МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ
(ВСЕГИНГЕО)

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ ИХ РАЗВЕДКЕ

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ
(ВСЕГИНГЕО)

Утверждаю
Заместитель министра геологии СССР
В. А. Ярмолюк
9 апреля 1973 г.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ ИХ РАЗВЕДКЕ

МОСКВА, «НЕДРА», 1975

УДК 624.131 : 550.8

Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке. М., «Недра», 1975, 52 с. (ВСЕГИНГЕО).

Инструкция содержит типизацию месторождений твердых полезных ископаемых по сложности инженерно-геологических условий их разработки и требования к изучению этих условий на разных стадиях разведки с учетом открытого и подземного способов эксплуатации (в том числе в области с многолетнемерзлыми породами). Регламентируются виды, содержание и объемы основных инженерно-геологических работ — полевых, лабораторных и камеральных.

В приложении показаны особенности инженерно-геологического изучения месторождений различных видов полезных ископаемых — угольных, рудных и др.

Инструкция предназначена для руководства при инженерно-геологических работах, проводимых геологоразведочными организациями Министерства геологии СССР при разведке месторождений твердых полезных ископаемых.

Составили: Г. Г. Скворцов, Н. Г. Бобов, А. К. Кориковская.

Инструкция одобрена Экспертной комиссией секции гидрогеологии и инженерной геологии Научно-технического совета Министерства геологии СССР в составе: С. А. Гурьева (председатель), М. В. Чуринова (зам. председателя), Г. А. Голодковской, А. Ф. Зильберборда, С. А. Криворога, В. И. Кузькина (секретарь), при участии В. Д. Бабушкина, П. А. Дворцова.

И 20806 — 010
043 (01) — 75

© Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО), 1975.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с ростом объемов геологоразведочных работ на месторождениях твердых полезных ископаемых, а также увеличением глубин разведки и разработки месторождений возникает необходимость в повышенных требованиях к изучению их инженерно-геологических условий. Если проблемы, связанные с изучением гидрогеологических условий месторождений, довольно подробно освещены в литературе, то изучению инженерно-геологических условий месторождений, в особенности приуроченных к скальным и полускальным породам и залегающих на больших глубинах, долгое время уделялось меньше внимания. В связи с этим недостаточно четко предъявлялись и требования к инженерно-геологическому изучению месторождений при их разведке и при утверждении запасов в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых СССР (ГКЗ).

Инженерно-геологические работы при разведке месторождений выполняются с целью оценки инженерно-геологических условий месторождений для обоснования утверждения запасов полезного ископаемого в ГКЗ и проектирования горных работ. На основе инженерно-геологического изучения месторождений могут быть выбраны наиболее оптимальные проектные решения, в связи с чем затраты на инженерно-геологические работы оправдываются при строительстве и эксплуатации шахт и карьеров.

Настоящая инструкция составлена институтом ВСЕГИНГЕО по заданию ГКЗ СССР с использованием материалов ВСЕГИНГЕО, ВНИМИ, а также геологоразведочных, проектных и научных организаций.

С учетом пожеланий Экспертно-технического Совета ГКЗ СССР инструкция составлена единой для разведуемых месторождений, намечаемых к разработке как открытым, так и подземным способами, с выделением кратких разделов, освещающих особенности инженерно-геологического изучения месторождений различных видов минерального сырья (угольных, рудных, месторождений соли и др.).

В инструкции приводятся объемы инженерно-геологических работ для различных их видов. Однако следует иметь в виду, что установление объемов инженерно-геологических работ часто является сложной задачей в связи с разнообразием природных условий месторождений и многочисленностью факторов, оказывающих на них влияние, и требует творческого подхода.

Гидрогеологические исследования в инструкции рассматриваются только с точки зрения проблем, стоящих перед инженерно-геологическим изучением месторождений. Характеристика гидрогеологических условий разведуемого месторождения должна приводиться в специальном разделе отчета о геологоразведочных работах на месторождении.

В инструкции сделаны ссылки на опубликованные методические работы (перечисленные в списке литературы), которыми необходимо руководствоваться при проведении различных видов исследований.

В ней учтены замечания и предложения, содержавшиеся в отзывах 35 геологоразведочных, проектных, научных организаций и рецензентов — Г. А. Голодковской, А. Ф. Зильберборда и А. И. Шеко. Инструкция рассмотрена и одобрена секцией инженерной геологии Ученого совета ВСЕГИНГЕО и Экспертной комиссией секции гидрогеологии и инженерной геологии Нучно-технического совета Министерства геологии СССР.

I. ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ОСВЕЩАЕМЫЕ ПРИ РАЗВЕДКЕ

§ 1. Физико-географические условия

Физико-географические условия района месторождений имеют большое значение для горных работ и в особенности для открытого их способа.

Климат. При намечаемой открытой разработке месторождений важное значение имеют количество и интенсивность атмосферных осадков (твердых и жидких), их суточные максимумы, температура воздуха, преобладающее направление и максимальные скорости ветра, режим накопления и схода снежного покрова, глубина сезонного промерзания и протаивания пород. Эти данные имеют значение также для целей различного наземного строительства (надшахтных сооружений, различных коммуникаций, жилых поселков и др.) и для проектирования вентиляционных сооружений.

Рельеф района определяет условия горных работ, а также наземного строительства. Например, в районах с гористым рельефом строительство часто затруднено, в них развиты неблагоприятные современные геологические явления — оползни, обвалы, сели, снежные лавины и пр., представляющие опасность как для карьеров, так и для надшахтных сооружений и другого наземного строительства.

Растительный покров важен как фактор тепло- и влагообмена. В сочетании с другими факторами он оказывает влияние на инженерно-геологические свойства пород, залегающих близ поверхности и на их промерзание.

Гидрологические условия весьма существенны в случаях расположения месторождения близ поверхностных водотоков, водоемов и болот, могущих вызвать повышенную обводненность карьеров и подземных горных выработок.

§ 2. Геологическое строение

В число геологических факторов, имеющих важное значение для инженерно-геологических условий проведения горных работ, входят: геологическая структура месторождения, литологический и

петрографический состав пород, их фациальная изменчивость и вторичные изменения, условия залегания (этажность массива пород, глубина залегания, форма залежей и мощность полезного ископаемого, углы падения пород) и тектоническая нарушенность.

Инженерно-геологические условия зависят также от следующих факторов: а) физико-механических свойств (в особенности прочностных) пород и полезного ископаемого и зависимости их от процессов выветривания, изменения влажности, геотермических условий и глубины залегания; б) неоднородности пород в массиве и наличия в них поверхностей ослабления различного генезиса (литогенетическая, тектоническая и экзогенная трещиноватость пород, их слоистость, сланцеватость, закарстованность и др.); в) современных физико-геологических явлений (карст, оползни, суффозия, солифлюкция, многолетняя мерзлота и др.); г) сейсмичности района; д) наличия в пределах разведуемого месторождения пород, характеризующихся особо неблагоприятными свойствами (истинные плывуны, мягкопластичные глинистые породы, породы, слабо поддающиеся осушению, и пр.); е) напряженного состояния массивов пород.

§ 3. Гидрогеологические условия

Наиболее важными гидрогеологическими факторами, влияющими на инженерно-геологические условия разработки месторождений, являются: характер и степень водоносности пород, количество и мощность водоносных горизонтов, их фильтрационные свойства, условия питания и дренажа подземных вод, связь подземных вод с поверхностными водоемами и водотоками, величины гидростатического и гидродинамического давления, степень изоляции полезного ископаемого водоупорными слоями со стороны почвы и кровли, агрессивные свойства вод по отношению к бетону и стальконструкциям и пр. Освещение этих вопросов необходимо для оценки устойчивости пород при горных работах и для проектирования мероприятий по осушению пород или снижению напора подземных вод [6].

§ 4. Геокриологическая обстановка

Большое значение в инженерно-геологических и гидрогеологических условиях имеет мерзлое или немерзлое состояние толщи горных пород. Основными показателями мерзлого состояния пород являются лед в их составе и отрицательная (или нулевая) температура. С ними в значительной мере связаны прочностные, водно-физические, фильтрационные, тепло-физические, электрические и другие свойства массивов пород в области распространения многолетней мерзлоты [1, 17].

Геокриологическое разнообразие месторождений определяется следующими основными факторами теплообмена горных пород с атмосферой:

а) петрографо-литологическими особенностями — составом пород, их фациальной изменчивостью и тектонической нарушенностью;

б) морфологическим положением площадки месторождений в рельефе, связью с водоемами, реками и горизонтами подземных вод;

в) зонально-поясным энергетическим балансом деятельного слоя и режимом погоды (климатом).

Воздействие на геокриологические условия более частных элементов ландшафта — микроклимата, снежного и растительного покрова, почв и др.— в целом подчиняется сочетанию основных факторов.

Сложность геокриологических условий увеличивается вследствие их быстрых изменений, наступающих при хозяйственном освоении территории.

§ 5. Горно-технические факторы

Задачей инженерно-геологических работ на стадии разведки месторождений является выявление и изучение природных факторов, которые будут определять инженерно-геологические условия вскрытия и эксплуатации. Однако уже при разведке следует в первом приближении оценивать горно-технические условия и способы отработки месторождения: системы и глубины отработки подземными выработками, необходимости их крепления и др., а при открытой разработке — общей глубины карьера, условий размещения отвалов, применения взрывных работ.

В зависимости от способа и систем разработки по-разному происходит в зоне горных работ перераспределение естественного напряженного состояния массива пород [7].

Решение вопроса о выборе и экономической целесообразности способа разработки данного разведуемого месторождения возможно лишь на основе анализа его конкретных природных и горно-технических условий, т. е. при составлении технико-экономического обоснования (ТЭО). Целесообразность применения открытого, подземного или комбинированного способа разработки определяется глубиной залегания полезного ископаемого, мощностью, протяженностью и шириной залежи, коэффициентами вскрыши.

В скальных и полускальных породах глубокими считают шахты глубиной более 600 м, неглубокими — менее 300 м. Карьеры глубокие — более 100 м, неглубокие — до 50 м. В несвязных и связных породах к глубоким относятся шахты глубиной более 150 м и карьеры — более 50 м, к неглубоким относятся шахты глубиной менее 75 м и карьеры — менее 25 м.

Таблица 1

Типизация месторождений твердых полезных ископаемых по сложности инженерно-геологических условий их разработки

Категория сложности инженерно-геологических условий	Характеристика особенностей разработки месторождений или их участков	Месторождения, приуроченные к различным породам		
		Тип 1. Преимущественно несвязные (песчаные, гравийные и др.) или связные (глинистые), или их переслаивание	Тип 2. Преимущественно полускальные	Тип 3. Скальные
а. Простые	Разработка не вызовет развития инженерно-геологических явлений в размерах, осложняющих горные работы. Для проведения горных работ не потребуется осуществления предварительных защитных мероприятий.	Тип 1а. Необводненные несвязные или твердопластичные связные, залегающие на небольших глубинах (чаще выше местного базиса эрозии).	Тип 2а. Полускальные мало дислоцированные и мало выветрелые, слабообводненные.	Тип 3а. Массивные мало дислоцированные и мало выветрелые скальные
сложности	При разработке будут возникать инженерно-геологические явления, осложняющие работы. Для проведения их потребуются мероприятия, направленные к повышению устойчивости пород (например, предварительное осушение пород, усиленное крепление и др.).	Тип 1 б. Обводненные несвязные и связные. Величины гидростатических напоров не превышают 100 м. Несвязные породы имеют удовлетворительную водоотдачу и водопроницаемость (коэффициент фильтрации более 1,0 м/сут), что позволяет осушать их	Тип 2б. Полускальные, дислоцированные, ослабленные трещиноватостью, выветриванием или прослоями пород с малой прочностью. Закарстованные полускальные породы. Двухэтажное строение, при-	Тип 3б. Скальные дислоцированные, трещиноватые, с наличием зон дробления, выветривания. Сильно закарстованные. Карстовые полости содержат рыхлый заполнитель. Двухэтажное строение, причем верхний
б. Средней	Однако осуществление таких мероприятий возможно без особых осложнений, обусловленных геологическими и гидрогеологическими условиями.	в сравнительно короткие сроки.	чем верхний этаж состоит из толщи обводненных несвязных и связных слоистых пород, а нижний из полускальных дислоцированных пород.	этаж состоит из толщи обводненных слоистых несвязных и связных пород, а нижний из скальных дислоцированных пород.
в. Сложные	При разработке будут возникать интенсивные инженерно-геологические явления, в связи с чем потребуется осуществление крупных защитных мероприятий (например, осушительных, по отводу поверхностных вод и др.). Выполнение этих мероприятий может быть затруднено неблагоприятными свойствами пород (слабая водоотдача, сильная тектоническая нарушенность и др.), большой глубиной или сложными условиями их залегания.	Тип 1 в. Обводненные несвязные породы большой мощности, иногда переслаивающиеся со связными. Величины гидростатических напоров превышают 100 м. Породы обладают особо неблагоприятными инженерно-геологическими свойствами или условиями залегания (частое фациальное изменение, наличие связных пород с текучей или мягкопластичной консистенцией и пр.). Осушительные мероприятия затруднены в связи со слабой водоотдачей пород.	Тип 2в. То же, что и 2б, но залегающие на больших глубинах. Двухэтажное строение, причем верхний этаж состоит из мощных толщ обводненных пород различного состава, а нижний из сложнодислоцированных полускальных пород.	Тип 3в. То же, что и 3б, но залегающие на больших глубинах. Двухэтажное строение, причем верхний этаж состоит из мощных толщ обводненных пород различного состава, а нижний из сложнодислоцированных скальных пород.

II. ТИПИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО СЛОЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ИХ РАЗРАБОТКИ

§ 6. Инженерно-геологические явления, возникающие при горных работах

К инженерно-геологическим (горногеологическим) явлениям при горных работах относятся: оползни бортов и откосов карьеров, обвалы, прорывы плывунов, суффозионные явления, пучение дна карьеров, оползни карьерных отвалов и др.

В подземных горных выработках могут возникать: деформации пород в стенках и на забое шахтных стволов, пучение (поддувание, выдавливание) пород в почве выработок, сдвижение и различные виды обрушения пород в кровле (вывалы, куполение, обрушение ложной кровли), выбросы пород и полезного ископаемого, горные удары, прорывы подземных вод и плывунов, суффозионные явления и пр.

В области распространения многолетнемерзлых пород геокриологические особенности месторождений проявляются в форме криогенного пучения, просадок, течения, растрескивания пород и др. Создание выработок, вскрывающих мерзлые породы, обычно нарушает их температурный режим. Особенностью мерзлых песчано-глинистых пород является частое содержание в них льда в количестве, нередко значительно превышающем их полную влагоемкость. При оттаивании вода, содержащаяся в породе в избытке, нередко разжижает породу, приводя ее в текучее состояние. Снижение прочности пород вызывает просадки, плывунные явления, набухание пород и другие явления. Образование же льда при промерзании вызывает криогенное пучение, расслоение, растрескивание пород, уплотнение агрегатов и пр.

При низких температурах мерзлые песчано-глинистые породы имеют, как правило, более значительную механическую прочность, чем одноименные немерзлые породы.

Скальные и полускальные породы в откосах карьеров и стенках подземных выработок при больших геотермических градиентах подвергаются интенсивному выветриванию, растрескиванию, осыпанию и коржению.

§ 7. Инженерно-геологическая типизация

Типизация месторождений твердых полезных ископаемых по сложности инженерно-геологических условий их разработки приведена в табл. 1. Эта типизация должна применяться при разведке месторождений для их инженерно-геологической оценки и установления содержания и объемов инженерно-геологических работ, изложенных в инструкции.

В типизации месторождения подразделяются на типы в зависимости от инженерно-геологических групп пород, вмещающих полезное ископаемое (а также самого полезного ископаемого), и на категории по сложности инженерно-геологических условий разработки полезного ископаемого (как открытым, так и подземным способами). Степень сложности инженерно-геологических условий (простые, средней сложности и сложные) зависит от интенсивности инженерно-геологических явлений, которые могут возникнуть в процессе горных работ и осложнять их. Она определяется также необходимостью и условиями осуществления защитных мероприятий (укрепительных, осушительных и др.), направленных к повышению прочности пород в массиве и устойчивости горных выработок.

§ 8. Отнесение месторождений к различным категориям сложности инженерно-геологических условий

Для отнесения разведуемых месторождений разных типов к той или иной категории сложности инженерно-геологических условий их разработки (см. табл. 1) должен оцениваться комплекс природных факторов, которые будут влиять на эти условия. Главнейшими из этих факторов являются:

а) инженерно-геологические группы пород (связные, несвязные, полускальные, скальные);

б) тектоническая нарушенность пород, их трещиноватость, выветрелость, закарстованность;

в) характер обводненности пород, величины гидростатических напоров, коэффициенты фильтрации пород;

г) физико-механические свойства пород.

§ 9. Характеристика инженерно-геокриологических условий

В районах с многолетнемерзлыми породами проведение горных работ имеет специфику, связанную с инженерно-геокриологическими особенностями. По основным процессам теплообмена, определяющим криогенные свойства пород в пределах области с многолетнемерзлыми породами, выделяются две геокриологические зоны.

Северная зона характеризуется преобладающим распространением и пониженными температурами пород на водоразделах. В понижениях рельефа породы приобретают повышенные температуры, распространены талики. На равнинах, в районах с максимальными геокриологическими показателями толща многолетнемерзлых пород достигает наибольшей сплошности и мощности (до 600 м), самой низкой температуры (минус 12°), высокой льдистости и часто встречаются крупные (до 50 м по мощности) залежи подземного льда.

В южной зоне, за исключением высокогорных районов, мерзлая толща преобладает в депрессиях рельефа, нередко в виде островов. Талики приурочены к возвышенностям. Зональная температура, как

правило, выше —3°, нередко 0°. Мощность менее 100 м. Редкие залежи льда незначительны по мощности.

Если горные работы ведутся глубже толщи многолетнемерзлых пород, то их инженерно-геологические условия будут близки к инженерно-геологическим условиям в немерзлых породах.

Основные виды и разновидности геокриологических обстановок, влияющих на инженерно-геологические условия месторождений, приведены в табл. 2. В ней выделены три вида и шесть разновид-

Таблица 2

Основные виды геокриологических обстановок, влияющих на инженерно-геологические условия месторождений

Основные виды	Распространение и температура толщи многолетнемерзлых пород	Льдистость пород
I	I-А. Островное, мощность менее 50 м, температура около 0°	I-Б. Незначительная; видимых включений льда нет
II	II-А. Прерывистое, мощность менее 150 м, температура выше —3°	II-Б. Средняя; тонкие прослойки льда, содержание льда менее 30% объема
III	III-А. Сплошное, мощность более 150 м, температура ниже —3°	III-Б. Значительная; содержатся прослойки, местами — залежи льда

ностей геокриологических обстановок, которые должны учитываться при разведке месторождений в районах с многолетнемерзлыми породами и дополнять типизацию месторождений по сложности инженерно-геологических условий их разработки (см. табл. 1).

Распространение толщи многолетнемерзлых пород оценивается следующим образом:

островное — площадь разрозненных участков с многолетнемерзлыми породами составляет менее 50% площади месторождения;

прерывистое — площадь с многолетнемерзлыми породами составляет более 50%;

сплошное — толща многолетнемерзлых пород в пределах месторождения не имеет таликов.

Геокриологическая обстановка I вида (разновидности I-А и I-Б, см. табл. 2), как правило, упрощает инженерно-геологические условия всех категорий (см. табл. 1). При разработке месторождений обязательно меняется температурный режим и распространение толщи многолетнемерзлых пород. Однако это сопровождается не резким изменением прочностных свойств пород.

Геокриологическая обстановка II вида (разновидности II-А и II-Б, см. табл. 2) преимущественно усложняет инженерно-геологические условия (см. табл. 1) в связи с изменением физико-механических свойств пород и гидрогеологических условий при горных работах. При протаивании связные и несвязные породы оплывают,

осыпаются, а трещиноватые породы обрушаются. В выработки происходят прорывы воды и плывунов. При промерзании связные породы подвержены криогенному пучению и морозному растрескиванию. Образуются наледи.

Геокриологическая обстановка этого вида наиболее характерна для месторождений с инженерно-геологическими условиями средней сложности.

Геокриологическая обстановка III вида (см. табл. 2) оказывает неоднозначное влияние на инженерно-геологические условия (см. табл. 1). Сплошное распространение, значительная мощность и низкая температура толщи многолетнемерзлых пород (разновидность III-А) упрощают инженерно-геологические условия. При малом изменении геокриологической обстановки горные выработки характеризуются устойчивостью. Прорывы воды и плывунов возможны лишь на участках близ нижней поверхности многолетнемерзлой толщи.

Льдистые массивы пород и крупные залежи льда (разновидность III-Б) существенно осложняют инженерно-геологические условия. Даже незначительное по времени изменение температурной обстановки вызывает вытаивание льда, сложные деформации пород и поступление талых вод в выработки.

III. ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ РАЗВЕДКЕ

§ 10. Общие требования к инженерно-геологическому изучению месторождений

Целью инженерно-геологических работ при разведке месторождений полезных ископаемых является инженерно-геологическая характеристика месторождений с прогнозной инженерно-геологической оценкой условий их вскрытия и эксплуатации для обоснования утверждения запасов полезного ископаемого в ГКЗ и проектирования горных работ [8].

Инженерно-геологические работы, проводимые при разведке, являются составной частью комплекса геологоразведочных работ (в том числе и гидрогеологических), выполняемого по проекту на разведку месторождения.

Инженерно-геологические работы на месторождениях проводятся с учетом и на основе изученности общих природных условий месторождений и их районов, включающей освещение следующих вопросов:

а) физико-географические условия района;

б) геологическое строение района и месторождений (стратиграфия, литологический и петрографический состав пород и их вторичные изменения, тектоника, геоморфологические особенности терри-

тории, развитие современных геологических и криогенных процессов и явлений и пр.);

в) гидрогеологические условия района и месторождения (характеристика обводненности пород, распространение, условия питания и дренажа основных водоносных горизонтов, их мощности и величины напоров, коэффициенты фильтрации и уровнепроводности (или пьезопроводности), основные черты режима подземных и поверхностных вод и их химический состав, связь между водоносными горизонтами, степень ее активности и значение при разработке месторождений, обводненность тектонических нарушений, ожидаемые водопритоки в открытые и подземные горные выработки, условия водоснабжения проектируемого горнодобывающего предприятия);

г) геокриологические условия района (распространение многолетнемерзлой толщи пород и залежей подземного льда, температурный режим пород, динамика слоя сезонного промерзания, общая оценка состояния массивов мерзлых пород после их протаивания, обводненность таликов и подмерзлотных горизонтов пород);

д) общая инженерно-геологическая характеристика района (для целей наземного строительства).

Освещение этих вопросов дается на основе результатов геологических работ (комплексные геологические съемки, геологическая документация геологоразведочных скважин и горнодобывающих выработок, применение геофизических методов и др.) и гидрогеологических работ, проведенных на месторождении и в его районе в объемах, соответствующих разным стадиям разведки.

Материалы гидрогеологических работ используются для оценки влияния обводненности пород на устойчивость пород в подземных горных выработках и бортах карьеров и для решения (совместно с гидрогеологами) вопросов необходимости осушительных работ и способов их осуществления. Для этой цели используются данные гидрогеологической документации буровых скважин и горноразведочных выработок, данные режимных и гидрогеологических наблюдений и опытных работ (откачек из одиночных скважин, кустовых, опытных водопонижений), а также данные исследований химического состава вод и их агрессивных свойств.

В состав инженерно-геологических* работ при разведке месторождений в общем случае входят:

1. Подготовительные работы:

а) сбор и анализ фондовых и литературных материалов, а также данных по опыту эксплуатации шахт и карьеров, если таковые имеются в районе;

б) составление инженерно-геологического раздела проекта на разведку месторождения.

2. Полевые работы:

---

* Здесь и далее подразумевается, что на месторождениях, расположенных в области многолетней мерзлоты, выполняются также и инженерно-геокриологические работы.

а) инженерно-геологическая съемка или инженерно-геологическое обследование района (см. § 18);

б) инженерно-геологическое обследование действующих шахт и карьеров, могущих служить аналогами для разведуемых шахтных и карьерных полей;

в) бурение инженерно-геологических скважин, т. е. скважин, специально предназначенных для изучения инженерно-геологических свойств пород;

г) инженерно-геологическая документация геологоразведочных скважин и горно-разведочных выработок;

д) изучение инженерно-геологических свойств пород ускоренными полевыми методами;

е) отбор проб пород и воды;

ж) использование геофизических методов.

3. Лабораторные исследования петрографического состава пород и их физико-механических свойств.

4. Камеральная обработка материалов и составление отчета.

При инженерно-геологических работах для получения инженерно-геологических характеристик в максимальной мере должны использоваться разведочные буровые скважины и горно-разведочные выработки (предназначенные для выявления и оценки запасов полезного ископаемого), а также гидрогеологические скважины.

На всех стадиях разведки используется метод инженерно-геологических аналогий, т. е. сопоставление инженерно-геологических условий разведуемого месторождения с инженерно-геологическими параметрами, выявленными при эксплуатации карьеров и шахт-аналогов.

В районах с высокой сейсмичностью учитываются требования к строительству в сейсмических районах.

§ 11. Задачи инженерно-геологических работ и их назначение при предварительной разведке

При предварительной разведке должны быть выявлены основные природные факторы, которые будут оказывать влияние на инженерно-геологические условия вскрытия и эксплуатации месторождений, а также установлены необходимость, объемы и методика его дальнейшего инженерно-геологического изучения.

Выполненные инженерно-геологические работы (с использованием результатов геологических и гидрогеологических работ на месторождении и применения геофизических методов) должны дать материалы:

а) об инженерно-геологических особенностях массивов пород месторождения и их анизотропии (тектонической нарушенности, слоистости, трещиноватости и пр.);

б) о физико-механических свойствах основных петрографических

разностей пород, вмещающих полезное ископаемое, и самого полезного ископаемого;

в) о современных геологических процессах и явлениях, могущих осложнить разработку месторождения;

г) об основных закономерностях распространения толщи многолетнемерзлых пород и слоя сезонного протаивания на месторождении, льдистости и текстуры пород, примерных размерах и форме залежей подземного льда, годичном температурном режиме пород с предварительной оценкой состояния массивов мерзлых пород после их протаивания;

д) для подразделения месторождения на крупные участки, характеризующиеся различными инженерно-геологическими условиями;

е) для заключения о целесообразности, с инженерно-геологической точки зрения, разработки месторождения открытым или подземным способом;

ж) для предварительного заключения о возможности развития при горных работах различных инженерно-геологических явлений и необходимости осуществления защитных мероприятий (укрепительных, осушительных и др.);

г) для составления программы инженерно-геологических работ на месторождении при детальной разведке.

Материалы исследований, проведенных при предварительной разведке, служат для технико-экономического обоснования (ТЭО, ТЭД) освоения месторождений и проектирования инженерно-геологических работ на стадии детальной разведки.

На месторождениях, имеющих простые инженерно-геологические условия, необходимость проведения инженерно-геологических работ при детальной разведке должна быть подтверждена и обоснована в ТЭО.

§ 12. Задачи инженерно-геологических работ и их назначение при детальной разведке

Проведенные на этой стадии инженерно-геологические работы должны дать уточненную и обоснованную необходимым фактическим материалом характеристику инженерно-геологических условий месторождения в целях его промышленного освоения.

Инженерно-геологические работы (с использованием результатов геологических и гидрогеологических работ и применения геофизических методов) должны дать уточненные материалы:

а) по инженерно-геологической характеристике массивов пород на месторождении и их анизотропии с количественными показателями (модуль трещиноватости, показатель расслоения, мощность зон дробления, частота тектонических нарушений и др.);

б) о физико-механических свойствах пород, включая и полезное ископаемое;

в) о толщине слоя сезонного промерзания и протаивания, распространении толщи многолетнемерзлых пород, их льдистости и температуре, размерах и строении залежей подземного льда, годичном температурном режиме пород верхнего яруса месторождения и температуре пород на типичных участках по всей глубине мерзлой толщи, проявлении криогенных и инженерно-геокриологических процессов;

г) для рекомендаций по выбору расчетных показателей физико-механических свойств пород;

д) для прогнозной оценки изменения физико-механических свойств пород в процессе вскрытия и эксплуатации месторождения и возможности возникновения неблагоприятных инженерно-геологических явлений при горных работах;

е) для прогнозной оценки состояния массивов мерзлых пород (в области многолетней мерзлоты) после их протаивания, а талых — после промерзания;

ж) для характеристики разрабатываемости пород и полезного ископаемого;

з) для инженерно-геологического прогнозного районирования месторождения в плане и по глубине с выделением категорий пород геологического разреза, которые будут иметь различную устойчивость при горных работах;

и) для рекомендаций по защитным мероприятиям, направленным к повышению устойчивости пород в бортах карьеров и в подземных выработках;

к) для инженерно-геологической характеристики района месторождения для целей строительства на поверхности;

л) для характеристики возможных изменений в природной обстановке, вызванных строительством шахт и карьеров, и необходимости осуществления охранных мер;

м) для соображений о рекультивации земель, занятых под сельскохозяйственные угодья;

н) для рекомендаций по инженерно-геологическим наблюдениям и работам, необходимым при строительстве и эксплуатации горнодобывающего предприятия [3, 24].

Инженерно-геологические материалы, полученные при детальной разведке месторождений, служат для обоснования технического проектирования. Контрольно-техническое бурение и другие инженерно-геологические работы, необходимые для обоснования рабочих чертежей или решения специальных вопросов, возникающих при техническом проектировании, выполняются по особым программам, разрабатываемым проектной организацией, и относятся к проектно-изыскательским работам.

IV. СОДЕРЖАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАЗЛИЧНЫМ СТАДИЯМ РАЗВЕДКИ И СЛОЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

§ 13. Границы исследований

Общая инженерно-геологическая характеристика месторождения дается в границах его разведуемой части и прилегающих к ней территорий, которые по развитию современных геологических явлений, геоморфологии и гидрогеологическим условиям могут оказывать влияние на инженерно-геологические условия освоения месторождения [16].

Если намечается открытый способ разработки месторождения, то границы его инженерно-геологического изучения при предварительной разведке непосредственно для целей горных работ определяются в зависимости от глубины намечаемого карьера и ориентировочного угла наклона его бортов [19].

При намечаемом подземном способе разработки месторождения границы исследований определяются площадью шахтных полей и величинами углов сдвижения пород над выработанным пространством, характерным для данного месторождения или бассейна [27].

При детальной разведке границы исследований принимаются с учетом ТЭО, ТЭД.

§ 14. Инженерно-геологические работы на месторождениях, приуроченных преимущественно к рыхлым несвязным и связным породам

Тип 1а — месторождения с простыми инженерно-геологическими условиями (см. табл. 1).

Примерами месторождений этого типа являются верхние горизонты некоторых буроугольных месторождений Подмосковного бассейна, Украины, Южного Урала, Средней Азии, многие неглубокозалегающие месторождения нерудного сырья.

Стадия предварительной разведки. Инженерно-геологическая оценка месторождений дается на основе:

а) анализа материалов комплексной геологической съемки района;

б) инженерно-геологической и гидрогеологической документации геологоразведочных скважин;

в) использования опыта эксплуатации действующих карьеров и шахт-аналогов;

г) данных геофизических методов исследований;

д) изучения физико-механических свойств пород — полевыми методами и по сокращенному комплексу анализов *.

* Полевые и лабораторные исследования и их объемы рассмотрены в главе V.

Стадия детальной разведки. Инженерно-геологическая оценка дается на основе тех же работ, что и при предварительной разведке, но дополненных изучением физико-механических свойств основных литологических разностей пород как с помощью сокращенных, так и полных анализов.

Тип 1б — месторождения с инженерно-геологическими условиями средней сложности. К этому типу (см. табл. 1) относятся, например, многие угольные месторождения Подмосковного и Днепровского бассейнов.

Стадия предварительной разведки. То же, что и в типе 1а, но предусматривается также:

а) инженерно-геологическое маршрутное обследование района месторождения (см. § 18);

б) бурение инженерно-геологических скважин (см. § 19—20);

в) изучение физико-механических свойств пород с помощью полевых методов, а также сокращенных и полных лабораторных анализов.

Стадия детальной разведки. На этой стадии производятся уточнения условий залегания пород и их физико-механических свойств по всему разрезу и особенно в кровле и почве полезного ископаемого. Инженерно-геологические скважины (в случае проектирования открытого способа разработки) закладываются по контуру и внутри намечаемого карьера. Особое внимание обращается на изучение неоднородности (анизотропии) массивов пород месторождения. Изучение физико-механических свойств пород выполняется на основе полевых, сокращенных и полных анализов, а также специальных анализов для характеристики особых свойств пород (см. § 27—28).

Тип 1в — месторождения со сложными инженерно-геологическими условиями (см. табл. 1).

Пример: месторождения в верхнем этаже КМА и др.

Стадия предварительной разведки. Инженерно-геологическая оценка дается на основе тех же работ, что и при предварительной разведке месторождений типа 1а, но с дополнением:

а) инженерно-геологическим маршрутным обследованием района месторождения;

б) бурением инженерно-геологических скважин;

в) изучением физико-механических свойств пород как полевыми, так и лабораторными методами с выполнением сокращенных и полных анализов.

Стадия детальной разведки. На этой стадии задачи инженерно-геологических работ заключаются в том, чтобы уточнить и дополнить данные, полученные при предварительной разведке. Содержание и объем детальных инженерно-геологических работ устанавливается специальными программами, разработанными после составления ТЭО. Наиболее подробная характеристика должна быть получена для пород, залегающих в пределах бортов будущего карьера (в том числе на участках первоочередной отработки разрез-

ной и въездной траншей), а при подземном способе горных работ — в пределах кровли и почвы полезного ископаемого. В необходимых случаях (§ 18) проводится инженерно-геологическая съемка масштаба 1 : 25 000—1 : 50 000; лабораторные исследования включают специальные виды анализов.

§ 15. Инженерно-геологические работы на месторождениях, приуроченных преимущественно к полускальным породам

В этой группе месторождений вмещающими полезное ископаемое породами являются слабо сцементированные песчаники, глинистые и песчано-глинистые сланцы, аргиллиты, алевролиты, опоки и др. К ним относятся также закарстованные полускальные карбонатные породы (мел, мергели и др.) с карстовыми полостями, полыми или заполненными вторичным материалом (песчано-глинистым, известковистым и др.).

Полускальные породы характеризуются полужесткими связями между зернами, практически несжимаемы, при сдвиге скалываются. Некоторые породы при увлажнении способны к размягчению. Полускальные породы часто трещиноваты, приуроченные к ним воды имеют трещинный характер, а в карстовых районах — трещинно-карстовые.

Полускальные породы по прочности подразделяются [9] на: прочные с временным сопротивлением сжатию 150—500 кгс/см², средней прочности 25—150 кгс/см² и малой прочности — менее 25 кгс/см².

Тип 2а — месторождения с простыми инженерно-геологическими условиями.

К этому типу (см. табл. 1) относится, например, ряд каменноугольных месторождений Донбасса на их верхних горизонтах, Карагандинского бассейна и др.

Стадия предварительной разведки. Инженерно-геологическая оценка месторождения дается на основе:

а) анализа материалов комплексной геологической съемки района;

б) инженерно-геологической и гидрогеологической документации разведочных скважин;

в) использования опыта эксплуатации действующих карьеров и шахт-аналогов;

г) данных геофизических методов исследований;

д) изучения физико-механических свойств пород полевыми методами.

Стадия детальной разведки. То же, что и при предварительной разведке, но с изучением физико-механических свойств пород (для их основных петрографических разностей) — сокращенные и полные лабораторные анализы.

Тип 2б — месторождения с инженерно-геологическими условиями средней сложности.

Примеры: многие угольные месторождения Донбасса и Кузбасса.

Стадия предварительной разведки. То же, что и в типе 2а, но предусматривается также: а) инженерно-геологическое маршрутное обследование района месторождения; б) изучение физико-механических свойств пород с применением сокращенных и полных анализов; в) в карстовых районах — изучение карста.

Кроме того, для месторождений с двухэтажным строением массивов необходимо изучение пород верхнего этажа — их физико-механических свойств на основе сокращенных и полных анализов.

Стадия детальной разведки.

Инженерно-геологические исследования на этой стадии проводятся для дополнения и уточнения ранее полученных данных. Они особенно важны в случае неоднородности петрографического состава пород. Предусматривается изучение физико-механических свойств пород на основе сокращенных, полных и специальных анализов. При открытом способе разработки — также бурение инженерно-геологических скважин (см. § 19—20).

В необходимых случаях (см. § 18) проводится инженерно-геологическая съемка в масштабе 1 : 25 000—1 : 50 000.

Тип 2в — месторождения со сложными инженерно-геологическими условиями.

Пример: глубокие (более 800—1000 м) горизонты угольных месторождений Донбасса.

Стадия предварительной разведки. Содержание исследований то же, что и для месторождений типа 2б, но со следующими дополнениями:

а) инженерно-геологическое маршрутное обследование района;

б) бурение инженерно-геологических скважин (или использование геологоразведочных скважин специальных конструкций);

в) изучение физико-механических свойств пород разреза с использованием сокращенных, полных и в необходимых случаях специальных анализов;

г) изучение закарстованности пород (в карстовых районах) и заполнителя карстовых полостей [5].

Стадия детальной разведки. Инженерно-геологические исследования на этой стадии проводятся с целью дополнения и уточнения материалов предварительной разведки. Инженерно-геологическая характеристика дается с использованием бурения инженерно-геологических скважин и изучением физико-механических свойств пород по данным сокращенных, полных и специальных анализов. В карстовых районах обращается внимание на степень закарстованности пород, состав и свойства заполнителя карстовых полостей.

В необходимых случаях (см. § 18) проводится инженерно-геологическая съемка района месторождения в масштабе 1 : 25 000—1 : 50 000.

§ 16. Инженерно-геологические работы на месторождениях, приуроченных к скальным породам

К скальным относятся породы с жесткими связями: различные крепкие, невыветрелые изверженные и метаморфические, а также осадочные породы — крепкие массивные известняки и доломиты, крепкие песчаники и конгломераты и др. Скальные породы при изучении их на отдельных образцах обладают значительной прочностью. Однако тектоническая нарушенность пород, их трещиноватость и наличие зон дробления и выветривания значительно снижают прочность этих пород в массиве, вследствие чего они могут быть неустойчивыми в бортах карьеров и в подземных выработках, особенно на больших глубинах. Прочность скальных пород, способных к растворению, часто снижается в связи с их закарстованностью.

Приуроченные к скальным породам подземные воды являются трещинными, а в карстовых районах — трещинно-карстовыми.

Тип 3а — месторождения с простыми инженерно-геологическими условиями(см. табл. 1).

Примеры: верхние горизонты хромитовых месторождений Урала и Криворожских железорудных месторождений.

Стадия предварительной разведки. Инженерно-геологическая оценка месторождения дается на основе:

а) анализа материалов комплексной геологической съемки района;

б) инженерно-геологической документации геологоразведочных скважин;

в) использования опыта эксплуатации действующих карьеров и шахт-аналогов;

г) использования данных геофизических исследований;

д) исследования физико-механических свойств пород — полевыми методами.

Стадия детальной разведки. Инженерно-геологическая оценка дается на основе тех же работ, что и при предварительной разведке, но дополненных изучением физико-механических свойств пород на основе лабораторных анализов по сокращенному комплексу.

Тип 3б — месторождения с инженерно-геологическими условиями средней сложности (см. табл. 1).

Примеры: некоторые железорудные месторождения КМА, глубокие горизонты СУБРа.

Стадия предварительной разведки. Содержание исследований то же, что и в типе 3а, но предусматривается, кроме того:

а) инженерно-геологическое маршрутное обследование района;

б) изучение физико-механических свойств пород с применением полевых и лабораторных сокращенных анализов;

в) изучение закарстованности пород в геологоразведочных скважинах (в карстовых районах).

На месторождениях с двухэтажным строением массивов необхо-

димо также изучение пород верхнего этажа — их физико-механических свойств на основе сокращенных и полных анализов и др.

Стадия детальной разведки. Инженерно-геологические исследования на этой стадии проводятся для дополнения и уточнения ранее полученных данных. Они особенно важны в случае большой тектонической нарушенности пород. Предусматривается бурение инженерно-геологических скважин (см. § 19—20). Изучение физико-механических свойств пород производится на основе сокращенных, полных и специальных видов анализов.

Тип 3в — месторождения со сложными инженерно-геологическими условиями (см. табл. 1).

Примером месторождений этого типа являются глубокозалегающие железорудные месторождения КМА.

Стадия предварительной разведки. Содержание исследований то же, что и для месторождений типа 3б, но со следующими дополнениями:

а) инженерно-геологическая съемка в масштабе 1:25 000—1:50 000 (проводится в случаях, указанных в § 18);

б) бурение специальных инженерно-геологических скважин (или использование геологоразведочных скважин с применением специальных конструкций);

в) изучение физико-механических свойств пород с использованием сокращенных и полных анализов;

г) в карстовых районах — изучение закарстованности пород и заполнителя карстовых полостей.

Стадия детальной разведки. Инженерно-геологические исследования на этой стадии проводятся с целью дополнения и уточнения материалов предварительной разведки с выполнением большего объема работ. Инженерно-геологическая характеристика дается с использованием бурения инженерно-геологических скважин и изучением физико-механических свойств пород по данным сокращенных, полных и специальных видов анализов. Содержание инженерно-геологических работ при детальной разведке уточняется на основе составленного ТЭО.

§ 17. Месторождения, приуроченные к зоне многолетней мерзлоты

В районе с многолетнемерзлыми породами при разведке месторождений, помимо инженерно-геологических приемов изучения, ведутся дополнительные инженерно-геокриологические работы.

Месторождения с простыми инженерно-геологическими условиями. Эта категория месторождений (см. табл. 1) коррелируется геокриологической обстановкой (см. табл. 2) I вида (разновидности I-А, I-Б), а также III вида (разновидность III-А).

Стадия предварительной разведки. Инженерно-геологическая характеристика месторождений дается на основе:

а) анализа материалов комплексной геологической съемки района;

б) инженерно-геокриологической съемки района месторождения в масштабе 1 : 25 000—1 : 50 000 (см. § 18);

в) геотермических наблюдений в отдельных разведочных скважинах (по всей глубине), в которых рекомендуется также проводить годичный цикл наблюдений;

г) применения геофизических методов исследований.

Стадия детальной разведки. Материалы, полученные при предварительной разведке, дополняются:

а) инженерно-геокриологическими наблюдениями по большему числу разведочных скважин, выработок (температурный режим в сухих и заполненных водой скважинах, положение ледяных пробок);

б) опытными исследованиями мерзлых связных и несвязных пород (осадки при оттаивании, прочностные, фильтрационные свойства и др.).

Месторождения с инженерно-геологическими условиями средней сложности.

Данная категория месторождений (см. табл. 1) коррелируется геокриологической обстановкой II вида (см. табл. 2). Разновидность II-А — при слабо обводненных таликах и полностью разновидность II-Б.

Стадия предварительной разведки. Инженерно-геологическая характеристика дается на тех же материалах, что и при простых инженерно-геологических условиях, но с дополнением:

а) инженерно-геокриологических наблюдений в опорных скважинах и горно-разведочных выработках;

б) бурения отдельных инженерно-геокриологических скважин (с массовым полевым определением льдистости песчано-галечных и глинистых пород), в которых необходимо организовать 1—2-годичный цикл геотермических наблюдений;

в) лабораторных исследований пород (мерзлых и талых).

Стадия детальной разведки. Материалы, полученные при предварительной разведке, дополняются:

а) инженерно-геокриологической съемкой масштаба 1 : 25 000, а на участках с особой сложностью природных условий — с составлением карт более крупного масштаба;

б) инженерно-геокриологическими наблюдениями во многих разведочных скважинах, и во всех горно-разведочных выработках;

в) бурением инженерно-геокриологических скважин, с постановкой в них режимных геотермических наблюдений;

г) опытными и лабораторными исследованиями пород (мерзлых, талых и протаивающих);

д) геофизическими исследованиями, уточняющими мощность и распространение по площади мерзлой толщи, местоположение таликов, гидрогеологические условия и пр.

Месторождения со сложными инженерно-геологическими условиями.

Эта категория месторождений (см. табл. 1) коррелируется геокриологической обстановкой II вида (см. табл. 2) — разновидности II-А при сильно обводненных таликах и III вида — разновидности III-Б.

Месторождения этой категории изучаются в инженерно-геокриологическом отношении примерно так же, как и месторождения с инженерно-геологическими условиями средней сложности, но более детально, возможно, по отдельным участкам. При этом участки немерзлых пород должны изучаться подобно месторождениям типов 1в, 2в, 3в (см. табл. 1).

Содержание и объемы инженерно-геокриологических работ при детальной разведке устанавливаются специальными программами, разработанными после составления ТЭО.

V. ПОЛЕВЫЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗВЕДКЕ

ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

§ 18. Инженерно-геологическое обследование района и инженерно-геологическая съемка

Необходимость производства инженерно-геологической съемки района месторождения устанавливается в зависимости от степени геологической и инженерно-геологической изученности района, сложности его природных условий и стадии разведки.

На новых месторождениях, расположенных в малоосвоенных районах, инженерно-геологическая характеристика при предварительной разведке дается на основе анализа материалов комплексной геологической съемки (масштаба 1 : 100 000—1 : 200 000). При отсутствии таких материалов производится инженерно-геологическое маршрутное обследование района месторождения с целью выявления развития и оценки различных современных геологических процессов и явлений, могущих осложнить инженерно-геологические условия освоения месторождения. Должна быть выяснена также необходимость проведения инженерно-геологической съемки.

На стадии детальной разведки новых месторождений, инженерно-геологические условия разработки которых будут сложными или средней сложности и в районе месторождения развиты современные геологические процессы и явления, осложняющие освоение месторождения, проводится инженерно-геологическая съемка в масштабе 1 : 25 000—1 : 50 000. Эта съемка должна обеспечить составление инженерно-геологической карты района месторождения с применением методики, разработанной во ВСЕГИНГЕО [16]. Съемка сопровождается зондировочным бурением, пенетрационно-каротажными методами для рыхлых пород и геофизическими методами исследований. В задачу съемки входит инженерно-геологиче-

ская характеристика района разведуемого месторождения с точки зрения: а) поведения пород в бортах карьеров и в подземных горных выработках; б) развития различных современных геологических явлений (оползней, карста, суффозии, просадок, криогенных явлений и др.); в) планирования осушительных, водоотводных и других защитных мероприятий; г) условий размещения карьерных и шахтных отвалов; д) различного наземного строительства, связанного с освоением месторождений; е) нарушения сельскохозяйственных угодий и пр.

В процессе инженерно-геологической съемки должен быть собран подробный материал об опыте строительства и эксплуатации горно-добывающих предприятий (карьеров, шахт и др.), если они расположены на территории изучаемого района или близ него. При отсутствии необходимости проведения инженерно-геологической съемки (например, в хорошо изученных районах) должно быть проведено самостоятельное инженерно-геологическое обследование действующих шахт и карьеров, могущих служить аналогами для разведуемых шахтных и карьерных полей [3].

В области распространения многолетнемерзлых пород проводится инженерно-геокриологическая съемка в масштабе 1 : 50 000—1 : 25 000. Для участков со сложными природными условиями составляются более детальные карты.

§ 19. Бурение инженерно-геологических скважин

Как указывалось выше, для инженерно-геологического и геокриологического изучения месторождения должны быть использованы прежде всего геологоразведочные и гидрогеологические скважины, при бурении которых должна проводиться инженерно-геологическая документация и наблюдения. Используются также горно-разведочные выработки (шурфы, канавы, штольни и др.), проходимые на месторождении для разведки полезного ископаемого.

Специальные инженерно-геологические скважины проходятся на месторождениях, инженерно-геологические условия разработки которых относятся к категории сложных или средней сложности и намечаемых к отработке преимущественно. Конструкция и режим бурения таких скважин должны обеспечивать отбор проб пород необходимых диаметров (для связных пород — с использованием грунтоносов), тампонаж скважин, а в некоторых случаях также производство гидрогеологических опытных работ.

Требования к режиму бурения инженерно-геологических скважин предопределяются необходимостью максимального выхода керна и сохранения естественной влажности и структуры пород в пробах.

В области распространения многолетней мерзлоты инженерно-геокриологические скважины должны проходиться преимущественно «всухую» (для максимального сохранения исходной температуры пород).

Инженерно-геологические скважины в свою очередь должны использоваться и для геологоразведочных и гидрогеологических целей.

Глубина скважин определяется исходя из условий залегания полезного ископаемого, геолого-структурных особенностей месторождения и изменения инженерно-геологических свойств пород с глубиной.

При наличии в подошве тела полезного ископаемого водоносных горизонтов глубина скважин должна определяться условиями залегания, мощностью и величинами напоров этих горизонтов.

§ 20. Количество инженерно-геологических скважин

Количество инженерно-геологических скважин при разведке определяется:

а) сложностью инженерно-геологических условий месторождений;

б) изменчивостью состава и свойств пород;

в) наличием и характером тектонических нарушений;

г) размерами разведуемых участков;

д) стадией разведки.

При намечаемом открытом способе разработки месторождения каждый участок карьерного поля, имеющий существенные инженерно-геологические (литолого-фациальные, структурно-тектонические и др.) особенности, должен быть исследован инженерно-геологическими скважинами. В связи с этим не может быть однозначного решения о необходимом количестве скважин для месторождений, расположенных в разных природных условиях. Ориентировочное число инженерно-геологических скважин в скальных породах принимается [19] равным 2—6 на карьерное поле. В полускальных породах: на 1 км^2 карьерного поля при простых и средней сложности инженерно-геологических условиях 0,5—1 скважина, при сложных условиях 2—3 скважины. В связных и несвязных породах: на 1 км^2 карьерного поля при простых условиях 1—2 скважины, средней сложности 3—4 и при сложных инженерно-геологических условиях 5—8 скважин.

Из общего числа инженерно-геологических скважин примерно 20—30% используется при предварительной разведке.

Инженерно-геологические скважины располагаются по поперечникам вкрест простирания слоев или по падению слоев. Они закладываются также на участках: а) наибольшего количества мощных водоносных пластов; б) характеризующихся слабыми разностями пород в разрезе (мягкопластичные глинистые породы, переслаивающиеся с прослоями водоносных пород, плывунов и пр.); в) зон крупных тектонических нарушений; г) максимальной трещиноватости или закарстованности пород; д) крупных мульдообразных понижений пластов; е) вблизи от поверхностных водотоков и водоемов. В области распространения многолетней мерзлоты скважи-

ны размещают на относительно возвышенных и пониженных элементах рельефа и склонах основных экспозиций с учетом различия состава пород, заболоченности участков и криогенных форм.

При намечаемом подземном способе разработки месторождения для его инженерно-геологической характеристики следует в основном использовать геологоразведочные скважины, имея в виду обычно большую глубину залегания полезного ископаемого, а также то, что при проектировании горных работ проводится контрольно-техническое бурение (на участках заложения шахтных стволов и капитальных горных выработок). Однако при сложных инженерно-геологических условиях, например при наличии мощных слоев плывунов, пород с малой прочностью и др., необходимо и при разведке закладывать инженерно-геологические скважины или предусматривать соответствующие конструкции для ряда геологоразведочных скважин, которые являются опорными.

§ 21. Инженерно-геологическая документация

Инженерно-геологическая документация скважин и горно-разведочных выработок является составной частью их геологической документации [26]. Она ведется с учетом геолого-структурных особенностей участков расположения скважин. Сразу после подъема керна из скважин в нем должно фиксироваться:

— в скальных и полускальных породах: а) твердость и крепость с помощью полевых ускоренных методов; б) слоистость, сланцеватость, мощность пластовых отдельностей и другие текстурные признаки; в) трещиноватость пород; г) кусковатость пород; д) зоны дробления; е) признаки закарстованности пород, наличие заполнителя в карстовых полостях, его состав и свойства и пр. Изучение *трещиноватости* пород — литогенетической, тектонической, экзогенной, а на участках подработанных горными работами также и искусственной — имеет большое значение для инженерно-геологической характеристики массивов пород. Фиксируется модуль трещиноватости (число трещин, приходящихся на 1 пог. м керна пород данной литологической разности), ориентированность и углы падения трещин относительно оси керна или слоистости, морфология стенок трещин, наличие и состав заполнителя трещин и пр., а также модуль кусковатости пород (число столбиков и обломков в 1 пог. м керна), используемый для инженерно-геологической характеристики пород и выявления зон дробления;

— в связных породах — сопротивление микропенетрации, влажность, консистенция, текстурные признаки;

— в несвязных породах — зернистость, признаки уплотненности, наличие прослоев и включений и их примерное содержание;

— в мерзлых породах — размеры, форма и положение включений льда, криогенная текстура.

При инженерно-геологических наблюдениях (проводимых совместно с гидрогеологическими наблюдениями) в процессе бурения скважин фиксируются:

а) буримость пород и их устойчивость в стенках скважин (прихват бурового инструмента и пр.);

б) провалы бурового инструмента или погружение его в рыхлые породы под действием собственного веса;

в) колебания уровней подземных вод;

г) изменение химического состава подземных вод;

д) поведение промывочной жидкости;

е) изменение степени трещиноватости пород с глубиной;

ж) особенности разбуривания старых скважин в мерзлых массивах — ледяные пробки — перемычки, разделенные отрезками скважины с водой или воздухом.

§ 22. Изучение инженерно-геологических свойств пород ускоренными полевыми методами

Для получения массовых инженерно-геологических характеристик пород в полевых условиях (путем опробования пород в керне скважин, обнажениях, горно-разведочных выработках) применяются ускоренные полевые методы. Для несвязных и связных пород — микропенетрация, применение лопастных приборов, полевых приборов для определения сопротивления сжатию глин и пр. [2]. Для скальных и полускальных пород — эталонных молотков-прочномеров, приборов для определения сопротивления раскалыванию и пр.

Применение ускоренных полевых методов в массовом порядке позволяет проводить типизацию пород по их неоднородности и прочностным признакам и на основе этого более целеустремленно отбирать пробы для детальных исследований.

§ 23. Отбор проб для лабораторных исследований

Пробы пород отбираются из керна скважин и в виде монолитов из горно-разведочных выработок.

Под керновой пробой понимается комплект кусков кернового материала, отобранный в данной скважине в пределах одного слоя породы одной петрографической разности. Минимальный диаметр керновых проб скальных пород 43 мм, полускальных 55—60 мм (при глубине скважин более 800 м допускается использование проб меньшего диаметра). Минимальный диаметр проб связных пород 100 мм. Общая длина пробы для лабораторных исследований по полному их комплексу 120—140 см. Длина отдельных кусков керна в пробе не менее 10—15 см. Для анализов пород по сокращенному комплексу длина проб 30—60 см. Размеры монолитов не менее $25 \times 20 \times 20$ см [23].

Кроме проб, из буровых скважин и горноразведочных выработок отбираются отдельные образцы пород для полевых ускоренных определений их свойств.

Отбор проб связных и слабосвязных (супеси и др.) пород производится в скважинах при помощи специальных обуривающих грунтоносов. Допускается отбор плотных глинистых пород непосредственно из керна при условии применения больших диаметров бурового инструмента (более 100 мм). При изучении месторождений, приуроченных к скальным и полускальным породам бурение геологоразведочных скважин с отбором керна и обеспечением высокого процента его выхода (не менее 80%), как правило, удовлетворяет требованиям инженерно-геологического изучения.

Пробы мерзлых пород для определения величины суммарной влажности пород, объемного веса, гранулометрического состава пород, а также величины осадки при оттаивании без нагрузки и под нагрузкой необходимо отбирать сразу после подъема керна, не допуская оттаивания пород [22].

§ 24. Количество проб

Количество проб пород, отбираемых для лабораторных исследований, должно устанавливаться в зависимости от задач исследований, особенностей геологического строения каждого конкретного разведуемого месторождения, степени изученности пород района и стадии разведки.

В целях наиболее целеустремленного отбора проб предварительно должны быть проанализированы геолого-структурные условия месторождения, петрографические типы пород, их мощность и выдержанность по простиранию, а также геологические процессы, которые могли оказать влияние на свойства различных пород при диагенезе, эпигенезе, метаморфизме и выветривании. Для выявления степени неоднородности пород и последующего установления мест отбора проб пород проводится предварительное опробование пород разреза ускоренными методами. В крупных бассейнах, по которым уже накоплен большой фактический материал по физико-механическим свойствам пород, должны проводиться обобщающие работы, направленные к сокращению объемов лабораторных исследований пород. Общее число проб пород, отбираемых при разведке, устанавливается в зависимости от числа опробуемых скважин (см. § 20).

При намечаемом открытом способе разработки месторождения при наличии мощных слоев пород одинакового литологического состава для полного комплекса исследований физико-механических свойств связных и несвязных пород пробы отбираются через каждые 4—5 м проходки скважины. В случае неоднородности литологического состава пород и наличия в разрезе прослоев слабых пород интервал отбора проб сокращается. Кроме проб, предназначенных для полного комплекса исследований, в интервалах

между местами их отбора берутся дополнительные образцы для массовых анализов.

Пробы скальных и полускальных пород отбираются из каждой петрографической разности в количестве: в случае однородных пород 2—3 пробы, неоднородных — 4—6 проб (из каждой инженерно-геологической скважины).

При намечаемом подземном способе разработки месторождения пробы отбираются из кровли и почвы полезного ископаемого, а также из пород, по которым будут проходиться горные выработки (стволы, штреки, квершлаги и др.). На угольных месторождениях в кровле опробовается толща пород, равная 10-кратной мощности пласта полезного ископаемого, а в почве — 8-кратной его мощности [12].

Пробы полускальных, связных и слабосвязных пород тщательно консервируются немедленно после подъема из скважины.

§ 25. Геофизические методы исследований

Геофизические методы исследований, обеспечивающие решение многих инженерно-геологических задач, являются важной составной частью геологоразведочных работ. Эти методы применяются либо специально в инженерно-геологических целях, либо они служат для разведки полезного ископаемого и одновременно используются для инженерно-геологической характеристики пород.

В первом случае к ним относятся различные электроразведочные (зондирование, профилирование, каротаж), магнитометрические, гравиметрические, радиометрические и сейсмические методы, применяемые как с поверхности земли, так и в буровых скважинах, и предназначенные для выявления состава и мощности тех или иных отложений (например, мощности аллювиальных отложений, коры выветривания, оползневых накоплений, мощности и границ многолетнемерзлых пород и др.), изучения зон тектонических нарушений, закарстованности пород, их обводненности, некоторых свойств пород (влажности, плотности) и др. Методика этих исследований применительно к задачам инженерно-геологической съемки и характеристики инженерно-геологических условий различного наземного строительства подробно рассмотрена в соответствующем методическом руководстве [21].

Во втором случае — в буровых геологоразведочных скважинах широко используются различные методы каротажа: сейсмического, электрического, радиометрического и др., для изучения геологического разреза, мощности пород и полезного ископаемого и их физических свойств. В скважинах также проводятся инклинометрия, кавернометрия, резистивиметрия и расходометрия, термометрия и др.

Для изучения величин показателей ряда инженерно-геологических свойств пород (пористости, плотности, влажности, прочности и др.) необходимо применение комплекса геофизических измерений,

Таблица 3

Основные показатели физико-механических свойств пород, твердых полезных ископаемых (при намечаемом определяемых лабораторными методами при разведке месторождений подземном или открытом способах разработки)

Породы	Степень сложности инженерно-геологических условий	Петрографическое описание шлифов	Минеральный состав	Гранулометрический состав	Удельный вес	Объемный вес	Пористость	Степень плотности	Угол естественного откоса	Влажность	Пластичность	Набухание	Размокание	Гидрофильность	Консистенция	Полная влагоемкость	Водоотдача	Коэффициент фильтрации	Коэффициент водонасыщенности	Проницаемость	Тиксотропные свойства	Сопротивление сдвигу	Сопротивление сжатию	Сопротивление разрыву	Сопротивление изгибу	Коэффициент крепости по М. М. Протодьяконову	Разжигаемость	Сжимаемость	Модуль упругости	Коэффициент Пуассона	Коэффициент бокового отпора	Абразивность	Длительная прочность	Удельная теплоемкость	Теплопроводность	Температуропроводность	Химический состав	Емкость поглощения	Состав поглощенных катионов	Содержание органического вещества
Несвязные	Простые		2	1,2	2	2	2	2	1,2							2	2	2																					
	Средней сложности		2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2							1,2	1,2	1,2			2																		
	Сложные		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2							1,2	1,2	1,2			2																		
Связные	Простые					2				2	2		2																										
	Средней сложности	2	2	1,2	1,2	1,2	1,2			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2			2	2		2	1,2	1,2				2			2		2				2	2	2	
	Сложные	2	2	1,2	1,2	1,2	1,2			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2			2	1,2		2	1,2	1,2				2			2		2				2	2	2	
Полускальные и скальные	Простые				2			2			2		2									2	2															
	Средней сложности	2		1,2	1,2	1,2				1,2		1,2	1,2						1,2	1,2	2	1,2	1,2	2		1,2	1,2		1,2	1,2	2	2	2	2	2				
	Сложные	1,2		1,2	1,2	1,2				1,2		1,2	1,2						1,2	1,2	2	1,2	1,2	2		1,2	1,2		1,2	1,2	2	2	2	2	2				

Примечание. 1 — испытания, предусмотренные на стадии предварительной развед ки; 2 — на стадии детальной разведки; полужирным шрифтом выделены испытания, назначенные для решения специальных задач. Показатель сжимаемости пород и коэффициент фильтрации связных пород определяется только при намечаемом открытом способе разработки.

имеющих корреляционную связь со свойствами пород. Методика такого комплексного использования геофизических методов рассмотрена в ряде работ [11, 15]. Получение относительной прочностной характеристики пород геологического разреза позволяет, в частности, целеустремленно отбирать пробы пород для лабораторных исследований и сокращать объемы этих исследований.

Геофизические методы исследований позволяют также проводить обоснованную интерполяцию инженерно-геологических данных как по площади — между отдельными скважинами, так и по глубине — в интервалах между точками опробования пород в скважинах.

Большим достоинством применения геофизических методов в скважинах является непрерывность записи изучаемых показателей по глубине, а также то, что породы изучаются в условиях их природного залегания.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

§ 26. Исследования физико-механических свойств пород и полезного ископаемого

Эти исследования подразделяются на: а) анализы с сокращенным комплексом определений, б) анализы по полному комплексу и в) специальные виды анализов.

К анализам сокращенного комплекса относятся те их виды, выполнение которых является нетрудоемким (в значительной мере они могут выполняться в полевой лаборатории) и пробы для которых могут отбираться в массовом порядке (через каждый 1—2 м проходки скважин). Эти анализы часто позволяют выявить закономерности в изменении физического состояния пород по площади

и в разрезе месторождения. Они также позволяют (наряду с полевым изучением пород ускоренными методами) проводить типизацию разреза для последующего более детального изучения этих пород. Полные анализы содержат весь комплекс лабораторных испытаний, необходимых для инженерно-геологической характеристики того или иного типа пород (§ 27—30).

К специальным видам анализов относятся те, которые производятся в выборочном порядке для характеристики каких-либо особых свойств изучаемых пород (см. табл. 3).

Например, для оценки разрабатываемости пород и полезного ископаемого требуются специальные технические испытания (абразивность, сопротивление резанию, дробимость и др.). Необходимость и состав таких испытаний предварительно согласовывается с проектирующей организацией.

§ 27. Изучение несвязных (песчано-гравийно-галечных и др.) пород

К анализам сокращенного комплекса относятся: гранулометрический состав и угол естественного откоса.

Полные анализы, кроме того, включают определение объемного и удельного веса, пористости, полной влагоемкости, водоотдачи, степени плотности, коэффициента фильтрации (в приборе). По некоторым типичным пробам определяется минеральный состав зерен.

Для слабосвязных разностей пород (как, например, глинистые пески, супеси), которые могут быть взяты для лабораторных исследований с сохранением их структуры (сложения) и естественной влажности (например, из скважин с помощью грунтоноса или из горноразведочных выработок в виде монолитов), в полные анализы входит определение объемного веса при ненарушенном сложении, естественной влажности, пористости, коэффициента водонасыщения, максимальной молекулярной влагоемкости, коэффициента фильтрации, показателей сопротивления сдвигу (сцепление и угол внутреннего трения).

Для специальной оценки плывунных свойств слабосвязных пород определяются их тиксотропные свойства, гидрофильность, содержание коллоидных фракций.

§ 28. Изучение связных (глинистых) пород

Сокращенный комплекс анализов связных пород включает определение естественной влажности, объемного веса, пределов пластичности.

В полные анализы, кроме перечисленных, входят определения показателей сопротивления сдвигу (сцепление и угол внутреннего трения), удельного веса, пористости, скорости размокания, гидрофильности, тиксотропности, набухаемости и гранулометриче-

ского состава (с применением дисперсного и полуагрегатного методов). Для плотных глин — также сопротивление одноосному сжатию.

Сопротивление сдвигу является основной характеристикой связных пород при намечаемом открытом способе разработки месторождения. Для уплотненных связных пород, залегающих на больших глубинах, определяются показатели объемной прочности пород.

К специальным видам анализов, выполняемых в выборочном порядке, относятся определения минералогического состава глин, емкости поглощения, состава поглощенных катионов, химического состава, коэффициента бокового отпора, длительной прочности. Гранулометрический состав тяжелых разностей глин также рекомендуется определять в выборочном порядке. В некоторых случаях (для характеристики сжимаемости пород, поведения их при набухании и др.) проводятся компрессионные испытания пород с определением их водопроницаемости.

При большой мощности связных пород или залегании их на больших глубинах рекомендуется проводить исследования изменения прочностных свойств пород во времени (по специальным программам).

§ 29. Изучение скальных и полускальных пород

Анализы по сокращенному комплексу включают: сопротивление пород сжатию, разрыву, объемный вес, влажность, размокание (для глинистых разностей полускальных пород).

В полный комплекс входят, кроме того: петрографический состав, удельный вес, сопротивление сжатию и разрыву (как перпендикулярно, так и параллельно слоистости), коэффициент крепости, размягчаемость, модуль упругости, коэффициент Пуассона.

Для глинистых разностей полускальных пород — также набухаемость.

К специальным видам анализов относятся: характеристики ползучести пород, длительная прочность, абразивность, удельная теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, сопротивление изгибу, морозостойкость.

Вопросы подготовки образцов скальных пород для лабораторных испытаний рассмотрены в специальной работе [13].

§ 30. Изучение многолетнемерзлых пород

Многолетнемерзлые связные и несвязные породы имеют повышенную (по сравнению с немерзлыми породами) прочность, которая возрастает с понижением температуры пород. Поэтому исследование прочностных свойств этих пород производится как в мерзлом, так и оттаявшем состоянии. Показателями основных водно-физических свойств мерзлых пород являются: суммарная влажность,

льдистость породы, удельный и объемный веса. Для связных и несвязных пород рекомендуется определять величину относительного сжатия при переходе из мерзлого состояния в талое. Прочность мерзлых пород особенно часто определяется расчетными методами, когда учитывается гранулометрический и нередко химический состав пород, обязательно — их суммарная влажность, температура, криогенная текстура и залежи подземного льда [17].

§ 31. Изучение крупнообломочных пород

К крупнообломочным относятся породы, содержащие в своем составе большое количество частиц размером более 2 мм. Особенностью этих пород является то, что среди них встречаются как несвязные (сыпучие), так и связные (сцементированные) породы.

В связных крупнообломочных породах обломки связаны цементом (глинистым или песчано-глинистым, известковым). В несвязных крупнообломочных породах заполнитель между обломками либо отсутствует, либо представлен песчаными фракциями.

При содержании в связных и несвязных породах крупнообломочных включений менее 10% по весу физические свойства этих пород практически ничем не отличаются от сходных пород, не содержащих включений, и к ним применимы обычные методы исследований. При содержании крупнообломочного материала более 10% у несвязных пород изучается главным образом гранулометрический состав и объемный вес, у связных — гранулометрический состав, объемный вес и свойства заполнителя — влажность, пластичность, консистенция. Методика изучения крупнообломочных пород рассмотрена в работе МГУ [18].

VI. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ И СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА

§ 32. Обработка материалов полевых и лабораторных исследований пород

При обработке материалов:

а) оцениваются инженерно-геологические особенности массивов пород на месторождении: их этажность, условия залегания и тектоническая нарушенность пород, наличие зон выветривания, трещиноватость пород и ее изменение по площади и по глубине, текстурные особенности пород (слоистость, сланцеватость и др.), способность к расслоению, гидрогеологические особенности массивов и пр.;

б) на основе результатов лабораторных исследований выявляются закономерности в изменении по глубине и по площади месторождения физико-механических свойств пород (с учетом геолого-структурных особенностей месторождения);

в) породы оцениваются с точки зрения их возможного поведения в бортах проектируемых карьеров и в подземных горных выработках и, в частности, при осуществлении осушительных мероприятий;

г) устанавливаются величины расчетных показателей пород.

При обработке лабораторных данных должны учитываться генетические и стратиграфические признаки пород, а также полученные при полевых исследованиях данные, характеризующие особенности пород при залегании их в массиве (трещиноватость, выветрелость и др.). При обработке данных составляются инженерно-геологические колонки скважин и инженерно-геологические разрезы по участкам месторождения, различные графики, характеризующие изменение состава и свойств пород в пространстве, а также изменения свойств пород, главным образом глинистых, во времени. Составляются графики рассеяния, характеризующие диапазон изменения показателя и позволяющие выявлять наиболее повторяющиеся значения этого показателя, а также приближенно определять средние значения.

Для скальных и полускальных пород составляются паспорта прочности пород с использованием результатов определения сопротивления пород одноосному сжатию и разрыву.

В целях обоснованного выбора расчетных показателей при значительном количестве лабораторных (а также и полевых) исследований (в частности, по массовым видам показателей) для обработки материалов исследований привлекаются методы математической статистики и теории вероятности с определением степени обеспеченности обобщенных показателей.

Составляются различные карты. При разведке угольных месторождений составляются литолого-прочностные карты по почве и кровле разведуемых пластов, на рудных месторождениях — прочностные карты среза на различных горизонтах.

Методика составления инженерно-геологических карт для целей наземного строительства рассмотрена в работе ВСЕГИНГЕО [16].

При разведке крупных месторождений должны составляться карты инженерно-геологического районирования для целей его отработки (открытым или подземным способом). Такие карты содержат обобщенную инженерно-геологическую характеристику и прогнозную оценку разведуемого шахтного (или карьерного) поля с подразделением его на отдельные таксономические единицы. Выделенные единицы должны характеризоваться общностью тех инженерно-геологических признаков, которые кладутся в основу районирования. Число таксономических единиц (областей, подобластей, районов, подрайонов, участков и т. д.) в зависимости от сложности природных условий может быть разным. Наиболее крупные единицы должны отображать геолого-структурные и геоморфологические условия месторождения (если имеются соответствующие природные условия). Основной единицей является инженерно-геологический район. При выделении районов учитываются главнейшие развитые на мес-

торождении литолого-петрографические типы пород с прогнозной оценкой степени их устойчивости при горных работах (открытых, подземных, комбинированных). Более мелкие таксономические единицы выделяются в зависимости от физико-механических свойств пород, их трещиноватости, гидрогеологических условий и др.

При составлении карт учитываются также гипсометрическое положение полезного ископаемого (иногда может потребоваться составление нескольких карт — на различных горизонтах), данные по опыту эксплуатации шахт и карьеров, а при разведке угольных и других пластовых месторождений — также фациальная изменчивость пород, типы разреза пород, залегающих в кровле и почве разведуемых пластов. Пример одной из таких карт инженерно-геологического районирования содержится в работе ВСЕГИНГЕО [26].

§ 33. Содержание отчета

Результаты инженерно-геологических и геокриологических работ излагаются в главе «Горногеологические условия месторождения» общего отчета о геологоразведочных работах на месторождении, а в случае большого объема инженерно-геологических и геокриологических работ, выполненных на месторождении со сложными природными условиями, в отдельном отчете.

Требования к содержанию отчетных материалов изложены в инструкциях ГКЗ [8] о порядке внесения, содержания и оформления материалов по подсчету запасов полезных ископаемых. Поэтому ниже дается лишь расшифровка содержания отдельных разделов отчета. В разделе «Методика и объемы инженерно-геологических работ» дается перечень видов и объемов инженерно-геологических (и инженерно-геокриологических) работ, выполненных при разведке месторождений, с кратким указанием применявшейся методики:

а) инженерно-геологическая съемка — масштаб и объем работ;

б) бурение инженерно-геологических скважин — конструкция скважин, принцип расположения скважин, обоснование глубин бурения, его метраж, применение промывочной жидкости и пр.;

в) инженерно-геологическая документация геологоразведочных скважин и горно-разведочных выработок;

д) методика отбора проб пород из скважин и горных выработок;

е) использование геофизических методов исследований;

ж) лабораторные исследования пород: принципы распределения лабораторных анализов по разрезу месторождения; исследования пород в полевой лаборатории и в стационарных лабораториях.

Указываются также виды гидрогеологических работ, использованных для инженерно-геологической оценки месторождения.

В разделе «Характеристика горно-эксплуатационных работ», если они на месторождении или в районе месторождения проводятся, должны быть приведены перечень старых и новых карьеров и шахт,

их размеры, глубина и положение относительно разведуемого участка, возникающие инженерно-геологические и геокриологические явления, их влияние на горные работы; применяемые мероприятия по борьбе с подземными водами и деформациями пород, углы откосов карьеров, величины водопритоков и пр. Оценивается возможность использования действующих горных выработок как аналогов для разведуемых шахтных и карьерных полей.

В разделе «Физико-механические свойства вмещающих пород и полезного ископаемого» дается характеристика физико-механических свойств пород. Особо выделяются свойства водоносных пород и основных водоупорных слоев, их выдержанность в плане и в разрезе, показатели состава, физических и прочностных свойств. Высказываются соображения о возможном изменении свойств пород при осушении и вскрытии месторождения карьером или подземными горными выработками. Даются рекомендации по величинам расчетных показателей прочностных свойств для каждого из выделенных стратиграфо-петрографических горизонтов разреза месторождения.

В разделе «Инженерно-геологический прогноз условий разработки месторождения» приводится:

а) характеристика основных инженерно-геологических особенностей пород разреза, а также рельефа шахтного или карьерного поля (в том числе и криогенного рельефа), для инженерно-геологической оценки массивов пород месторождения в отношении устойчивости бортов карьеров и подземных горных выработок;

б) прогнозная оценка инженерно-геологических (а в области многолетнемерзлых пород — и геокриологических) процессов, которые могут возникнуть при вскрытии и эксплуатации месторождений (оползни, обвалы, прорывы воды и плывунов, обрушение и сдвижение пород, изменение механической прочности пород при их увлажнении или при нарушении температурного режима и др.);

в) инженерно-геологическое обоснование необходимости проведения осушительных мероприятий на месторождении, снижения напора различных водоносных горизонтов или осуществления других защитных мероприятий;

г) рекомендации по выбору методов расчета устойчивости бортов карьеров, наиболее соответствующих природным условиям месторождения;

д) соображения о возможных изменениях в природной обстановке, вызванных освоением месторождения и необходимости осуществления охранных мер;

е) общая характеристика инженерно-геологических условий строительства на поверхности (надшахтных сооружений и пр.);

ж) обоснование дополнительных исследований, если они необходимы;

з) рекомендации по составу инженерно-геологических наблюдений в процессе строительства и эксплуатации шахт и карьеров [3, 24].

К инженерно-геологической части отчета должны быть приложены следующие графические материалы:

а) разрезы типовых инженерно-геологических скважин, а также опорных геологоразведочных скважин, в которых проводилась инженерно-геологическая документация;

б) инженерно-геологические разрезы (продольные и поперечные) месторождения по характерным участкам;

в) карты изомощностей вскрышных пород (при намеченном открытом способе горных работ);

г) литолого-прочностные карты (на различных рабочих горизонтах);

д) карты мощности коры выветривания;

е) различные графики (физико-механических свойств пород, паспортов прочности пород, трещиноватости и закарстованности пород, геотермических наблюдений, геофизических работ и пр.);

ж) карты инженерно-геологического районирования месторождения для целей его отработки открытым или подземным способом (составляется при разведке крупных месторождений);

з) инженерно-геологическая карта для целей наземного строительства (см. § 18).

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Особенности инженерно-геологического изучения угольных месторождений

Угольные месторождения являются в основном пластовыми. Пласты по мощности разделяются на весьма тонкие (до 0,5 м), тонкие (0,5—1,3 м), средней мощности (1,3—3,5 м), мощные (3,5—15 м) и весьма мощные (более 15 м). Угольные месторождения характеризуются большим разнообразием структурных форм и степени дизъюнктивной нарушенности. По геолого-структурным особенностям они разделяются на месторождения [8]:

а) с горизонтальным или пологим залеганием пород, с отсутствием или незначительным проявлением дизъюнктивных нарушений;

б) приуроченные к простым складчатым структурам с четко выраженными и закономерно изменяющимися элементами залегания, с наличием немногочисленных разрывных нарушений;

в) связанные с интенсивно складчатыми структурами и резкими изменениями элементов залегания пород или нарушенные большим количеством крупных и мелких дизъюнктивов.

Эти особенности месторождений, а также глубина их залегания в значительной мере предопределяют как выбор способа и систем разработки угля, так и поведения пород в бортах карьеров (разрезов) и в подземных горных выработках. Поэтому при инженерно-геологических работах при разведке особую важность приобретает инженерно-геологическая характеристика массивов пород. В этой характеристике массивов должны учитываться:

а) характер и степень вторичных изменений состава и свойств углей и углевмещающих пород, вызванных процессами катагенеза и метаморфизма [10]. С этими изменениями связаны как промышленно-технологические свойства углей (отображаемые обычно их марочным составом: Б, Д, Г, К, Ж, ОС, Т, А и др.), так и физико-механические свойства углей и углевмещающих пород. Как правило, с возрастанием степени вторичных изменений (на различных стадиях катагенеза и на стадии раннего метаморфизма) изменяют-

ся прочностные свойства пород, их пористость и влажность, а также способность пород к расслоению.

Выявление закономерностей, связанных со степенью вторичных изменений пород, используется при прогнозировании инженерно-геологических условий разведуемых шахтных и карьерных полей, а также направлено к сокращению объемов лабораторных исследований физико-механических свойств углевмещающих пород путем распространения величин показателей этих свойств, определенных в единичных точках (скважинах), на площади, сложенные породами тех же стратиграфических толщ и со сходными вторичными изменениями;

б) зависимость пространственного положения и интенсивности трещиноватости пород от геологических структур месторождения и тектонических разрывных нарушений различных порядков [14];

в) анизотропное строение массивов пород — их слоистость, цикличность в напластовании, наличие тектонических нарушений, разбивающих массив на блоки, трещиноватость пород, фациальная изменчивость и др.;

г) необходимость на месторождении осушительных или укрепительных работ и условия их проведения.

При намечаемом открытом способе разработки месторождений имеют важное значение:

а) изучение зоны выветривания пород, ее мощности, физико-механических свойств выветрелых пород на разных глубинах, интенсивности и пространственного положения трещиноватости пород, развитие экзогенной трещиноватости и пр.;

б) изучение физико-механических свойств вскрышных пород с оценкой их разрабатываемости и возможного поведения в отвалах;

в) изучение физико-механических свойств, трещиноватости, тектонической нарушенности пород, которые будут слагать рабочие и нерабочие борта карьеров (разрывов).

При намечаемом подземном способе разработки месторождений важное значение имеют:

а) изучение изменения физико-механических свойств углевмещающих пород (а также углей) с увеличением глубины их залегания и в зависимости от степени вторичных изменений, связанных с катагенезом и метаморфизмом;

б) изучение изменения трещиноватости пород и способности их к расслоению на различных глубинах;

в) изучение литологического и фациального состава и физико-механических свойств пород, слагающих кровлю и почву рабочих пластов угля. Должны выявляться: участки шахтных полей, на которых развита «ложная кровля», обычно затрудняющая проведение горных работ и засоряющая уголь породой, и участки почвы угольных пластов с развитием пластичных глинистых пород, наиболее подверженных процессам пучения (поддувания);

г) инженерно-геологическая оценка выбросоопасности углей и углевмещающих пород в связи с их газоносностью, большим горным

давлением, особенностями литолого-фациального состава пород и пр.;

е) выделение [4] для проектирования разработки глубоких горизонтов (600—1200 м) групп пород с временным сопротивлением сжатию до 600, 600—900 и более 900 кгс/см^2.

Особенности инженерно-геологического изучения рудных месторождений

Рудные месторождения весьма разнообразны как по вещественному составу руд, так и по своему генезису, составу рудовмещающих пород, условиям залегания и формам рудопроявлений. Отмечаются следующие особенности рудных месторождений, оказывающие влияние на условия их разработки:

а) связь многих рудных месторождений с процессами магматизма и метаморфизма, вследствие чего рудные тела и вмещающие породы часто являются твердыми (скальными и полускальными);

б) рудные тела имеют многообразие форм и размеров. Морфологически они разделяются на пластообразные, пластовые, столбообразные, линзообразные, жильные, штокообразные, гнездообразные;

в) широкий диапазон физико-механических свойств руд и рудовмещающих пород — от сыпучих и глинообразных до весьма крепких;

г) часто интенсивная тектоническая нарушенность и трещиноватость руд и пород;

д) неравномерность оруденения, наличие безрудных зон, создающих прерывистость и сложную конфигурацию очистных выработок;

е) большая ценность некоторых рудных полезных ископаемых, вызывающая стремление к максимальному извлечению их из недр;

ж) многообразие способов разведки и систем разработки рудных месторождений.

Все эти особенности усложняют выработку единой методики инженерно-геологического изучения рудных месторождений. Поэтому при составлении программ детальных инженерно-геологических работ на месторождениях со сложными и средней сложности инженерно-геологическими условиями необходимо учитывать природные особенности конкретных разведуемых месторождений.

При разведке для целей выявления и оконтуривания запасов полезного ископаемого проходится большое число геологоразведочных скважин, а также горно-разведочных выработок. Эти скважины и другие выработки в максимальной мере должны быть использованы для инженерно-геологической характеристики пород как в процессе проходки, так и при инженерно-геологической документации керна. При этом особое внимание должно уделяться наличию в массиве пород зон ослабления различного генезиса (трещиноватости пород, их текстуры, зон дробления и милонитизации, наличия глинки трения и пр.).

Большое внимание должно быть уделено петрографическому составу пород и его вторичных изменений, связанных с гидротермальными процессами и метаморфизмом. Вторичные изменения с различными минеральными новообразованиями ведут часто к уменьшению прочности пород в массиве, иногда же, наоборот, к ее увеличению (цементация трещин и пр.), что отражается на поведении пород в бортах карьеров и подземных горных выработках. На инженерно-геологическую оценку пород оказывают также влияние процессы выветривания — современные и протекавшие в прошлые геологические эпохи.

Применение при предварительной разведке месторождений ускоренных полевых методов изучения прочностных свойств пород и руд позволяет в предварительном порядке классифицировать породы по прочностным характеристикам с целью последующего более целеустремленного отбора проб пород и детального изучения их физико-механических свойств лабораторными методами. При детальной разведке обязательной является типизация пород по петрографическим признакам, позволяющая распространять инженерно-геологические характеристики, выявленные в отдельных точках (скважинах) на площади распространения соответствующих типов пород.

При детальной разведке в случаях намечаемого открытого способа разработки должны получить подробную инженерно-геологическую характеристику все породы и руды по всему разрезу месторождения и в особенности на участках намечаемых бортов карьера. При подземном способе разработки наиболее подробная характеристика дается рудам и породам, залегающим в их непосредственной кровле и почве, а также породам, по которым будут проходиться горные выработки (квершлаги, штреки и пр.).

Особенности изучения рудных месторождений в районах с карбонатным карстом

Некоторые рудные месторождения, в частности бокситовые, могут быть приурочены к закарстованным карбонатным породам — известнякам, доломитам. Эти месторождения отличаются обычно большой обводненностью горных выработок за счет трещинно-карстовых вод, часто сообщающихся с водами поверхностными. Вопросы инженерной геологии на этих месторождениях заключаются [5] как в инженерно-геологической оценке самих карбонатных пород, являющихся средой для горных выработок, так и в оценке инженерно-геологических явлений, возникающих при горных работах и связанных непосредственно с карстом. Эти явления заключаются в суффозионном выносе, выдавливании и выбросах в горные выработки заполнителя карстовых полостей. Заполнитель может иметь различный состав (песчаный, суглинистый, глинистый) и разные физико-механические свойства, которые предопределяют его поведение при вскрытии горными выработками. На развитие инженерно-

геологических явлений влияют также напор подземных вод, проникновение в карстовые полости вод с поверхности.

Особенности инженерно-геологических работ на месторождениях в карстовых районах заключаются в следующем:

а) инженерно-геологическая съемка, проводимая на территории разведуемого месторождения, должна дать материал для характеристики карста на основе изучения его проявлений на поверхности земли. Особое внимание должно быть обращено на поглощение карстовыми формами (воронками, понорами и пр.) вод поверхностного стока, на признаки вмывания и обрушения в карстовые полости песчано-глинистого и обломочного материала (аллювиальных, делювиальных и элювиальных отложений) и пр.;

б) инженерно-геологические наблюдения при бурении геологоразведочных скважин должны заключаться в фиксации провалов бурового инструмента (или его медленного погружения в рыхлый заполнитель карстовых полостей), поглощения промывочной жидкости, процента выхода керна и пр. По керну документируются трещиноватость, закарстованность и кавернозность пород, наличие заполнителя карстовых полостей, его тип (твердый, рыхлый, пластичный), состав и свойства. Фиксируется процент содержания по скважине открытых карстовых полостей («активная» скважность) и процент общей закарстованности пород (открытые полости плюс полости, имеющие заполнитель);

в) обследование действующих шахт и карьеров (если они имеются в районе) с документацией тектонической нарушенности пород, их трещиноватости и закарстованности (размеры, форма и направление карстовых полостей и каналов, связь их с тектоническими нарушениями и направлением основных систем трещин, наличие заполнителя карстовых полостей, его состав и свойства), развитие инженерно-геологических явлений, связанных с карстом (признаки суффозионных явлений, выдавливание и выбросы заполнителя и пр.);

г) изучение петрографического и химического состава и физико-механических свойств закарстованных карбонатных пород и заполнителя карстовых полостей;

д) изучение агрессивности подземных и поверхностных вод.

Проведенные инженерно-геологические работы должны выявить те закономерности карста, которые имеются в массиве пород: связь карста с геологическими структурами, тектоническими разрывными нарушениями и трещиноватостью пород; наличие зон открытых (незаполненных) карстовых полостей и зон полостей с заполнителем, этажность расположения карстовых полостей, связанная с этапами развития карста в районе.

В результате исследований дается прогнозная оценка инженерно-геологических условий разработки разведуемого месторождения по его площади и на различных горизонтах с соображениями [5] о возможности развития при горных работах инженерно-геологических явлений, связанных с карстом.

Особенности инженерно-геологического изучения россыпных месторождений

Россыпи—рыхлые или слабосцементированные отложения обломочного материала, содержащие в виде зерен и обломков кристаллов различные ценные минералы. Основные генетические типы россыпей: элювиальные, делювиальные, аллювиальные, морские и озерные. Россыпные месторождения большей частью имеют неглубокое залегание, до 20—40 м. Разработка ведется главным образом открытым способом, а в некоторых случаях — при глубоком (см. ниже) залегании полезного ископаемого и его высоком содержании в россыпях — также и подземным способом.

Инженерно-геологическое изучение россыпных месторождений, расположенных вне зоны многолетней мерзлоты, должно соответствовать требованиям, предъявленным к изучению месторождений, приуроченных к несвязным породам (см. § 14).

Необходимо отметить некоторые особенности инженерно-геокриологического изучения россыпных месторождений, приуроченных к области распространения многолетней мерзлоты. Эти месторождения характеризуются также небольшой глубиной залегания и лишь в отдельных случаях встречаются глубокие россыпи (глубиной до 100 м). К мелким относятся россыпи глубиной менее 20 м.

Очень важно в процессе разведки выяснить последствия, которые будут вызваны протаиванием мерзлых пород при эксплуатации россыпей. Протаивание пород специально вызывается как широкораспространенный технологический прием при открытой разработке россыпей. С другой стороны, протаивание может вызвать снижение несущей способности пород при подземной разработке.

К геокриологическим вопросам, освещение которых необходимо при разведке, относятся:

а) льдистость и криогенная текстура всех литологических разностей разреза;

б) распространение по площади и на глубину толщи мерзлых пород и таликов, а также их температурный режим;

в) распространение по площади и на глубину слоя сезонного промерзания — протаивания, его влажность и температурный режим;

г) гидрогеологические условия россыпей; значительное внимание должно быть уделено фильтрационным свойствам массивов до и после их протаивания.

Россыпные месторождения, залегающие на небольшой глубине, оказываются обычно в зоне пород с наибольшей льдистостью и, как правило, в ярусе с годовыми колебаниями температуры. Необходимо также иметь в виду, что в средней части этого яруса температурная волна может запаздывать по фазе, в связи с чем летом мерзлые породы могут иметь там сравнительно более низкую температуру, а зимой — более высокую.

Более глубокие месторождения обычно находятся среди менее льдистых пород, не подверженных колебаниям годовой температуры. Однако геокриологические особенности верхних горизонтов в этих случаях требуется изучать для целей характеристики проходки шахтных стволов и наземного строительства.

Геокриологический микрорельеф на территории месторождения и его окрестностях должен тщательно изучаться [1, 22], так как именно на месторождениях этого типа он часто бывает четко выражен и представлен многими видами. Изучение особенностей микрорельефа может позволить сократить объем более дорогостоящих разведочных работ.

Мощность толщи мерзлых пород часто совпадает с мощностью четвертичных отложений. В основании их нередко находятся водоносные горизонты, водоупором для которых служат подстилающие немерзлые коренные породы. Последние часто оказываются также плотиком — основанием для наиболее богатой части россыпи.

Изучение геокриологических закономерностей следует распространять и за пределы самих месторождений, что необходимо для инженерно-геологической оценки и организации горных работ.

При прогнозировании инженерно-геокриологических условий разработки месторождений необходимо учитывать, что изменения в геокриологической обстановке будут происходить неизбежно. Однако некоторые изменения будут благоприятствовать горным работам, если они специально вызваны запланированными мероприятиями (снятие торфяно-мохового покрова и слоя сезонного протаивания, особенно на льдистых участках, затопление участков водой и пр.). Некоторые изменения в геокриологической обстановке могут оказаться вредными не только для проведения горных работ, но и для других отраслей народного хозяйства. Поэтому необходима детальная оценка характера и интенсивности возможных геокриологических изменений.

Особенности инженерно-геологического изучения месторождений ископаемой соли

Месторождения каменной соли и калийных солей имеют следующие морфологические типы: а) пластовые, выдержанные по мощности, имеющие большую протяженность (Верхнекамское калийное, Славяно-Артемовское соляное и др.); б) пластово-линзообразные (Нурекское соляное); в) линзообразные (Калуш-Голынское и др.); г) куполообразные и штокообразные залежи (Илецкое, Солотвинское и др.). Разработка месторождений осуществляется большей частью шахтами, реже — открытым способом или выщелачиванием через буровые скважины.

Каменная соль относится к скальным породам, ее временное сопротивление сжатию превышает 300—400 кгс/см^2, в связи с чем часто бывает достаточно устойчивой в горных выработках, допуская разработку большими камерами. Однако разработка соляных

месторождений шахтами возможна только при надежной изоляции их от воздействия подземных и поверхностных вод. Проникновение воды в зону горных работ может вызвать развитие соляного карста и затопление шахт. Поэтому при разведке месторождений соли большое значение имеет изучение их гидрогеологических условий.

По гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям месторождения соли подразделяются на три группы:

I — месторождения или их части, залегающие выше местного базиса эрозии;

II — месторождения или их части, залегающие на больших глубинах, в зоне замедленного движения подземных вод;

III — месторождения или их части, приуроченные к верхней гидродинамической зоне, на глубинах менее 100—120 м.

Месторождения третьей группы имеют наиболее сложные условия разработки.

Инженерно-геологическое изучение месторождений должно быть целеустремленным и включать следующие вопросы:

а) анализ геологической структуры разведуемого месторождения и положение полезного ископаемого относительно водоупорных и водоносных слоев разреза солевмещающих пород;

б) изучение карстовых процессов и явлений (соляной карст) по площади месторождения и на глубине;

е) изучение зоны выветривания, ее мощности и водопроницаемости;

г) изучение физико-механических свойств соли и вмещающих пород;

д) прогнозная оценка устойчивости пород в зоне горных работ;

е) прогнозная оценка возможности активизации карстовых процессов при вскрытии и эксплуатации месторождения.

В содержании инженерно-геологических работ при разведке месторождений соли особое значение имеют:

а) инженерно-геологическая и гидрогеологическая съемка района месторождения, одной из задач которой является изучение развития соляного карста;

б) инженерно-геологическая и гидрогеологическая документация геологоразведочных скважин и горноразведочных выработок. При этом обращается внимание на: признаки закарстованности солей и вмещающих пород; наличие подземных вод — надсолевых, внутрисолевых, подсолевых и боковых; химический состав и степень минерализации вод; тектоническую нарушенность пород, наличие зон дробления и трещиноватости; выветрелость пород; наличие выдержанных по мощности и распространению солей водоупорных пород и пр.;

в) инженерно-геологическая оценка массивов пород на месторождении с максимальным использованием геофизических методов разведки. Полости буровых скважин являются возможными потенциальными проводниками воды в залежи соли, в связи с чем необходим их тщательный тампонаж.

МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бобов Н. Г., Швецов П. Ф. Методика инженерно-геокриологических и гидрогеологических работ при разведке месторождений полезных ископаемых на Крайнем Севере. Серия «Гидрогеология и инженерная геология». № 8. М., 1969, 14 с. (ВИЭМС).

2. Бондарик Г. К., Комаров И. С., Ферронский В. И. Полевые методы инженерно-геологических исследований. М., «Недра», 1967, 372 с. с ил.

3. Прохоров С. П., Скворцов Г. Г. Временная инструкция по гидрогеологическому и инженерно-геологическому обслуживанию горно-эксплуатационных работ на месторождениях твердых полезных ископаемых. М., 1960, 57 с. (МГ СССР).

4. Временные технические требования угольной промышленности к геологоразведочным работам и исходным геологическим материалам, представляемым для проектирования нового строительства и реконструкции шахт и разрезов. М., МУП СССР, 1970, 24 с.

5. Гамалей Б. М. Скворцов Г. Г. Изучение инженерно-геологических явлений, связанных с карстом на месторождениях полезных ископаемых. М., 1971, 65 с. (ВСЕГИНГЕО).

6. Изучение гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых. М., «Недра», 1969, 48 с. Авт.: Бабушкин В. Д., Пересунько Д. И., Прохоров С. П., Скворцов Г. Г.

7. Изучение напряженного состояния массивов пород в инженерно-геологических целях. М., Изд-во МГУ, 1968, 84 с.

8. Инструкция о порядке внесения, содержания и оформления материалов по подсчету запасов углей и горючих сланцев, представляемых для утверждения в Государственную Комиссию по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ). М., «Недра», 1968, 64 с.

9. Ломтадзе В. Д. Инженерная геология. Л., «Недра», 1970, 527 с. ил.

10. Малинин С. И. Геологические основы прогноза поведения пород в горных выработках. М., «Недра», 1970, 192 с. с ил.

11. Методика геофизических исследований скважин Донбасса. Киев, «Наукова думка», 1971, 156 с. Авт.: Гаркаленко И. А., Зайченко В. Ю., Михедько А. Ф., Развалов Н. П.

12. Методика разведки угольных месторождений Донецкого бассейна. М., «Недра», 1972, 327 с. с ил.

13. Николаев С. В., Свешников В. П. Методические рекомендации по изготовлению образцов из скальных пород для физико-механических испытаний. М., 1970, 68 с. (ВСЕГИНГЕО).

14. Методические рекомендации по изучению боковых пород при разведке угольных месторождений. Науч. ред. Г. Г. Скворцов. М., 1971, 54 с. (ВСЕГИНГЕО).

15. Методические рекомендации по комплексной интерпретации геофизических измерений в угольных скважинах. Ростов-на-Дону, 1971, 43 с. (Донбасс НИЛ).

16. Методические указания по составлению инженерно-геологических карт масштаба 1 : 25 000—1 : 50 000. М., 1966, 44 с. (ВСЕГИНГЕО).

17. Методическое руководство по инженерно-геокриологическим и гидрогеологическим работам при разведке рудных месторождений на Крайнем Севере. М., «Недра», 1972, 370 с. с ил. Авт: Швецов П. Ф., Бобов Н. Г., Крицук Л. Н., Павлов А. В., Шарбатян А. А.

18. Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород. Т. I, 347 с. с ил., т. 2, 370 с. с ил. М., Изд-во МГУ, 1968.

19. Методическое пособие по изучению инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых, подлежащих разработке открытым способом. Л., 1965, 120 с. (ВНИМИ).

20. Методическое пособие по изучению слоистости и прогнозу расслаиваемости осадочных пород. Л., 1967, 84 с. (ВНИМИ).

21. Методы геофизики в гидрогеологии и инженерной геологии (методическое руководство). М., «Недра», 1972, 235 с. с ил.

22. Полевые геокриологические (мерзлотные) исследования. Методическое руководство. М., Изд-во АН СССР, 1961, 423 с.

23. Свойства горных пород и методы их определения. М., «Недра», 1969, 392 с. с ил. Авт.: Ильницкая Е. И., Тедер Р. И., Ватолин Е. С., Кунтыш М. Ф.

24. Скворцов Г. Г., Романовская Л. И. Инженерно-геологические наблюдения при строительстве и эксплуатации карьеров. М., Госгеолтехиздат, 1962, 60 с. с ил.

25. Скворцов Г. Г., Романовская Л. И. Инженерно-геологические исследования и прогнозы при разведке месторождений полезных ископаемых. М., «Недра», 1966, 160 с. с ил.

26. Скворцов Г. Г., Фромм В. В. Инженерно-геологическое изучение глубоких горизонтов месторождений полезных ископаемых при разведке. М., «Недра», 1970, 107 с. с ил.

27. Справочник по инженерной геологии. Ред. М. В. Чуринов. М., «Недра», 1968, 540 с. с ил.

28. Требования к проведению механических испытаний горных пород при разведке угольных месторождений, разрабатываемых подземным способом. Л., 1971, 36 с. (ВНИМИ).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
I. Факторы, оказывающие влияние на инженерно-геологические условия разработки месторождений и освещаемые при разведке 5
II. Типизация месторождений по сложности инженерно-геологических условий их разработки . . 10
III. Требования к инженерно-геологическому изучению месторождений при разведке 13
IV. Содержание инженерно-геологических работ применительно к различным стадиям разведки и сложности инженерно-геологических условий месторождений 18
V. Полевые и лабораторные работы при разведке . 25
VI. Обработка материалов инженерно-геологических работ и составление отчета 36
Приложение. Особенности инженерно-геологического изучения месторождений различных видов полезных ископаемых 41
Методическая литература 49

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ ИХ РАЗВЕДКЕ

Редактор издательства *Л. И. Березовская*
Технический редактор *Л. Г. Лаврентьева*
Корректор *Н. В. Власова*

Сдано в набор 15/VII-1974 г. Подписано в печать 11/XI-1974 г. Формат 60×90 1/16.
Бумага № 2. Печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,32.
Тираж 1500 экз. Заказ № 1732/11709 — 2.
Цена 17 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.

Саратов. Производственное объединение «Полиграфист».
Пр. Кирова, 27.

gost.e-ecolog.ru