разрезов. Линии скважин и строящиеся по ним разрезы должны быть ориентированы перпендикулярно направлению линии падения рудного тела.

При более крутом падении, обуславливающим необходимость бурить скважины с наклоном, в ряде случаев целесообразно строить наклонные разведочные разрезы. Направления разведочных линий и угол наклона скважин устанавливаются с таким расчетом, чтобы плоскости разрезов возможно меньше отклонялись от перпендикуляра к направлению падения рудного тела. В таких условиях запасы могут подсчитываться способом непараллельных наклонных разрезов. При определении объемов руд в блоках в этом случае следует руководствоваться указаниями, приведенными в третьем разделе настоящей главы (рис. 111).

Запасы месторождений, представленных значительным числом мелких рудных тел данной формы, иногда подсчитывают по рудной зоне без разделения по отдельным рудным телам. В этих случаях подсчет обычно ве-

дятся способом горизонтальных разрезов, причем для участков, разведанных предварительно, иногда применяется коэффициент рудоносности, установленный по данным разведки более детально освещенных участков.

На рис. 134 показана блокировка запасов относительно крупного рудного тела неправильной формы, прослеженного на трех горизонтах подземными выработками. Запасы подсчитаны способом горизонтальных разрезов с измерением площадей рудного тела в разрезах планиметром.

Содержания золота по блокам подсчитаны как простые средние из всех проб соответствующих блоков, объединенных в общий ряд, без предварительного вычисления средних по выработкам и разрезам.

Рудные тела месторождения отнесены к группе «г», поэтому запасы, ограниченные двумя разрезами, отнесены к категории C_1 . По этой же категории подсчитаны запасы, подвешенные к нижнему горизонту на глубину, равную высоте одного этажа. Выше третьего горизонта запасы экстраполированы только на $1/2$ этажа, ввиду того что на втором горизонте рудное тело не встречено.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ СОПУТСТВУЮЩИХ ЗОЛОТУ КОМПОНЕНТОВ

Извлечение всего комплекса ценных компонентов при разработке месторождений полезных ископаемых имеет весьма большое значение в связи с интенсивным развитием техники, а также усовершенствованием технологических способов обработки минерального сырья и применением дешевых видов энергии.

В последнее время руды месторождений золота также используются более полно. В дальнейшем извлечение из золотоносных руд всего комплекса сопутствующих ценных компонентов намечается в значительно большей степени. Для ряда золоторудных месторождений вопрос о комплексности является весьма актуальным. Можно выделить пять групп ценных сопутствующих золоту компонентов в золоторудных месторождениях:

I. Серебро — неперенный спутник золота. Обычно извлекается при получении самородного золота из руд, но иногда остается в хвостах обогатительных фабрик вместе с сульфидными минералами, в частности с галенитом и сульфоантимонитами.

II. Цветные металлы (медь, цинк, свинец, а также мышьяк) являются широко распространенными спутниками золота в рудах в виде наиболее обычных рудных минералов; они образуют значительные скопления в некоторых типах руд; в ряде случаев учитываются при подсчете запасов золоторудных месторождений и служат предметом извлечения.

III. Редкие металлы (сурьма, висмут, вольфрам, молибден, кобальт, а также теллур) встречаются в заметных количествах в золотоносных рудах различных месторождений в форме самостоятельных минеральных образований. В отдельных случаях запасы их подсчитывались (сурьма, висмут, вольфрам) и руды обрабатывались с целью их извлечения.

IV. Рассеянные элементы (кадмий, индий, германий, галлий, селен, галлий и некоторые другие элементы) установлены в золотосодержащих рудах в рассеянном виде, соответственно в различных рудных минералах, в частности в сфалеритах (кадмий, индий и другие металлы) и теллуридах (селен). Содержание некоторых из них в сульфидных концентратах отдельных золоторудных месторождений имеет промышленное значение.

V. Барий, сера и бор входят в состав рудных и жильных минералов (барита, пирита, пирротина, турмалина) многих коренных месторождений золота. При обработке некоторых типов золотосодержащих руд получают концентраты с кондиционными показателями баритового и сернокислотного сырья; при более совершенных способах переработки турмалиновых концентратов они могут явиться сырьем для получения бора.

В связи с этим минералогический и химический состав золотосодержащих руд должен быть изучен с полнотой, обеспечивающей возможность оценки промышленного значения как основных, так и всех сопутствующих компонентов.

При подсчете запасов золоторудных месторождений необходимо учитывать все компоненты промышленного значения, наличие которых установлено в руде. Подсчет, учитывающий только некоторые, хотя бы и важные компоненты, но не отражающий сопутствующие, которые могут иметь практическое значение, является браком. ГКЗ утверждает запасы, не отражающие всех полезных компонентов, содержащихся в рудах, только в исключительных случаях, когда задержка утверждения может повлечь за собой серьезные последствия. При этом обязательным условием утверждения запасов является установление короткого срока для представления материалов по подсчету запасов всех других, не учтенных компонентов, которые могут иметь промышленное значение. Попутное извлечение из руд ряда золоторудных месторождений меди, свинца, цинка, мышьяка, висмута и других указанных компонентов может представлять большой практический интерес. Переход на более совершенный метод обработки комплексных золотоносных руд с целью извлечения попутных компонентов (флотацию с последующей гидрометаллургической обработкой) нередко повышает извлечение из них и основного компонента — золота. Поэтому во всех случаях, когда минералогический состав руд указывает на возможность комплексного их использования, необходимо вести опробование месторождения на все сопутствующие компоненты и проводить соответствующие технологические испытания его руд.

Изучение попутных компонентов должно проводиться уже на первых этапах разведки месторождения. С этой целью в стадию предварительной разведки следует организовать спектральный анализ остатков всех проб на золото, а также необходимо выполнить некоторое количество (3—5) полных химических анализов каждого из присутствующих на месторождении типов и сортов руд. Кроме того, параллельно надо обязательно проводить тщательное минералогическое изучение руд в общем комплексе геолого-разведочных работ.

Нередко наличие ценных попутных компонентов устанавливается в результате спектральных и химических анализов отдельных минералов, входящих в состав руд.

Для суждения о промышленной ценности содержащихся в руде редких и рассеянных компонентов полные химические и спектральные анализы руды не всегда дают достаточно материалов. В этих случаях проводятся количественные спектральные и химические анализы на редкие и рассеянные элементы всевозможных продуктов переработки рудного сырья.

Такие анализы могут быть выполнены на действующих предприятиях, а также при исследовании больших технологических проб руд месторождений, еще не переданных для разработки, с применением (в случае необходимости) параллельного минералогического изучения руд, концентратов и отдельных минералов. Результаты их также должны быть освещены в

отчете и представлены в ГКЗ. Такими попутными компонентами, наиболее часто встречающимися в сульфидных концентратах руд, например, являются следующие редкие и рассеянные элементы:

Сурьма (с содержанием ее в руде от 0,001%) представляет интерес, так как полностью извлекается из пыли на металлургических заводах; в свинцовых концентратах содержание этого минерала достигает 0,03% и даже десятых долей процента, а в веркблее доходит до 1,7%.

Висмут обычно весь переходит в свинцовый концентрат; практически интересен при содержании его 0,001% в руде, поскольку целиком извлекается из пыли на металлургических заводах.

Кобальт содержится в ряде рудных минералов, в том числе и сфалеритах, в количестве 0,01—0,02% и может иметь практическое значение. При обогащении кобальт частью переходит в медный, частью в цинковый концентрат (0,009—0,013%). При электролизе цинковых концентратов кобальт накапливается в электролите. Технология его извлечения разработана.

Кадмий обычно содержится в сфалеритах, где количество его колеблется в широких пределах — от 0,08 до 0,55%. Большая часть извлекаемого кадмия концентрируется в цинковом концентрате, но и в некоторых свинцовых концентратах содержание кадмия составляет 0,02—0,03%. Кадмий свинцовых концентратов собирается в пыли котлов свинцовых заводов (до 3,5%). Из пыли также возможно его промышленное извлечение.

Индий в основном содержится в цинковых концентратах и при переработке их в электролизных цехах накапливается в отходах кадмиевого процесса, в остатках от растворения вторичной кадмиевой губки. Содержание индия в этих остатках в количестве 0,02% уже имеет практический интерес. Содержание индия в исходных рудах в количестве 0,0002% достаточно для организации его извлечения.

Германий присутствует в некоторых сфалеритах в форме устойчивой примеси в количествах от 0,001 до 0,01% и при этих содержаниях может извлекаться из отходов цинкового производства.

Таллий может представлять интерес в некоторых месторождениях, в рудах которых он содержится в количестве 0,001—0,003%. В таленитах его содержание может повышаться до 0,01—0,03%. Таллий концентрируется также в сфалеритах и особенно в марказитах. Отчасти его содержание повышается в пыли бегхаузов свинцовых заводов, а также в продуктах, получаемых при извлечении кадмия. Оба эти продукта переработки свинцовых и цинковых руд могут являться источником промышленного извлечения таллия.

Селен, содержащийся в некоторых рудах, концентрируется в свинцово-медном концентрате (до 0,034%), из которого возможно его извлечение.

После того как спектральными анализами или другими методами установлено наличие в рудах практически ценных сопутствующих компонентов, в стадию детальной разведки должно быть организовано систематическое опробование руды на эти компоненты.

Для золоторудных месторождений малых масштабов, где возможные запасы редких и рассеянных элементов не представляют существенного интереса, детальное освещение этого вопроса не обязательно.

Для опробования месторождения на второстепенные и попутные компоненты следует составлять групповые пробы. Когда же содержание основного компонента находится на грани кондиционного и промышленная ценность месторождения зависит от наличия или отсутствия в руде сопутствующих компонентов, необходимо проводить химические анализы всех проб на присутствие в них этих компонентов. В таких случаях распреде-

ление сопутствующего компонента должно быть выяснено с детальностью, аналогичной основному компоненту, и соответствовать требованиям подсчета запасов высоких категорий А₂ и В. В большинстве случаев изучение распределения сопутствующего компонента (компонентов) на месторождении производится с детальностью, отвечающей требованиям категории С₁.

При этом, если сопутствующий компонент (компоненты) имеет в рудном теле более равномерный характер распределения по сравнению с золотом, что присуще этому компоненту и в других месторождениях, то меньшее количество анализов проб, например каждой пятой, восьмой, десятой, может обеспечить точность подсчета, одинаковую с золотом. Запасы данного сопутствующего компонента могут быть отнесены к той же категории, что и запасы золота, а как исключение — даже к более высокой категории. К таким компонентам относятся прежде всего барий (барит), сера, а также мышьяк, медь, цинк и свинец.

Количество индивидуальных (не объединенных) проб, подвергаемых анализу на более равномерно содержащийся компонент, может быть во столько раз меньше общего количества проб, рассчитанного на золото, во сколько раз квадрат вариационного коэффициента, вычисленного по сопутствующему компоненту, меньше квадрата вариационного коэффициента, вычисленного по золоту.

Если, например, вариационный коэффициент, характеризующий неравномерность содержания золота, в соответствии с которым рассчитано количество отбираемых проб, равен 120 %, а неравномерность содержания меди определяется вариационным коэффициентом, равным 40 %, то коли-

чество определений меди может быть в 9 раз $\left(\frac{120^2}{40^2} \right)$ меньше общего количества проб, т. е. медь может определяться только в каждой девятой пробе.

Групповые пробы обычно составляются по пересечению рудного тела в целом — по скважине, орту или рассечке. Для маломощных тел объединяются пробы штреков с учетом особенностей распределения основного компонента (богатые участки, бедные и др.).

Составление (объединение) групповых проб производится из дубликатов или остатков основных проб с отбором навесок пропорционально размерам (длинам) основных проб. Обработка проб обычно производится по схеме, принятой для основного компонента.

В некоторых случаях для предварительного суждения о наличии в рудах тех или иных редких или рассеянных элементов могут быть проанализированы спектральным или химическим способом и остатки проб, объединенные по целому блоку или даже этажу. Результаты химических анализов по блоку при наличии большого числа блоков могут послужить основанием для подсчета запасов сопутствующего компонента (компонентов) по низким категориям.

Химические анализы на сопутствующие компоненты, аналогично анализам на основной компонент, должны систематически проверяться внутренним и внешним контролем. Количество контрольных анализов должно быть достаточным для надежного суждения о достоверности химических анализов, положенных в основу подсчета запасов. Порядок отбора контрольных анализов аналогичен порядку, описанному для основного компонента.

Нередко для определения в рудах содержания сопутствующих редких элементов может быть использована зависимость содержания их от количества присутствующих основных компонентов (корреляция). Такая зависимость широко известна, например, для кадмия, количество которого часто зависит от содержания в руде сфалерита (цинка); для серебра, количество которого в руде часто зависит от содержания галенита (свинца), и др. Эта зависимость обычно хорошо выявляется специальными кривыми, которые строятся на основании достаточного количества химических анализов руды. При доказанной зависимости эти кривые могут быть использованы как для определения содержания в руде соответствующих сопутствующих компонентов, так и для подсчета запасов их по категориям C_1 и C_2 . В этих случаях иногда достаточно отбирать только проверочные пробы, а количество химических анализов на сопутствующие компоненты может быть резко сокращено.

Кроме того, при опробовании на редкие и рассеянные элементы во всех стадиях разведки рекомендуется широко использовать спектральный анализ, который по скорости выполнения в данном случае имеет очень большие преимущества по сравнению с химическим анализом. Необходимо организовать работу так, чтобы каждая проба, поступающая на химический анализ, подвергалась сначала спектральному анализу. В ряде случаев большинство проб (если не все), взятых и проанализированных на золото, должны подвергаться спектральному анализу. После полученных результатов спектрального анализа следует отбирать пробы для химического анализа на те или иные редкие и рассеянные элементы, обнаруженные в рудах. Это значительно сократит количество химических анализов на редкие и рассеянные элементы. В отдельных случаях при подсчете запасов некоторых рассеянных элементов по низким категориям можно учитывать не только химические анализы, но и количественные спектральные анализы при соответствующем сопоставлении их результатов с данными химических анализов.

Подсчет запасов сопутствующих компонентов должен проводиться в контурах подсчета основного компонента, что следует учитывать при составлении групповых проб и не включать в них некондиционные по основному компоненту пробы, расположенные за пределами контура подсчета балансовых запасов золота.

В тех случаях, когда контур распределения сопутствующих компонентов не совпадает с контуром основного оруденения, опробование на попутные компоненты участков, расположенных вне контура золотого оруденения, должно быть произведено отдельно. Запасы руды и сопутствующих компонентов на этих участках подсчитываются самостоятельно.

Возможен случай, когда контур распространения сопутствующих компонентов находится внутри общего контура основного оруденения. При этих условиях групповые пробы для участков обогащения сопутствующими компонентами должны составляться отдельно от необогащенных участков, а запасы руды и металлов — подсчитываться самостоятельно. Не исключена возможность обогащения отдельных участков месторождения различными сопутствующими компонентами (медью, свинцом, цинком и др.). В таких случаях опробование и подсчет запасов должны обеспечить выделение этих участков, самостоятельное их оконтуривание и определение запасов различных по составу руд.

Иногда для многокомпонентных руд применяют способ оконтуривания балансовых запасов по условному компоненту; при этом содержания в пробах каждого компонента умножаются на определенный коэффициент,

с помощью которого он и приводится к условному компоненту. В этом случае контур балансовых запасов проводится по бортовому лимиту, установленному для условного компонента. Этот способ применяется в тех случаях, когда содержание в руде отдельных компонентов более или менее равноценное (по их экономическому значению) и ни один из них не является в достаточной мере ведущим. При этом необходимо, чтобы технологический процесс обработки руды, хотя бы в начальных его стадиях, был бы единым.

С целью установления в рудах редких и рассеянных элементов, которые могут оказаться сопутствующими золоту компонентами при добыче, необходимо периодически (раз в месяц или в квартал) на каждом крупном золоторудном предприятии брать пробы от измельченной руды, доставленной на фабрику, а также от всех видов получающихся концентратов и хвостов. Эти пробы должны подвергаться сначала спектральному анализу, а если таковой покажет значительное количество тех или иных полезных компонентов, то также химическому анализу. При этом следует обратить особое внимание на установленные спектральным анализом сопутствующие ценные компоненты.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

СОСТАВЛЕНИЕ СВОДНЫХ ОТЧЕТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Сводные отчеты по результатам геолого-разведочных работ на золоторудных месторождениях должны составляться: 1) по окончании разведки; 2) после завершения этапа разведки, в течение которого получены существенные изменения в представлении о геологическом строении месторождения и запасах руды и металла; 3) в случае необходимости утверждения запасов в ГКЗ для обоснования проектирования нового предприятия или реконструкции имеющегося.

Сводные отчеты по содержанию и оформлению должны соответствовать требованиям Инструкции о порядке представления в ГКЗ и ТКЗ материалов по подсчету запасов полезных ископаемых (1955), согласно которой материалы по подсчету запасов должны содержать данные, необходимые для составления проекта дальнейшей разведки или разработки месторождения. Материалы по подсчету запасов должны представляться в таком виде, чтобы все приведенные в отчете выводы можно было проверить и в случае необходимости произвести пересчет запасов без участия составителей отчета.

Сводный отчет по геолого-разведочным работам, включающий материалы по подсчету запасов, должен содержать: I) текст отчета, II) таблицы к подсчету запасов, III) графические материалы, IV) материалы по документации геолого-разведочных работ и другие исходные данные, необходимые для подсчета запасов.

1. ТЕКСТ ОТЧЕТА

Отчет по геолого-разведочным работам должен содержать исчерпывающую характеристику месторождения, описание всех произведенных на нем работ, их результаты, а также обоснование подсчета запасов руды и металла.

Объем текста не должен превышать 150—200 стр.

В качестве общей схемы распределения материала в отчете можно рекомендовать выделение следующих глав:

1. Общие сведения о месторождении.
2. Краткая характеристика геологического строения и металлогении района. Геологическое положение описываемого золоторудного месторождения.
3. Основные черты геологии и структуры рудного поля.

4. Пространственное размещение золотого оруденения в пределах рудного поля.

5. Морфология, размеры и внутреннее строение рудных тел.

6. Изменения боковых пород.

7. Вещественный состав, текстуры и типы руд.

8. Зона окисления и гипергенные процессы.

9. Золото и особенности его размещения.

10. Послерудная тектоника.

11. История формирования месторождения (генезис).

12. Гидрогеологическая характеристика месторождения.

13. Описание геолого-разведочных работ.

14. Опробование.

15. Качественная и технологическая характеристика руд.

16. Горнотехнические условия разработки месторождения.

17. Подсчет запасов.

18. Оценка геологических перспектив месторождения.

19. Направление дальнейших поисково-разведочных работ.

Содержание и объем каждой из указанных глав в значительной степени определяются особенностями геологического строения того или иного месторождения.

1. Общие сведения о месторождении. Эта глава должна содержать:

а) Введение, в котором освещаются задачи проведенных геолого-разведочных работ.

б) Географическое положение месторождения: республика, область, край и т. д.; расстояние от железной дороги, ближайших населенных пунктов и пути сообщения с ними.

в) Экономические сведения, транспортные условия, топливно-энергетическая база, условия водоснабжения, местные строительные материалы.

г) Сведения о рельефе, гидрографической сети и климате; основные черты рельефа, абсолютные и относительные высоты; реки и расход воды в них; глубина сезонного промерзания почвы, наличие вечной мерзлоты и т. п.

д) История открытия, разведок и разработки месторождения; здесь должны быть выделены два раздела.

В первом разделе дается характеристика работ, произведенных до начала деятельности организации, представляющей отчет, с указанием степени изученности геологии золоторудного месторождения, объема выполненных работ, а также наличия запасов руды и металла, утвержденных ГКЗ или по оперативному подсчету. По возможности, должны быть приведены объем выполненных разведочных работ, денежные затраты, движение запасов по годам, год ввода месторождения в разработку, а также добытое количество руды и металла по годам.

Во втором разделе должны быть изложены сведения: о работах, выполненных организацией, представляющей отчет; о новых геологических данных и об изменении запасов руды и металла. Для месторождений, отчеты по которым впервые представляются на рассмотрение, необходимо дать характеристику работ геологов, открывших и разведавших месторождение.

2. Краткая характеристика геологического строения и металлогении района. Этот раздел должен содержать следующий материал:

а) Сведения о стратиграфии слоистых толщ, характеризующие принятую для района стратиграфическую колонку.

б) Данные о магматических породах с выделением разновозрастных магматических циклов, характеристику эффузивных, интрузивных и жильных пород каждого пикла, а также связанных с ними метаморфических преобразований.

в) Сведения о тектонике с описанием складчатых и дизъюнктивных структур и определением положения в них тел магматических пород.

г) Данные о металлогении района с анализом главных типов минерализации и их положения в структуре района и в истории его тектономагматического развития, уделяя особое внимание характеристике золотоносной минерализации.

д) Геологическое положение описываемого золоторудного месторождения. В этом разделе должны быть рассмотрены главные структурные и литологические факторы, благоприятствующие возникновению месторождения в данном участке и определяющие основные особенности его геологического строения, а также описано положение месторождения относительно рудоносной интрузии.

3. Основные черты геологии и структуры рудного поля. При составлении этой главы необходимо приводить только те материалы, которые непосредственно относятся к площади рудного поля. В зависимости от особенностей геологического строения последнего содержание главы может широко варьировать. Обычно следует предусматривать:

а) Геолого-петрографическую характеристику комплексов горных пород, участвующих в строении рудного поля. Этот раздел в свою очередь подразделяется на два: слоистые толщи и интрузии (если последние развиты на его территории).

Для слоистых толщ дается стратиграфическая колонка, отличающаяся от колонки района более подробной детализацией выходящих в пределах рудного поля членов стратиграфического разреза. В обоснование ее нужно привести опорные разрезы (естественные или по скважинам) и описание опорных выработок, вскрывающих соотношение между отдельными толщами, свитами и горизонтами. Кратко характеризуются распространение, условия залегания и литология каждого из членов разреза, выделенных в условных обозначениях для детальных карт, погоризонтных планов и разрезов.

Интрузии рассматриваются с точки зрения обоснования выделенных разновозрастных магматических циклов (если в пределах рудного поля их установлено несколько). Для каждого из них, особенно для того, который по возрасту стоит наиболее близко к золотому оруденению, следует рассмотреть: формы и размеры массивов; участвующие в их строении разновидности пород и их возрастные соотношения; краткое петрографическое описание каждой породы; результаты химических и спектральных анализов (если есть возможность их производить). Особо следует рассмотреть характер развития в пределах рудного поля эндо- и экзоконтактовых преобразований, связанных с интрузией, и дать краткое петрографическое описание разновидностей метаморфических пород.

В тех случаях, когда в строении рудного поля существенное значение имеют дайки, контролирующие или вмещающие золотое оруденение, их описание следует выделить в специальный подраздел, освещающий возрастную последовательность даек, распространение, условия залегания, морфологию и петрографическую характеристику каждой их возрастной группы.

б) Структура рудного поля. Правильное понимание структуры возможно только на основе дифференцированного анализа разновоз-

растных структурных элементов. В соответствии с этим следует предусматривать несколько подразделов: пликтивная тектоника слоистых толщ; дизъюнктивные нарушения; положение интрузий в структуре рудного поля относительно складчатых структур и дизъюнктивных нарушений; положение даек и малых интрузий в структуре рудного поля с рассмотрением отдельно каждой возрастной группы даек.

Конкретное содержание этих подразделов зависит от особенностей геологического строения месторождения. Например: если слоистые толщи интенсивно рассланцованы, то необходимо рассмотреть вопрос о соотношениях слоистости и сланцеватости; если в пределах рудного поля развиты породы двух структурных ярусов, то отдельно описываются особенности тектоники каждого из них; если на площади месторождения распространены разновозрастные изверженные породы, то наиболее детально разбираются золотоносные магматические породы.

Приведенные вопросы могут освещаться с неодинаковой степенью детальности. Наибольшее внимание следует уделить анализу тех элементов структуры, которые играют ведущую роль в размещении золотого оруденения.

В заключение главы рекомендуется дать обобщение, кратко изложив в нем историю формирования структуры рудного поля до периода открытия рудных трещин.

4. Пространственное размещение золотого оруденения в пределах рудного поля. В этой главе в сжатой форме рассматриваются типы оруденения, развитые на изученной площади (например, молибденовые жилы и жилы золоторудные, или метасоматические залежи и жилы); затем пространственное размещение каждого из этих типов, включая характеристику размещения рудных тел и оруденелых зон в пространстве и анализ их положения по отношению к главным элементам структуры — складчатым формам, поверхностям стратиграфических несогласий, слоистости, сланцеватости, контактам интрузивов, элементам прототектоники (если месторождение располагается в контуре интрузива), дайкам, дизъюнктивным нарушениям. Особое внимание необходимо уделить вопросу о закономерностях размещения участков промышленного золотого оруденения на площади рудного поля.

5. Морфология, размеры и внутреннее строение рудных тел. Здесь рудные тела должны быть сгруппированы в главные морфологические типы (пологие и крутопадающие жилы, залежи, рудные зоны, штокверки и т. д.). Для каждого типа обязательно описание всех выявленных и разведанных рудных тел: их размеров по простиранию и падению, мощности, условий залегания, степени их выдержанности по простиранию и на глубину; особенно детально описываются рудные тела, по которым представляются материалы по подсчету запасов.

Рассматривая изменения мощности, морфологии и условий залегания рудного тела, необходимо охарактеризовать, в каких геологических условиях эти изменения происходят. В этой связи нужно разобрать значение литологии различных пород, среди которых рудные тела залегают, роль тектонических дорудных нарушений, влияние тел изверженных пород и т. д.

При описании рудных тел типа штокверков и зон вкрапленного оруденения специально выделяется вопрос о внутреннем строении рудного тела; рассматриваются элементы этого строения (например, рудные жилы, участки штокверкового строения, вкрапленные руды, «пустые» породы и т. п.) и анализируется, в каких геологических условиях и каким обра-

зом изменяются соотношения этих элементов, в частности уменьшается ли количество прожилков и сульфидной вкрапленности с глубиной, возрастает ли роль неминерализованных или слабо минерализованных пород.

6. Изменения боковых пород. В этой главе перечисляются главные типы пород гидротермально-метасоматического происхождения и приводятся данные, определяющие их возрастную последовательность. Каждый тип измененных боковых пород характеризуется с точки зрения распространения и пространственного отношения к рудным телам; указываются мощности измененных пород в зависимости от характера оруденения и состава вмещающих пород. Дается макроскопическое и микроскопическое описание этих пород, по возможности снабженное результатами химических анализов, сопоставленных с анализами неизмененных пород. Выделяются участки различной степени изменения, а также приводятся данные содержания и форм нахождения в них золота (свободного и связанного с сульфидами).

7. Вещественный состав, текстуры и типы руд. Для месторождений, содержащих золотые руды различных типов, например кварцевые и колчеданные, описание вещественного состава руд каждого типа следует проводить отдельно.

В целом для каждого типа руд глава может быть построена в такой последовательности:

Вначале приводится список жильных и рудных минералов, располагающихся в порядке или количественной значимости, или последовательности выделения. Затем дается описание каждого минерала, включающее распространенность, формы нахождения, морфологию зерен, диагностику, химические и спектральные анализы, соотношение с золотом и другими минералами. Если один и тот же минерал встречается в нескольких генерациях, то каждая из них описывается отдельно.

Следующий подраздел должен быть посвящен характеристике главных парагенетических минеральных ассоциаций и обоснованию их возрастной последовательности. Для каждой ассоциации следует рассмотреть вопрос о ее соотношении с золотом. Здесь надо привести и проанализировать диаграммы, иллюстрирующие последовательность минералообразования и время отложения золота.

При составлении этих диаграмм и их анализе следует увязать данные, характеризующие последовательность минералообразования в рудных телах, с последовательностью гидротермально-метасоматических преобразований, происходящих в боковых породах. Следует разобрать полный химический и спектральный анализы руд, сопоставить их с минеральным составом. Должны быть описаны различные текстуры руд. Практика показывает, что особенности строения руд нередко существенным образом влияют на их золотоносность.

В особом подразделе необходимо рассмотреть вопрос о закономерностях размещения главных, и в том числе продуктивных, минеральных ассоциаций по площади месторождения и на глубину.

8. Зона окисления и гипергенные процессы. Эта глава должна содержать описание данных о глубине развития зоны окисления на различных участках рудного поля в зависимости от особенностей их геологического строения — литологии вмещающих пород, наличия и характера тектонических нарушений и т. п. Здесь характеризуются подзоны окисления, особенности их распространения, а также слагающие их минералы. Рассмотрение гипергенных процессов проводится с учетом гидрогеологических данных и сведений о развитии вечной мерзлоты.

При описании минералов в зоне окисления в каждом случае обязательно должен быть выяснен вопрос о соотношениях их с золотом.

9. Золото и особенности его размещения. При описании золота необходимо охарактеризовать размеры золотинок, их морфологию, внутреннюю структуру, состав по данным химических и спектральных анализов, соотношения с различными минеральными ассоциациями и приуроченность их к различным типам текстур.

Все эти свойства, их постоянство или изменчивость анализируются для разных горизонтов месторождения с целью установления значения и роли явлений переотложения золота в гипергенных условиях и изменения его свойств в связи с первичной зональностью. Для месторождений с резко выраженной зоной окисления (например, для колчеданных залежей и их железных шляп) золото из окисленных и первичных руд рассматривается отдельно.

В особом разделе следует описать размещение золота по площади и на глубину; он составляется на основе анализа планов опробования, продольных проекций и изограмм содержаний, проводимого в сопоставлении с характером размещения минеральных ассоциаций, с локальными особенностями структурного положения и морфологии рудных тел.

При рассмотрении вопроса об изменении золотоносности с глубиной следует специально остановиться на характере распределения золота в зоне перехода окисленных руд в первичные.

10. Послерудная тектоника. В этой главе описываются наиболее значительные по масштабу послерудные нарушения с их геометрическим анализом и дается их классификация. На основании приведенных данных намечается положение смещенных частей рудных тел на различных горизонтах. При анализе отношений послерудных нарушений к более древним элементам структуры следует рассмотреть вопрос о том, в каких частях рудного поля можно ожидать наиболее интенсивных проявлений послерудной тектоники.

11. История формирования месторождения (генезис). В этой главе рекомендуется в сжатом виде рассмотреть историю формирования структуры рудного поля, вопрос о генетической связи оруденения с тем или иным интрузивным комплексом, последовательность гидротермально-метасоматических преобразований и отложения руд, глубину образования месторождения и величину эрозионного среза, особенности развития зоны окисления и их значение для промышленной золотоносности.

12. Гидрогеологическая характеристика месторождения. Содержанием главы является описание методики и объема наблюдений гидрогеологических исследований, проведенных при разведке месторождения. Описание водоносных горизонтов, их литологический состав, статические уровни, гидростатический напор вод, коэффициенты фильтрации, площади возможной инфильтрации поверхностных вод; взаимосвязь вод различных горизонтов кровли, почвы и тела полезного ископаемого. Описание пльвунов. Состав и качество подземных вод. Определение величины возможного притока воды в момент вскрытия месторождения и при его разработке. Данные по водоотливу действующих шахт и карьеров. Обеспеченность предприятия питьевой и технической водой.

13. Описание геолого-разведочных работ. В данной главе выделяются следующие основные разделы:

а) Топографические и геологические съемки, проведенные на площади рудного поля, их масштабы, площади, качество, даты выполнения. Естественная обнаженность рудного поля, мощность

и характер рыхлого покрова. Количество и расположение искусственных обнажений — копушей, шурфов, дудок, канав, траншей, скважин; наличие и протяженность магистральных канав; наличие и глубина структурных скважин. Степень охвата геолого-поисковыми работами площади рудного поля и общее соотношение разведанности поверхности месторождения и его глубоких горизонтов.

б) Методика, способы и объемы разведочных работ, проведенных на различных этапах освоения месторождения. Описание применявшейся в прежние годы и принятой в настоящее время методики разведки рудного поля в целом, а также отдельных рудных тел; способы разведки легкими и тяжелыми горными выработками верхних и нижних горизонтов месторождения; применение буровых скважин наклонного и горизонтального бурения.

Формы и плотность разведочной сети. Сечение горных выработок. Конструкции скважин, метод измерения зенитных и азимутальных искривлений, метод пересечения рудных тел при бурении скважин, выход керна по рудному телу и вмещающим породам, улавливание мути и шлама.

Объем различных видов разведочных работ по крупным рудным телам и по отдельным участкам месторождения, а также по всему месторождению в целом.

в) Геофизические методы разведки, применяемые на месторождении: электропрофилирование, измерение естественного поля, кароттаж, магнитометрия и др. Площади работы, результаты работы по каждому методу отдельно, количество и расположение выявленных аномалий; совпадение и протяженность аномалий, выявленных различными геофизическими методами. Проверка аномалий горными и буровыми работами; геологическая природа геофизических аномалий. Количество и характеристика рудных тел, обнаруженных при проверке геофизических аномалий.

г) Степень разведанности месторождения. Анализ соответствия структурно-морфологического типа месторождения и формы рудных тел методике разведочных работ. Степень разведанности и выработанности месторождения и его отдельных рудных тел. Освещенность флангов рудных тел и глубоких горизонтов месторождения. Разведанность апофиз и слепых рудных тел.

д) Документация геолого-разведочных работ описывается возможно подробнее, чтобы дать представление о порядке проведения документационных работ. Здесь надо осветить систему расположения первичных зарисовок в выработках различных видов; масштабы первичной и сводной документации; объекты документации; принятые условные обозначения. Кроме того, должны быть указаны порядок контроля документации и ее обработка руководящим техническим персоналом.

е) Дефектные выработки и скважины, не подлежащие учету при подсчете запасов, перечисляются с объяснением мотива их исключения и причин их проходки. Здесь же описываются повторные или контрольные выработки, пройденные на месторождении в случае необходимости.

14. Опробование. Содержание этой главы предусматривает:

а) Описание способов отбора проб в выработках различного вида применительно к методике опробования рудных тел и руд различных типов. Указываются способы отбора проб, размеры проб, расположение проб по отношению к рудному телу, плотность сети проб, разделение проб на секции.

Особо следует рассмотреть вопросы, связанные с опробованием скважин, выходом керна по рудному телу, а также данные о наличии или отсутствии избирательного истирания рудного тела, сравнение данных опробования керна, шлама и мути.

б) Схемы обработки проб.

в) Компоненты, определяемые в пробах, и порядок выделения проб, направляемых для анализа на различные компоненты; где и каким методом анализировались пробы и на какие элементы.

г) Контроль анализов. Результаты внутреннего и внешнего контроля анализов. Данные обработки материалов контроля, принятые в подсчете запасов, с вычислением показателей, характеризующих размеры и особенности случайных и систематических погрешностей, с подразделением по типам руд и по классам содержаний. Наименование лабораторий, производивших контрольные анализы, и методы контрольных анализов.

д) Общий контроль опробования.

е) Порядок хранения остатков и дубликатов проб, составление сборных и групповых проб по блокам, этажам и участкам.

ж) Пробы для определения влажности и объемного веса.

з) Место отбора проб для технологических испытаний.

15. Качественная и технологическая характеристика руд. Выделение промышленных сортов руд в зависимости от величины содержания в них золота (богатые, бедные, непромышленные руды); от текстурных, структурных и морфологических особенностей оруденения (руды кварцевые, сплошные сульфидные, вкрапленные); принадлежность их к первичным или окисленным рудам.

Для каждого типа руд приводятся данные о содержании золота и сопутствующих вредных и полезных компонентов, а также результаты химических анализов руд.

Физические, химические и технологические свойства руд и общий характер изменения этих свойств в контурах рудных тел с подсчитанными запасами. Результаты лабораторных, полужаводских и заводских испытаний. Материалы, относящиеся к разработке схем обогащения и промышленного использования руд.

Технологическая характеристика отдельно обрабатываемых сортов руд по основному и сопутствующим компонентам. Техничко-экономические показатели обработки: стоимость переработки, процент извлечения, потери в хвостах, качественная характеристика промежуточных и окончательных продуктов. Вопросы, связанные с комплексным использованием руд.

16. Горнотехнические условия разработки месторождения. Физико-механические свойства вмещающих пород и руды (устойчивость пород кровли и почвы, кливаж, крепость, твердость, кусковатость, влажность, газоносность, пыленосность); факторы, затрудняющие разработку и требующие проведения специальных мероприятий при отработке месторождений. Соображения о наиболее целесообразном способе отработки месторождения: для открытых работ — соотношение вскрышных работ к объему руды, для подземных — глубина залегания, возможность отработки штольными, рабочая мощность.

Для разрабатываемых месторождений указываются положение и границы главных шахтных полей, разделение на рудники, глубина вскрытия в пределах рудника, производительность рудников и шахт.

Приводится характеристика применяемых на месторождении систем разработки; условия их применения в зависимости от типов рудных тел (пологопадающие и крутопадающие жилы, штокверки, залежи, системы

сближенных жил и т. п.); принятые габариты систем, технико-экономические показатели. Характеристика добываемой рудной массы, данные о сортировке руд, о потерях и разубоживании.

17. Подсчет запасов. В этой главе, в соответствии с Инструкцией о порядке представления в ГКЗ и в ТКЗ материалов по подсчету запасов полезных ископаемых (1955), должны быть даны:

а) характеристика объектов, по которым проводятся подсчет запасов и разделение руд в процессе подсчета по технологическим и природным сортам;

б) обоснование контуров запасов при подсчете; если подсчет запасов произведен на площади, перекрывающей площадь, на которой они ранее подсчитывались и утверждались ГКЗ и ТКЗ, то необходимо произвести общий пересчет запасов месторождения в пределах этих контуров и сопоставить их с ранее подсчитанными запасами;

в) обоснование примененных методов подсчета запасов;

г) обоснование принятых при подсчете минимальных мощностей рудных тел и содержания металлов и максимального содержания вредных примесей;

д) метод определения средних мощностей рудных тел и средних содержаний металлов, запасы которых подсчитываются; способ учета высоких проб;

е) обоснование принятых объемного веса, влажности и других параметров, необходимых для подсчета запасов;

ж) принятые при подсчете запасов коэффициенты рудоносности, поправочные коэффициенты для мощности, содержания и объемного веса, их обоснование;

з) принципы распределения запасов по блокам и категориям;

и) пояснения к построению отдельных блоков по каждому рудному телу;

к) способ измерения площадей блоков;

л) общие результаты подсчета запасов; сопоставление их с предыдущими подсчетами, а для разрабатываемых месторождений — с результатами эксплуатации;

м) характеристика разведанной сырьевой базы: распределение запасов и их качественная характеристика по площади, на глубину, по отдельным рудным телам и типам руд.

н) эффективность геолого-разведочных работ. Стоимость разведанного грамма балансовых запасов. Количество кубических метров или погонных метров разведочных выработок и скважин на тысячу тонн руды и килограмм металла. Влияние на эффективность геолого-разведочных работ геологических особенностей месторождения и принятых методов разведки.

18. Оценка перспектив месторождения. Главным вопросом, на котором необходимо сосредоточить внимание при составлении этой главы, является оценка:

а) основной части месторождения;

б) флангов крупных рудных тел или их сближенных групп, отрабатывающихся одним шахтным полем;

в) глубоких горизонтов крупных рудных тел или их сближенных групп, отрабатывающихся одним шахтным полем;

г) перспектив нахождения новых рудных тел и узлов в пределах рудного поля;

д) перспектив обнаружения новых месторождений в прилегающем районе.

Эти вопросы часто удобно рассматривать в самостоятельных подразделах, предпослав им характеристику общих геологических критериев, благоприятных для концентрации оруденения в конкретных условиях данного района. Такими критериями могут быть: а) стратиграфо-литологические, б) структурные, в) связь с рудоносной интрузией, г) минералогические, включая гидротермально-метасоматические изменения боковых пород.

19. **Направление дальнейших геолого-разведочных работ.** Содержание этой главы определяется оценкой перспектив месторождения и его периферии, степенью разведанности и особенностями геологического строения. Применительно к выдвигаемым для поисков и разведки участкам должна быть указана рекомендуемая методика дальнейших геолого-разведочных работ.

2. ТАБЛИЦЫ К МАТЕРИАЛАМ ПО ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ

Таблицы по подсчету запасов должны быть составлены по такой форме, чтобы порядок расположения их граф соответствовал порядку операций вычислений. Таблицы должны содержать все исходные и промежуточные данные, полученные в процессе вычислений, и быть доступны для проверки всех операций по подсчету запасов.

1. Таблицы вычислений средних мощностей, содержаний компонентов и других параметров для подсчета запасов по скважинам, выработкам и блокам.

2. Таблицы вычислений площадей, объемов, запасов руды и металлов по блокам, участкам и отдельным телам.

Примечание. При определении площадей планиметром в таблицах приводятся только средние значения площадей.

3. Сводная таблица запасов руды и металлов по промышленным типам или сортам и категориям запасов с указанием средней качественной характеристики для каждой категории, а также для групп $A+B$ и $A+B+C_1$.

Для запасов, отнесенных за баланс, составляются отдельные таблицы.

3. ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Главными графическими материалами, прилагаемыми к отчету, являются:

1) Обзорная карта района месторождения масштаба 1 : 500 000 — 1 : 1 000 000 с указанием железных и шоссейных дорог, рек, населенных пунктов и крупных месторождений полезных ископаемых.

2) Геологическая карта района масштаба 1 : 25 000 — 1 : 100 000 или, как исключение, 1 : 200 000 со стратиграфической колонкой и разрезами, проходящими через месторождение или вблизи него.

3) Геологическая карта всего рудного поля на основе инструментальной топографической съемки масштаба 1 : 5000 — 1 : 10 000 с изображением на пей легких горных выработок и устьев тяжелых горных выработок (разведочных и эксплуатационных) и буровых скважин, а также разрезов к ней.

4) Геологическая карта на основе инструментальной топографической съемки масштаба 1 : 500 — 1 : 1000 — 1 : 2000 всего месторождения или отдельных участков сосредоточения рудных тел с подсчитанными запасами.

5) Геологические погоризонтные планы масштабов 1 : 500 — 1 : 1000 — 1 : 2000 на основе маркшейдерской съемки.

6) Геологические разрезы по разведочным линиям масштабов 1 : 500 — 1 : 1000 — 1 : 2000 (горизонтальный и вертикальный масштабы должны быть одинаковы).

7) Планы опробования рудных тел поверхности и погоризонтные масштабов 1 : 100 — 1 : 1000.

8) Дополнительные карты и разрезы, характеризующие форму, условия залегания и строение рудных тел; они представляются только в том случае, если имеют важное значение для избранного метода подсчета запасов или определения условий эксплуатации.

9) Планы, разрезы или проекции рудных тел для подсчета запасов с указанием на них всех горных выработок, буровых скважин, контуров подсчетных блоков по сортам и категориям запасов. Для каждого блока или выработки должны быть указаны: номер, средняя мощность, среднее содержание компонентов, запасы руды и металлов, категории запасов и другие параметры. Масштаб этих чертежей должен определяться тем, что расстояние между выработками или скважинами, на которые опираются подсчетные блоки, должно быть на чертеже не менее 50 мм.

4. МАТЕРИАЛЫ ПО ДОКУМЕНТАЦИИ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ И ДРУГИЕ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

К отчету должны прилагаться следующие материалы первичной документации:

1) Колонки всех буровых скважин или буровые журналы с указанием проб, результатов их анализов, выходов керна по интервалам подъема и с описанием пройденных пород.

Примечание. В случае проведения на месторождении каротажных работ колонки скважин должны сопровождаться каротажными диаграммами.

2) Зарисовки горных выработок с описанием пройденных пород или заменяющие их журналы.

Примечание. При значительном объеме работ количество представляемых зарисовок может быть сокращено с разрешения ГКЗ.

3) Планы опробования с точной привязкой всех без исключения проб, отобранных как по промышленной части рудного тела, так и за его пределами, с указанием номеров проб и результатов их анализа рядом с пробой или на полях чертежа (в таблицах).

4) Копии журналов опробования или заменяющие их таблицы анализов с указанием химических лабораторий, в которых производились анализы.

5) Справки о рабочей мощности рудных тел, бортовом и минимально-промышленном содержании золота и других полезных компонентов и о верхнем пределе содержания вредных компонентов.

6) Материалы о результатах лабораторных, полужаводских и заводских испытаний, доказывающих возможность промышленного использования сырья (для разведываемых месторождений) или необходимость перехода на другие кондиции сырья для действующих предприятий.

7) Копии журналов определений объемного веса и влажности или заменяющие их таблицы, а также актов на взятие проб из целика.

8) Таблицы замеров углов зенитных азимутальных искривлений скважин.

9) Ведомость координат устьев горных выработок и буровых скважин.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Альбов М. Н. Опробование рудных месторождений при разведке и эксплуатации. Изд. 2-е. Металлургиздат, 1952.
- Барышев Н. В. Точность анализа проб, используемых для подсчета запасов. Материалы по методам разведки и подсчету запасов, вып. I, Госгеолиздат, 1948.
- Барышев Н. В. и Белов П. С. Краткое руководство по опробованию золоторудных месторождений. Металлургиздат, 1943.
- Белицкий А. А. Классификация тектонических разрывов и геометрические методы их изучения. Госгеолиздат, 1952.
- Васильев И. С. Курс разведочного дела. Кубуч, 1929.
- Володомонов Н. В. Метод учета высоких проб. Советская геология, № 11, 1939.
- Володомонов Н. В. Экономическая классификация запасов месторождений золота. Журн. «Золотая промышленность», № 8—9, 1939.
- Володомонов Н. В. О методах подсчета запасов жильных месторождений. Горный журнал, № 3—4, 1944.
- Временная инструкция по первичной геологической документации полевых геолого-разведочных работ. Госгеолиздат, 1951 г.
- Временная инструкция о порядке обработки геологических материалов, составления, утверждения и сдачи геологических отчетов. Госгеолиздат, 1951.
- Галкин Б. И. Определение среднего объемного веса руд. Разведка недр, № 3, 1949.
- Григорьева Н. П. Метод комбинированного профилирования. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института разведочной геофизики, вып. III, 1950.
- Гуцевич П. В. Документация при геолого-разведочных работах. ОНТИ, 1953.
- Зенгин А. Р. Простой способ построения изображений горных выработок. Горный журнал, VI, № 6, 1952.
- Зенков Д. А. Руководство по рудничной геологии для золоторудных месторождений. Часть I. Госгеолиздат, 1941.
- Зенков Д. А. Элементы рудничной геологии. ОБТИ Главспеццветмета, 1948.
- Зенков Д. А. Об основных свойствах разведочных сеток. Разведка недр, № 4, 1950.
- Золотарев А. С. Подсчет запасов полезного ископаемого в блоке между сходящимися профилями. ОНТИ, 1936.
- Изаксон С. С. Подсчет запасов полезных ископаемых. Углетехиздат, 1948.
- Инструкция о порядке представления в ГКЗ и в ТКЗ материалов по подсчету запасов полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1955.
- Инструкция по ведению поисков и разведок месторождений золота. Трест Якут-золото, Алдан, 1940.
- Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям редких металлов и золота. Госгеолиздат, 1946.
- Инструкция по применению классификации запасов твердых полезных ископаемых. Вып. 1. Металлы. Госгеолиздат, 1948.
- Инструкция по учету запасов полезных ископаемых и по заполнению формы № 1-зап. Госгеолтехиздат, 1954.
- Инструкция по применению классификации запасов к коренным месторождениям золота. Госгеолтехиздат, 1955.
- Каллистов П. Л. Технологическое опробование золоторудных месторождений. ОБТИ Главзолото, 1953.
- Каллистов П. Л. Учет высоких проб и самородков при подсчете запасов месторождений золота. ОБТИ Главспеццветмета, 1952.
- Косов Б. М., Остроменцкий Н. М. Оценка месторождений при поисках и разведках золота. Госгеолиздат, 1949.
- Краткий фотографический справочник. Под редакцией В. В. Пуськова. 1953.

- Крейтер В. М.** Основные принципы классификации и подсчета запасов полезных ископаемых. Изд. АН СССР, 1937.
- Крейтер В. М.** Поиски и разведки полезных ископаемых. Госгеолиздат, 1940.
- Крениг А. А.** Оценка результатов контрольных анализов разведочных проб. Советская геология, № 37, 1949.
- Крениг А. А., Пожарицкий К. Л., Розин А. А.** Руководство по подсчету запасов месторождений золота. ОБТИ Главзолота, 1940.
- Каменский Г. Н., Климентов П. П., Овчинников А. М.** Гидрогеология месторождений полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1953.
- Красников В. И.** Результаты экспериментальных работ по выявлению погрешностей подсчета запасов. Горный журнал, № 2, 1947.
- Кумпан С. В. и др.** Курс разведочного дела, ч. I, 1934; ч. II, Горгеонефтеиздат, 1937.
- Методы поисков и разведки полезных ископаемых.** Под ред. Г. Д. Ажгирея, Б. К. Брешенкова, А. П. Прокофьева и Л. А. Русинова. Госгеолтехиздат, 1954.
- Молчанов И. А.** Геометрический метод исследования дизъюнктивов и его применение для поисков смещенной части месторождения. Изв. Томского индустр. института им. С. М. Кирова, т. 60, вып. 1, 1939.
- Нелюбов Л. П. и Щеголев Д. И.** Методические указания по гидрогеологическим работам при разведке металлических руд и требования к отчетности при утверждении запасов в ВКЗ. Госгеолиздат, 1944.
- Обручев В. А.** Полевая геология, тт. I и II. Госуд. горное научно-техническое издательство, 1931.
- Пожарицкий К. Л. и др.** Основные вопросы опробования месторождений редких металлов. ОНТИ, Гл. ред. литературы по цветной металлургии, 1938.
- Пожарицкий К. Л.** Опробование месторождений цветных, редких металлов и золота. Металлургиздат, 1947.
- Приказ Министра геологии № 82—3 от 3 февраля 1953 г.** «Об утверждении классификации запасов месторождений твердых полезных ископаемых и положение о порядке передачи разведанных месторождений полезных ископаемых для промышленного освоения». Госгеолиздат, 1953.
- Прокофьев А. П.** Разведка и подсчет запасов некоторых месторождений металлов и ошибки, вскрытые при утверждении запасов. Материалы по методам разведки и подсчету запасов, под редакцией В. И. Смирнова, ВКЗ, вып. III, 1948.
- Прокофьев А. П.** Подсчет запасов металла по методу блоков в рудных зонах с гнездовым типом оруденения. Разведка недр, № 2, 1949.
- Прокофьев А. П.** Непроизводительные затраты средств и времени при разведке месторождений и составлении отчетов. Разведка недр, № 4, 1949.
- Прокофьев А. П.** Практические методы подсчета запасов рудных месторождений. Госгеолиздат, 1953.
- Разумовский Н. К.** Механический состав россыльного золота и новые данные по методике подсчета запасов россыпей. Журн. «Золотая промышленность», № 12, 1939.
- Рыжов П. А.** Геометрия недр. Углетехиздат, 1952.
- Семенов А. С.** Комбинированное профилирование в применении к проводящим жилам. Разведка недр, № 6, 1947.
- Смирнов В. И.** Применение различных методов в практике подсчета запасов. Вопросы теоретической и практической геологии. Сборник научных статей МГРИ, № 3, 1947.
- Смирнов В. И.** Подсчет запасов минерального сырья. Госгеолиздат, 1950.
- Смирнов В. И.** Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. Юб. изд. Моск. гос. университета, 1954.
- Соловьев В. Г.** Методы вариационной статистики в приложении к разведке и подсчету запасов месторождений полезных ископаемых. ГОНТИ, 1939.
- Сборник «Геохимические методы поисков рудных месторождений».** Изд. иностранной литературы, 1954.
- Сборник «К методике геологической съемки при поисках и разведках месторождений полезных ископаемых».** ВИМС. Госгеолтехиздат, 1955.
- Трушков Ю. И.** Точность разведочных данных и подсчет запасов на россыпях. Отдел технической информации Дальстроя. Магадан, 1955.
- Чайковский С. А.** Таблица элементов построения проекций буровых скважин с учетом их отклонений от начального азимута. Свердловск, 1941.
- Щеголев Д. И.** Рудничные воды. Углетехиздат, 1948.
- Щербakov М. В.** Азимутальное искривление буровых скважин и измерение его прибором системы Полякова. Разведка недр, № 5, 1948.
- Якшин А. А.** Опробование и подсчет запасов полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1954.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие	3
Введение	5
Глава первая. Основные вопросы геолого-структурного изучения золоторудных месторождений в связи с задачами разведки (П. С. Бернштейн)	10
1. Общие задачи изучения и разведки месторождений	10
2. Группировка месторождений по структурно-морфологическим признакам и расположению рудных тел	17
3. Выявление условий пространственного размещения рудных тел месторождений различных типов	19
Особенности разведки месторождений, приуроченных к зонам разломов и интенсивного рассланцевания	19
Особенности разведки месторождений, приуроченных к дайкам и их свитам	26
Особенности разведки месторождений, приуроченных к интрузивам и их контактовым зонам	28
Особенности разведки месторождений, приуроченных к структурам складчатой формы	31
Особенности разведки месторождений, приуроченных к границам толщ, различающихся по своим свойствам	33
Особенности разведки месторождений, приуроченных к литологически благоприятным горизонтам	34
4. Выявление границ распространения промышленного оруденения по площади	35
5. Установление предела распространения промышленного оруденения на глубину	37
6. Поиски смещенных частей рудных тел	40
Глава вторая. Методы разведки (П. Л. Калистов)	49
1. Общие положения	49
II. Группировка рудных тел по морфологическим признакам, строению, размерам и выдержанности оруденения	55
А. Морфологические типы рудных тел	55
1. Рудные тела горизонтального или близкого к нему залегания	55
Железные шляпы колчеданных месторождений	58
Залежи	55
2. Наклонные (пологопадающие и крутопадающие) и вертикальные рудные тела малой и средней (до 2—3 м) мощности	58
Наклонные и вертикальные жилы	58
3. Наклонные и вертикальные рудные тела большой (более 2—3 м) мощности	60
Жильные зоны	61
Жильные штокверки	61
Зоны вкрапленных руд	62
Линзообразные залежи	63
4. Наклонные и вертикальные рудные тела неправильной формы	63
Трубчатые, гнездообразные и других форм залежи	63
Б. Группировка рудных тел по размерам и выдержанности оруденения	63
Группа рудных тел «б»	64
Группа рудных тел «в»	65
Группа рудных тел «г»	65
III. Разведочная сеть	66
1. Виды разведочных выработок	67
Горные выработки	71
Буровые скважины	75

2. Формы разведочной сети	84
Условия применения различных форм разведочной сети при разведке рудных тел горизонтального или близкого к нему залегания	85
Формы разведочной сети при разведке рудных тел наклонного и вертикального залегания	88
Система поперечных вертикальных разрезов	91
Система продольных горизонтальных разрезов	92
Система непрерывных горизонтальных и вертикальных разрезов	93
3. Плотность разведочной сети	95
Плотность разведочной сети при разведке рудных тел малой и средней мощности выработками прослеживания	95
Плотность разведочной сети при разведке рудных тел средней и большой мощности секущими выработками	98
IV. Методы разведки месторождений, представленных рудными телами различных морфологических типов	100
1. Схема разведки рудных тел горизонтального или близкого к нему залегания	100
Железные шляпы	100
Залежи	103
2. Схема разведки наклонных и вертикальных рудных тел малой и средней мощности	108
Жилы	108
3. Схема разведки наклонных рудных тел большой мощности	114
Жильные зоны	119
Жильные штокверки	121
Зоны вкрапленных руд	125
Линзообразные залежи	127
4. Схема разведки рудных тел неправильной формы (трубчатой и гнездообразной)	129
Глава третья. Применение геофизических методов при разведке рудных месторождений золота (В. И. Седова)	
1. Физические свойства пород и руд	132
2. Общие вопросы методики полевых геофизических работ	135
3. Разведка кварцево-сульфидных жил и сульфидных залежей	136
4. Разведка кварцевых жил	141
5. Картирование геологических структур золоторудных месторождений	145
6. Проверка геофизических аномалий горными выработками	147
Глава четвертая. Гидрогеологические наблюдения при разведке золоторудных месторождений (А. П. Коротеев)	
1. Краткая характеристика подземных вод рудных месторождений	149
2. Гидрогеологические наблюдения в стадию предварительной разведки месторождения	150
3. Гидрогеологические наблюдения при детальной разведке месторождения	151
4. Изучение качества воды	152
5. Оценка физико-химического состава воды	154
Глава пятая. Топо-геодезические и маркшейдерские работы (Б. С. Русанов)	
Глава шестая. Геологическая документация при разведке золоторудных месторождений (М. Б. Бородаевская)	
1. Задачи документации	170
2. Порядок нумерации горных выработок	171
3. Объекты документации и составление условных обозначений	175
Вмещающие породы	175
Продукты гидротермального метаморфизма	179
Рудные тела	181
Элементы структуры	186
Условные обозначения	187
4. Порядок ведения документации	194
5. Содержание работ по документации горных выработок	195
Содержание зарисовок	195
Содержание описаний к зарисовкам	201
Замеры мощности и элементов залегания рудных тел	205

Взятие документационных образцов	205
Составление документационных карточек	206
6. Документация скважин наклонного и горизонтального бурения (А. А. Розин)	206
7. Фотодокументация горных выработок (П. С. Бернштейн)	225
Глава седьмая. Обработка и обобщение данных геологической документации	
(М. Б. Бородаевская)	228
1. Состав работ и организация обработки материалов	228
2. Составление сводных геологических документов	230
Геологические карты	230
Погоризонтные геологические планы	233
Поперечные разрезы	236
Продольные проекции	236
3. Составление блокдиаграмм и моделей (П. С. Бернштейн)	237
4. Геометризация рудных тел (П. С. Бернштейн)	239
5. Сводные описания рудных тел и горизонтов	240
Глава восьмая. Опробование (П. Л. Каллистов)	242
I. Отбор проб в горных выработках	242
1. Способы отбора проб	242
2. Основные факторы, влияющие на выбор способа отбора проб	244
3. Условия применения различных способов отбора проб	248
4. Размещение проб в рудных телах и выработках	253
5. Секционные пробы	255
6. Расстояния между пробами	257
II. Опробование буровых скважин	258
III. Обработка проб	261
1. Назначение обработки проб и составляющих ее операций	261
2. Определение необходимого веса и измельчения проб в процессе их обработки	263
3. Использование и хранение дубликатов и остатков проб	266
IV. Определение объемного веса	269
V. Наблюдения за кусковатостью руды	271
VI. Документация опробования	273
VII. Контроль опробования	285
1. Контроль анализов	286
2. Контроль обработки проб	294
3. Контроль пробоотбора	296
4. Общий контроль результатов опробования	298
VIII. Технологическое опробование	301
1. Назначение технологического опробования и технологических испытаний	301
2. Требования, предъявляемые к составу технологических проб	302
3. Технологическое опробование и технологические испытания в различных стадиях разведки и в процессе эксплуатации	303
4. Отбор и приготовление малых технологических проб	305
В условиях разведочных работ	305
На разрабатываемых месторождениях	307
5. Отбор больших технологических проб	309
6. Отбор заводских технологических проб	310
7. Документация и паспорта технологических проб	311
Глава девятая. Классификация запасов и условия отнесения их к категориям (П. Л. Каллистов)	314
I. Классификация запасов по категориям разведанности	314
1. Запасы категории А ₂	314
2. Запасы категории В	319
3. Запасы категории С ₁	322
4. Запасы категории С ₂	327
II. Разделение запасов по видам добычи	328
III. Разделение запасов по природным сортам руд, требующим различной технологической обработки	329
Глава десятая. Оконтуривание запасов (П. Л. Каллистов)	333
1. Бортовое и минимально-промышленное содержания	334

2. Приемы оконтуривания	338
Оконтуривание со стороны кровли и почвы рудного тела	338
Оконтуривание рудных тел по простираанию и падению	340
3. Применение коэффициента рудоносности	346
Глава одиннадцатая. Определение средней мощности рудного тела и среднего содержания золота при подсчете запасов (П. Л. Каллистов)	348
1. Определение средней мощности	348
2. Определение среднего содержания золота	349
Определение среднего содержания по секущим выработкам	350
Определение среднего содержания по выработкам прослеживания	351
Определение среднего содержания по блокам	353
3. Учет высоких проб при вычислении среднего содержания золота	356
Ограничение высокой пробы в зависимости от показаний соседних проб	357
Ограничение высоких проб в зависимости от среднего содержания по выработке, блоку или рудному телу	357
Ограничение высоких проб уменьшением длины интервала их влияния или статистического веса	357
Ограничение высоких проб постоянным пределом	358
Ограничение высоких проб в зависимости от результатов выборочного контрольного опробования	358
Ограничение высоких проб с помощью построения кумулятивной кривой	359
Ограничение высоких проб по формуле, рекомендуемой Г. И. Вилесовым	359
Ограничение высоких проб по величине их влияния на выводимое среднее содержание	360
Ограничение высоких проб по величине их математического ожидания	362
Глава двенадцатая. Основные способы подсчета запасов золоторудных месторождений (П. Л. Каллистов)	381
1. Общая характеристика способов подсчета запасов и условий их применения к месторождениям золота	381
2. Способы эксплуатационных и геологических блоков (продольных проекций)	388
3. Способы разрезов	392
Способ горизонтальных разрезов	392
Способ вертикальных разрезов	399
4. Особенности и примеры подсчета запасов рудных тел различных морфологических типов	412
Железные шляпы	412
Залежи и жилы горизонтального или близкого к нему залегания	417
Наклонные и вертикальные жилы	421
Жильные зоны	425
Жильные штокверки	429
Зоны вкрапленных руд	429
Линзообразные залежи	429
Трубы и гнезда	432
Глава тринадцатая. Подсчет запасов сопутствующих золоту компонентов (А. П. Прокофьев)	434
Глава четырнадцатая. Составление сводных отчетов по результатам геолого-разведочных работ (М. Б. Бородаевская)	440
1. Текст отчета	440
2. Таблицы к материалам по подсчету запасов	449
3. Графические материалы	449
4. Материалы по документации геолого-разведочных работ и другие исходные данные для подсчета запасов	450
Литература	451

Редакторы А. Л. Вильшанский и А. П. Божинский. Корректор А. Г. Покровский

Т-05906. Сдано в набор 27/XII—1955 г. Подписано к печати 28/V—1956 г.
Бумага 70×108¹/₁₆. Объем 28,5 печ. л. + 27 вклеек.

Заказ 5739. Типография им. Воровского, Москва Тираж 1000 экз.