

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР СПОСОБОВ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Н. В. Иванов

При геологической съемке, поисках и особенно разведке месторождений полезных ископаемых очень важная роль отводится геофизическим и геологоразведочным работам.

В результате бурения скважин и проходки горных выработок решаются следующие задачи: а) устанавливаются положение рудных тел в разрезе, их границы и мощность, что служит основанием для вычисления координат в точках пересечения рудных тел геологоразведочной выработкой; б) выделяются природные типы, а нередко промышленные сорта руд и тем выявляется строение рудных залежей; в) производится отбор каменного материала, что помогает исследованию минерального состава руд и их опробованию. Обобщение данных по ряду геологоразведочных выработок позволит установить размеры, форму и условия залегания рудных тел, выяснить горнотехнические условия разработки месторождения.

В ряде случаев выбор способа разведки обуславливается назначением выработок, в частности отбором технологических проб большого веса для полужавовских испытаний. При проходке горных выработок, особенно специального назначения, решается ряд дополнительных задач, имеющих важное значение при исследовании руд и оценке месторождений. Например, при проходке горных выработок иногда классифицируют кусковатые руды по крупности, устанавливают выход слюды, кристаллов оптического сырья, валунчатых руд и т. д. Полученную рудную массу в большом количестве используют для выяснения возможности организации ее рудоразборки, определения коэффициента разрыхления руд и вмещающих пород, надежного определения объемного веса руд, отбора представительных технологических проб и т. д.

Разведка бурением по сравнению с разведкой горными выработками требует меньшей затраты труда, энергии и оборудования.

В настоящее время буровые скважины в два-три раза проходят быстрее горных выработок, средняя стоимость проходки 1 м скважин в три-четыре и более раз меньше подземных горных выработок. Однако разница между общей стоимостью разведки бурением и горными выработками, как правило, небольшая.

Выбор способа разведки обуславливается общеэкономическими, горнотехническими и геологическими¹ условиями, задачами, стоящими перед разведкой, и целевым назначением отдельных выработок.

I. Под общеэкономическими условиями понимаются наличие и состояние путей сообщения, энергетической базы, воды, крепежного леса, а также географическое положение. Эти условия оказывают большое влияние на проведение горных выработок, бурение скважин и производство геофизических исследований. Однако отдельные условия нередко оказывают преимущественное, иногда решающее влияние на выбор способов разведки. Проведение горных выработок с применением современной механизации более энергоемко, чем разведка скважинами. Для проведения горных выработок необходимо больше материалов (особенно в слабоустойчивых породах) и оборудования, более громоздкого, чем буровое. Таким образом, хорошее состояние путей сообщения, наличие на месторождении энергетической базы и крепежного леса при прочих равных условиях благоприятно для применения горных работ. При очень затяжных и выюжных зимах целесообразно разведочные работы переносить под землю.

II. Под горнотехническими условиями понимаются рельеф местности, глубина и условия залегания тел полезных ископаемых, их физические и химические особенности, развитие пострудной тектоники, характер пород геологического разреза и водоносность разведываемого участка.

1. Резко пересеченный рельеф благоприятен для проходки штолен, но препятствует применению буровых работ (затрудняется транспортировка оборудования, иногда подача воды на скважины, а в ряде случаев приходится готовить площадки для установки буровых агрегатов). Равнинный рельеф, наоборот, благоприятствует применению буровых работ.

2. Соотношение рельефа с элементами залегания тел полезных ископаемых оказывает существенное влияние на выбор способов разведки и организацию разведочных работ. Наиболее благоприятно для горных работ простираение тела полезных ископаемых перпендикулярно склону и выход на поверхность. В этом случае, если позволяет высота склона, можно одновременно проходить несколько штолен на разной высоте, причем штольни играют роль штреков. Такая методика разведки широко и успешно применялась на Северо-Осетинских полиметаллических месторождениях. Также благоприятно для проходки горных выработок простираение тела полезных ископаемых вдоль склона и падение, параллельное склону. В этом случае длина штолен, играющих роль квершлаггов, примерно остается постоянной на разных высотах. Значительно хуже, если тела полезных ископаемых падают в обратном направлении; при этом длина каждой штольни на нижележащем горизонте последовательно возрастает. В таком случае невыгодно применять и буровые скважины, так как каждая последующая скважина, заданная с целью подсеечения рудного тела на более глубоких горизонтах, будет перебуривать все более мощную толщу пород, лежащих выше выхода тела полезного ископаемого на поверхность склона. В таких условиях целесообразна комбинация способов: проходка ряда штолен (которые играют роль квершлаггов) с подземным колонковым бурением скважин из горных выработок для освещения нижележащих горизонтов и обширные геофизические исследования.

¹ Общеэкономические, горнотехнические и отчасти геологические условия, влияющие на выбор способов разведки, рассмотрены нами с использованием данных В. И. Смирнова [6].

3. Увеличение глубины залегания тел полезных ископаемых обуславливает переход на разведку буровыми скважинами, а при глубоко залегающих перекрытых телах главные разведочные задачи (определение масштаба месторождения и качества полезного ископаемого) решаются при помощи буровых скважин, так как при этом разведочные работы будут проведены быстрее и с меньшими затратами, а техника их проведения значительно проще. В этих условиях исключительно широко применяются различные методы каротажа скважин и другие геофизические исследования.

4. Условия залегания тел полезных ископаемых также оказывают влияние на выбор способов разведки. Например, горизонтально и полого залегающие тела могут разведываться вертикальными скважинами любого вида бурения, а при неглубоком залегании — и вертикальными горными выработками (шурфами и дудками). Крутопадающие тела полезных ископаемых, особенно малой и средней мощности, могут разведываться наклонными скважинами только колонкового бурения или горными выработками (главным образом подземными).

Как правило, интенсивно проявленная пострудная сбросовая тектоника очень осложняет методику разведки месторождений, а иногда вынуждает отказываться от преимущественного применения разведочного бурения с поверхности и широко применять подземное бурение скважин. Например, разведка скважинами пластового месторождения марганцевых руд, осложненного многочисленными сбросами, смешивающими рудный пласт на единицы и десятки метров, оказалась неэффективной. На разведку этого небольшого и небогатого месторождения затрачено около 3,5 млн. руб., стоимость разведанной тонны запасов категории А + В составила 2—2,5 руб., т. е. примерно половину стоимости добычи руды; однако в процессе эксплуатации потребуются доразведка месторождения горными выработками [5]¹. В таких случаях целесообразны разведки горными выработками с широким развитием подземного бурения. С целью выявления и определения положения сброшенных частей некоторых рудных тел широко используют геофизические методы поисков, в частности метод радиоволнового просвечивания и др.

5. Физические и химические свойства тел полезных ископаемых и вмещающих пород также имеют существенное значение для выбора способов разведки. При использовании геофизических методов разведки различие этих свойств имеет решающее значение. Такие свойства, как хрупкость (особенно различие хрупкости и вязкости минералов, слагающих руду), трещиноватость, рыхлость и сыпучесть, обуславливающие избирательное истирание керна и низкий выход или полную потерю его, затрудняют, а иногда исключают применение колонкового бурения. Если полезное ископаемое легко растворяется в воде, необходимо учесть его состав и степень растворимости. Если тела полезных ископаемых неустойчивы или имеют высокую крепость, то при разведке подземными горными выработками обычно стремятся пройти штреки в непосредственно вмещающих более мягких или более устойчивых породах, а рудные тела вскрыть ортами или подземными скважинами колонкового бурения.

Сильная водообильность пород геологического разреза (приток воды в выработки свыше 20—50 м³/ч) препятствует проходке подземных горных выработок, а также разведке месторождения шурфами.

¹ Примеры приводятся только для тех случаев, значение которых в литературе иногда не доучитывается.

В этих условиях в настоящее время эффективнее проводить разведку буровыми скважинами.

III. Большое, часто решающее влияние на выбор способов разведки оказывают геологические особенности, определяемые генезисом месторождения полезных ископаемых: форма рудных тел и распределение металла, характер ограничения и размеры рудных тел, а также структура рудного поля.

1. Форма рудных тел имеет существенное влияние на выбор способов разведки, одной из важнейших задач которой является определение объема рудных тел. Особенно влияют сложность формы и размеры рудных тел. Сложность формы рудных тел обусловлена главным образом изменчивостью мощности. К простым по форме рудным телам относят пластовые залежи осадочного происхождения (обычно морского образования), иногда месторождения собственно магматического генезиса; к сложным — четковидные жилы, рудные столбы, гнезда, трубы и другие рудные тела, главным образом гидротермального генезиса. Для определения объема и формы пластовых рудных тел, естественно, требуется несравненно меньшее число пересечений выработок, чем для определения объема и формы сложных рудных тел. Когда для решения задачи необходимо большое число пересечений, целесообразнее разведку проводить горными выработками.

2. На крупных, простых по форме месторождениях главные задачи разведки могут быть решены бурением скважин, а при разведке железорудных месторождений (магнетитовых и даже гематитовых), хромитовых, сульфидных и т. д. — и геофизическими методами.

3. Штоки, а также полого и горизонтально залегающие залежи успешно могут разведываться бурением вертикальных скважин. Если крепость руд и вмещающих пород высокая, залежи имеют большую мощность и лежат на глубине не выше 300 м, то с большим экономическим эффектом и достоверностью может применяться ударно-канатное механическое бурение. Например, в условиях разведки Каджаранского месторождения себестоимость проходки 1 пог. м скважин колонковым бурением равна 28,25 руб., а ударно-канатным — 5,27 руб., т. е. менее чем в 5 раз [4].

4. Устойчивость распределения металлов обусловлена прерывностью (или непрерывностью) оруденения и степенью неравномерности распределения металлов в оруденелых участках. Степень прерывности оруденения может быть выражена коэффициентом рудоносности, а степень изменчивости распределения металла — коэффициентом вариации. Таким образом, чем ниже коэффициент рудоносности и выше коэффициент вариации, тем сложнее условия разведки. В. И. Смирнов выделяет рудные тела: 1) с непрерывным оруденением и равномерным распределением металла; 2) с непрерывным оруденением и неравномерным распределением металла; 3) с прерывным оруденением и равномерным распределением металла; 4) с прерывным оруденением и неравномерным распределением металла [6].

Рудные тела первой и третьей группы представлены месторождениями осадочного генезиса, реже — осадочно-метаморфического и еще реже — магматического. Рудные тела осадочного происхождения первой группы представлены морскими образованиями (месторождения железа и марганца), третьей группы — озерно-болотными платформенными. Естественно, что для разведки месторождений первой группы требуется минимальное число пересечений рудных тел выработками. Но так как для обеих групп характерно равномерное распределение ме-

талла, то ведущим способом их разведки являются буровые скважины.

Рудные тела второй и четвертой группы представлены в основном постмагматическими месторождениями цветных, редких и благородных металлов. При разведке этих месторождений обычно широко используют горные выработки. Разведка проводится комбинацией буровых скважин, горных выработок и геофизических методов. Как правило, чем меньше коэффициент рудоносности и чем больше коэффициент вариации, тем большее значение приобретают горные выработки. ✓

5. На выбор способов разведки оказывает влияние и характер ограничения рудных тел. Наиболее простой случай — когда границы рудных тел с вмещающими их породами четкие, сложный — когда рудное тело не имеет естественных границ, т. е. руда постепенно и незаметно переходит в пустую породу. В последнем случае границы рудных тел устанавливаются по данным опробования. При разведке скважинами колонкового бурения с потерей керна могут существенно исказиться контуры кондиционных руд (рудных тел).

6. На выбор способов разведки, организацию разведочных работ и стоимость разведанной тонны руды оказывает огромное влияние масштаб месторождения — площадное развитие и особенно мощность тел. При разведке крупных рудных тел число пересечений их получается большим, чем обеспечивается достоверность разведочных данных. При разведке скважинами рудных тел малых размеров обычно не получают достаточного количества данных для достоверного определения их объема, строения и качества руд, а иногда и для определения элементов залегания рудных тел. Если рудные тела малых размеров находятся на относительно большой глубине, то при оконтуривании проходит относительно большое число пустых (не пересекающих рудные тела) скважин. При разбуривании маломощных тел даже при небольшой потере керна возникает большая погрешность в определении объема рудных тел и качества руд. Поэтому рудные тела малых размеров и небольшой мощности целесообразнее разведывать горными выработками или комбинацией буровых скважин, горных и геофизических работ. Таким образом, чем больше размер рудных тел, особенно мощность, тем больший удельный вес при разведке приобретают буровые работы и тем меньше стоимость тонны разведанной руды. На стоимость разведки огромное влияние оказывают глубина и условия залегания, площадь и особенно мощность рудных тел: чем больше мощность, тем ниже стоимость тонны разведанной руды.

7. Структура рудного поля в ряде случаев оказывает существенное влияние на выбор способов разведки месторождений полезных ископаемых. Наиболее простыми считаются такие условия разведки, когда в пределах рудного поля и отдельных месторождений встречаются сравнительно крупные одиночные рудные тела. Значительно усложняются условия разведки, когда отдельные месторождения представлены рудными зонами с целой серией часто параллельно залегающих рудных тел, с развитием слепых рудных тел, апофиз и оруденелых измененных вмещающих пород. Особенно затруднена разведка сложных рудных зон при залегании в однородной по составу и строению толще вмещающих пород. Разведка таких месторождений буровыми скважинами может привести к неправильной промышленной оценке месторождений, причем наиболее грубые ошибки обычно обусловлены неправильным пониманием структуры месторождений. В таких случаях по результатам буровой разведки отдельные мелкие рудные тела могут быть увязаны в одно более крупное рудное тело, и наоборот, крупное

рудное тело с неустойчивой мощностью может быть представлено серией мелких рудных тел. Кроме того, относительно мелкие, но имеющие промышленное значение рудные тела могут быть совершенно пропущены, а при пересечении под острым углом мелкие прожилки могут быть приняты за отдельные рудные тела. Например, при разведке колонковым бурением сплошных колчеданных руд Кировоградского района на Среднем Урале было установлено 9 рудных тел, а по данным разработки — 21.

Несмотря на то, что в процессе разработки было открыто большое число новых тел, запасы меди не возросли, а несколько уменьшились, так как по данным разведки буровыми скважинами мелкие рудные тела были увязаны в крупные. Иногда показатели разработки и показатели разведки буровыми скважинами резко отличны. Запасы меди, установленные разведкой буровыми скважинами по категории В + С₁ на колчеданных месторождениях вышеуказанного района по линзам 2—5 составили меньшее количество, чем в процессе разработки этих линз [1]. Ошибка составляет минус 36% определяемой величины, не считая того, что контуры рудных тел существенно изменяются. А. Б. Генбом приводит результаты разведки месторождения Левиха II колонковым бурением по сетке 50×60 м до горизонта 285 м и данные, полученные по результатам разработки в пределах разведанных границ: по данным разведки — рудных тел 8; по данным разработки — 24; относительная погрешность определения запасов минус 45,4% определяемой величины.

Предварительная разведка буровыми скважинами Шамлугского медного месторождения, проведенная по ранее принятой схеме без учета новых данных по структуре рудного поля на глубоких горизонтах, также привела к ошибочным результатам. В процессе разведки вертикальными скважинами колонкового бурения было установлено 12 рудных тел, а детальная разведка горными выработками с широким применением подземного бурения установила лишь две тонкие жилы; при этом запасы уменьшились в 18 раз. Одновременно на других участках рудного поля детальной разведкой установлены крупные рудные тела, не подсеченные скважинами, пробуренными с поверхности. Такие скважины вследствие искривления проходят параллельно падению рудных тел [7].

Таким образом, при разведке (особенно детальной) месторождений со сложной структурой рудного поля следует применять горные выработки и широко использовать подземное колонковое бурение и геофизические исследования.

IV. Выбор способов разведки зависит также от задач, стоящих перед разведкой, целевого назначения выработок и вероятного способа вскрытия месторождения при разработке. Как известно, эксплуатационная, а нередко и детальная разведка при подземной разработке тел полезных ископаемых проводится главным образом горными выработками, а при открытой — в основном буровыми скважинами. Для промышленной оценки месторождений оптического сырья, алмазов, драгоценных камней, иногда месторождений платины и золота, реже сурьмы и слюды, довольно часто строительного и особенно облицовочного и поделочного камней проводится пробная эксплуатация с применением соответствующих горных работ. Полученные при проходке горных выработок и эксплуатационной разведке полезные ископаемые по установленным ценам сдаются соответствующим потребителям. Такая реализация полезных ископаемых частично компенсирует расходы на разведку. Контроль разведочных данных, полученных при

бурении скважин, отбор технологических проб большого веса, а также определение объемного веса сильно трещиноватых и относительно сильно выщелоченных руд производятся при помощи горных выработок специального назначения.

V. При разведке рудных тел, особенно средней и малой мощности с крутым падением, скважинами наибольшее число пробуренных метров приходится на вмещающие породы висячего бока. Если в таких же условиях провести разведку подземными горными выработками, то как правило, большая часть их пройдет по рудному телу. Это, безусловно, является достоинством разведки горными выработками. Таким образом, чтобы результаты разведки буровыми скважинами и горными выработками были сопоставимы, потребовалось бы резко увеличить их общую протяженность по сравнению с суммарной длиной горных выработок. В результате разница затрат на разведку бурением и горными выработками в ряде случаев заметно сглаживается. Кроме того, при разведке подземными горными выработками оконтуривание рудных тел происходит при непрерывном вскрытии границ этих тел выработками с небольшим применением интерполяции. Рудные тела, пересеченные скважинами, оконтуриваются только интерполяцией и частично экстраполяцией.

При разведочном бурении скважин непосредственный осмотр пересеченного рудного тела невозможен — наблюдение в основном производится по поднятому керну, а полученный керн не всегда обеспечивает отбор представительных проб. В подземных горных выработках наблюдения проводят систематически, с большой достоверностью определяется мощность рудных тел и ведется геологическая документация и картирование вскрытых рудных тел. При этом устанавливаются элементы залегания и строение рудных тел (путем выделения природных типов и промышленных сортов руд и определения их пространственного положения). Разведка рудных тел горными выработками обеспечивает возможность отбора представительных проб и осуществление повторного контрольного опробования.

При разведке месторождений полезных ископаемых бурением, особенно колонковым, проектируемая точка пересечения рудного тела скважиной почти никогда не совпадает с фактической, что влияет на точность результатов разведки. Эти отклонения возникают за счет зенитного и азимутального искривлений скважин. Например, при разведке Шамлугского медного месторождения скважины 114 и 115, заданные с поверхности на расстоянии 55 м одна от другой, на глубине 240 м сблизились до 1 м. Обе скважины пересекли руду. Позднее горными выработками установлено небольшое гнездо ($1,5 \times 2,0$ м) [7]. Измерения искривлений скважин полностью не устраняют неточностей, вызванных искривлением. Мощность рудных тел при пересечении их скважинами определяется тоже неточно. Возникающие иногда за счет потери керна погрешности зависят и от величины угла между буровым снарядом и телом полезного ископаемого. Таким образом, при разведке тел полезных ископаемых скважинами колонкового бурения очень часто возникает погрешность определения координат рудного тела в точках его пересечения, а неполный выход керна и наличие избирательного истирания искажают качественную характеристику полезного ископаемого. Все это приводит к неправильному определению формы и элементов залегания рудных тел, их объема, запасов металла, а иногда и к принципиальным ошибкам в оценке месторождений полезных ископаемых. В результате искривления скважин запасы руд на глубоких горизонтах должны относиться к более низким

Способы разведки месторождений полезных ископаемых на различных этапах изучения

Этапы изучения месторождений	Горные выработки	Буровые скважины
Предварительные поиски	Ведущие способы: аэрофотосъемка, геологическая съемка, шлиховая съемка, геохимические и геофизические (особенно аэрогеофизические) методы поисков и проходка мелких горных выработок Расчистки, борозды, закопшки, канавы, редко шурфы и дудки	Мелкие скважины вращательного и ударно-вращательного бурения, редко картировочные скважины колонкового бурения (на месторождениях, перекрытых мощными молодыми отложениями, или на глубоко залегающих слепых месторождениях)
Детальные поиски	Ведущие способы те же, что и при предварительных поисках, проводятся более детально на основе крупномасштабных съемок и широкого применения геофизических (в основном наземных) исследований, и, кроме того, проходка мелких горных выработок со значительно большим объемом, чем на предыдущем этапе Расчистки, борозды, закопшки, канавы, шурфы и дудки	В небольших объемах бурение колонковых скважин (обычно одиночных) с целью расшифровки геофизических аномалий, особенно слепых и перекрытых рудных тел, подсечения неизмененных первичных сульфидных руд, а также для установления на глубине рудных тел и определения или уточнения их условий залегания
Предварительная разведка	Ведущие способы: бурение скважин, геофизические методы, особенно каротаж Канавы, шурфы, дудки, редко подземные горные выработки: штольни, иногда разведочные шахты, квершлаг и штреки, рассечки и орты	Бурение скважин, особенно колонковой, реже ударно-канатное Ведущие способы: 1) на крупных месторождениях простой формы с устойчивой и большой мощностью и относительно равномерным распределением компонентов (особенно на перекрытых и глубоко залегающих слепых телах) — бурение с применением геофизических методов для решения основных задач разведки, в том числе горнотехнических условий эксплуатации; 2) на мелких и средних месторождениях со сложной структурой рудного поля и формой рудных тел, с изменчивой мощностью, неравномерным и весьма неравномерным распределением компонентов (особенно если тело лежит в однородном и немом разрезе и сильно разбито пострудной тектоникой) — комбинированные способы: на верхних горизонтах (обычно на одном-двух) горные выработки в комбинации с подземным бурением, на нижележащих горизонтах — буровые скважины (с поверхности); геофизические методы

Этапы изучения месторождений	Горные выработки	Буровые скважины
<i>таблица</i> <i>разведки</i>	При открытой разработке неглубоко и горизонтально залегающих рудных тел — шурфы и дудки. При подземной разработке — штольни, эксплуатационно-разведочные шахты, квершлаг, штреки, орты, расчечки и восстающие	При открытой разработке — колонковое бурение. При крупных, относительно неглубоко лежащих рудных залежах с большой мощностью, расположенных в крепких породах и представленных крепкими рудами с относительно равномерным распределением компонентов, — ударно-канатное бурение. При подземной отработке — колонковое бурение из подземных горных выработок (особенно станком ГП-1)*. При рассыпных месторождениях — ударно-вращательное (в том числе и ручное) бурение
Эксплуатационная разведка	Ведущие способы: подземные горные выработки, иногда бурение с широким применением различных видов каротажа Горнокапитальные и горно-подготовительные выработки, шахты, квершлаг, штольни, штреки, орты, расчечки, восстающие, гезенки и другие выработки	При открытой разработке рудных тел — колонковое и ударно-канатное бурение; при подземной отработке подземное колонковое бурение с целью пересечения рудных тел большой мощности, уточнения строения рудной залежи, а также поисков сброшенных частей рудных тел и слепых рудных тел

* С целью вскрытия рудных тел большой мощности, апофиз и параллельно лежащих второстепенных рудных тел, а также поисков слепых и сброшенных частей рудных тел. Для решения этих задач иногда применяют бурение глубоких шпуров.

категориям, чем на верхних, несмотря на одинаковую плотность разведочной сети (с поверхности).

Рассмотрев вероятные способы разведки на различных этапах изучения месторождений (см. таблицу), приходим к заключению, что учет всех факторов, влияющих на выбор способов разведки, а также учет разрешающей способности каждого способа может обеспечить правильный выбор их.

Следует отметить, что при разведке (особенно детальной) часто необоснованно применяют буровые скважины. В период предварительной разведки широко практикуется проведение мелких горных выработок и бурение скважин. При выборе способов детальной разведки необходимо учитывать прежде всего промышленную ценность месторождения (с точки зрения масштаба запасов, качества полезного ископаемого), вероятные сроки освоения, систему вскрытия и разработки. Если промышленная ценность месторождения и сроки его освоения не вызывают сомнений, то при условии вероятной подземной разработки разведку верхних горизонтов следует проводить в основном горными работами с применением подземного бурения скважин. Современная техническая вооруженность геологоразведочных работ позволяет успешно и широко использовать горные выработки при разведке месторождений полезных ископаемых.

При выборе способов разведки следует иметь в виду, что большая часть горных выработок может быть с успехом использована в процессе подготовки месторождения к разработке. Использование горно-разведочных выработок при эксплуатации уменьшит затраты и сократит срок подготовки к разработке, в результате значительная часть средств с разведки месторождения может быть отнесена на освоение месторождения. Имея в виду использование горных выработок при эксплуатации месторождения, сечение всех выработок коммуникационного значения надо выбирать не менее $5,2\text{—}6,5\text{ м}^2$, сечение выработок, заданных только для разведочных целей (орты, расчетки и т. д.), — $3,6\text{—}2,7\text{ м}^2$. Кроме того, все горизонтальные выработки должны быть пройдены с восстанием не более $0,003\text{—}0,005$. При проведении выработок нельзя допускать резких искривлений. Широкое использование подземных горных работ обязывает учитывать также вероятную систему разработки и в соответствии с этим принимать высоту этажа и размеры эксплуатационных блоков.

Следует учесть возможное резкое увеличение разрешающей способности геофизических методов исследования, которое позволит шире применять геофизические методы не только при поисках месторождений полезных ископаемых, но и при их разведке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Генбом А. Б. Достоверность разведки сплошных колчеданных руд Кировоградского района на Среднем Урале. «Разведка и охрана недр», 1957, № 5.
 2. Крейтер В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых, ч. 2. Госгеолиздат, 1961.
 3. Кумпан С. В., Домарев В. С., Мурашов Д. Ф., Погребницкий Е. О. и др. Курс разведочного дела, ч. II. ОНТИ, 1937.
 4. Магакян Л. Б. Техничко-экономическое сравнение ударно-канатного и колонкового бурения в условиях Каджаранского месторождения. «Разведка и охрана недр», 1958, № 2.
 5. Пожарицкий К. Л. Пути увеличения эффективности геологоразведочных работ и борьба с излишествами в них. «Советская геология», 1958, № 1.
 6. Смирнов В. И. Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. Изд-во МГУ, 1957.
 7. Теряев А. С. Особенности структуры и методики разведки Шамлугского месторождения. «Разведка и охрана недр», 1958, № 1.
 8. Тыжнов А. В. О стоимости разведки. «Разведка и охрана недр», 1955, № 5.
-