

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тихоокеанский государственный университет»

А. П. ПИЧКУНОВ

ГОРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

*Утверждено издательско-библиотечным советом университета
в качестве учебного пособия*

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2018

УДК 550.8:622.2(075.8)

ББК И11я7

ПЗ63

Рецензенты:

директор ООО «Азимут» кандидат технических наук *В. В. Лопашук*;
проректор по научной работе, профессор кафедры
«Мосты, тоннели и подземные сооружения» *С. А. Кудрявцев* (ДВГУПС).

Научный редактор

заведующий кафедрой «Автомобильные дороги» доктор технических наук, профессор
А. И. Ярмолинский

Пичкунов, А. П.

ПЗ63 Горная геология : учебное пособие / А. П. Пичкунов ; [науч. ред. А. И. Ярмолинский]. –Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. – 178 с.
ISBN 978-5-7389-2696-9

В учебном пособии, написанном к курсам «Геология» и «Разработка угольных и рудных месторождений», кратко изложены основные сведения о горных породах и их физико-механических свойствах, методы полевого определения и горнотехнические особенности разработки месторождений, основы гидрогеологии, включая свойства подземных вод и методы расчёта водопритока к открытым выработкам. Рассмотрены методы и методика поисков и разведки месторождений полезных ископаемых и способы подсчёта их запасов. Описаны основные виды опасных геологических процессов и методы их стабилизации, локализации, предупреждения и прогнозирования. Приведены краткие сведения об инженерно-геологических изысканиях для горного строительства и инженерных сооружений и коммуникаций, входящих в состав горных предприятий. Составлен словарь геологических и горных терминов.

Учебное пособие предназначено для обучающихся в университете специальности 21.05.04 «Горное дело», специализация «Открытые горные работы».

УДК 550.8:622.2(075.8)

ББК И11я7

ISBN 978-5-7389-2696-9

© Пичкунов А.П., 2018

© Тихоокеанский государственный
университет, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. СКАЛЬНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	7
1.1. Общие сведения о горных породах	7
1.2. Физические свойства скальных пород	10
1.3. Визуальное определение скальных пород	14
1.4. Описание основных видов скальных пород	16
1.5. Геотехнические свойства скальных пород	25
1.6. Первичные формы залегания пород и дислокации	28
1.7. Горнотехнические особенности разных генетических групп скальных горных пород	29
1.8. Трещиноватость скальных пород	30
Глава 2. НЕСКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ	32
2.1. Общие сведения и классификация	32
2.2. Физические свойства нескальных грунтов	33
2.3. Визуальное определение нескальных грунтов	35
Глава 3. ОСНОВЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ	41
3.1. Общие сведения о подземных водах и их классификация	41
3.2. Свойства подземных вод	42
3.3. Движение подземных вод	43
3.4. Водоприток к горным и строительным выработкам	45
3.5. Агрессивность подземных вод	48
Глава 4. ЭНДОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	50
4.1. Землетрясения	50
4.2. Общее сейсмическое районирование	53
4.3. Сейсмическая ответственность зданий и сооружений	54
4.4. Сейсмическое микрорайонирование	56
4.5. Цунами	58
Глава 5. ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	59
5.1. Выветривание	59
5.2. Деятельность поверхностных вод	60
5.3. Деятельность подземных вод	64
5.4. Гравитационные (склоновые) процессы	68
5.5. Крутизна откосов в сыпучих грунтах	73

5.6. Сезонное промерзание и оттаивание грунтов. Криогенные процессы	75
Глава 6. ПОИСКИ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	78
6.1. Методы геологоразведочных работ	78
6.2. Разведочные выработки	78
6.3. Опробование	81
6.4. Поиски месторождений полезных ископаемых	83
6.5. Разведка месторождений полезных ископаемых	85
6.6. Кондиции на минеральное сырьё	88
6.7. Запасы полезных ископаемых и их категории	88
6.8. Методы подсчёта запасов	90
6.9. Утверждение запасов	92
Глава 7. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	93
7.1. Основные положения	93
7.2. Инженерно-метеорологические изыскания	93
7.3. Инженерно-гедезические изыскания	95
7.4. Инженерно-геологические изыскания	96
7.5. Инженерно-гидрологические изыскания	98
7.6. Инженерные изыскания для технико-экономического обоснования проекта горного предприятия	99
7.7. Инженерные изыскания для обоснования проекта горного предприятия	100
7.8. Инженерные изыскания для обоснования рабочей документации горного предприятия	102
Глава 8. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ	104
8.1. Общие сведения о прогнозировании	104
8.2. Типы, цели и задачи геологического прогнозирования	105
8.3. Методы инженерно-геологического прогнозирования	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	108
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	109
СЛОВАРЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНЫХ ТЕРМИНОВ	111

ВВЕДЕНИЕ

Учебная литература по геологии, предназначенная для горных инженеров, в настоящее время почти недоступна, последние учебники П. Н. Панюкова и др., изданные в 1968–1978 гг., стали библиографической редкостью. Учебники по инженерной геологии, предназначенные для студентов строительных и дорожных специальностей, достаточно полно освещают вопросы минералогии, петрографии, общей, структурной и динамической геологии, что соответствует лишь части программы обучения студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», специализация «Открытые горные работы». Горные аспекты геологии – поиски и разведка месторождений минерального сырья, подсчёт их запасов, опасные геологические процессы при эксплуатации добывающих (добычных) предприятий, инженерно-геологическое прогнозирование и др. – в этих учебниках совершенно не рассматриваются.

Нормативно-методические документы, справочные руководства, энциклопедии и словари по горному делу малопригодны для использования студентами из-за слишком большого общего объёма и высокопрофессионального уровня изложения материала.

С учетом этих обстоятельств нами поставлена задача – создать пособие, которое способствовало бы пониманию места и важности геологиче-

ской информации в горном деле и вооружило будущих горных инженеров знаниями, необходимыми для понимания геологической документации и грамотного ведения добычных работ.

В пособии освещены вопросы проведения геологоразведочных работ, методов подсчёта запасов полезных ископаемых и прогнозирования опасных геологических процессов и явлений. Таким образом, мы рассматриваем, в основном, только вопросы, связанные с горными работами при разработке месторождений полезных ископаемых. Инженерно-геологические аспекты проектирования и строительства инженерных сооружений и инженерных коммуникаций, входящих в состав горных предприятий, в пособии затрагиваются в минимальном объёме.

Необходимый и используемый в практической деятельности расчётно-аналитический аппарат в учебном пособии также приведен в минимальном объеме.

Эксплуатация карьеров в особых условиях (вечная мерзлота, закарстованные территории и т. д.) и в районах развития специфических грунтов (просадочные, засоленные, заторфованные и т. п.) также почти не рассматриваются.

В конце пособия дан словарь геологических и горных терминов, а также терминов из смежных естественных и технических наук, которые, на наш взгляд, необходимо знать горному инженеру. Сюда включены и некоторые термины, не упоминаемые в тексте учебного пособия.

В основном тексте пособия термины, содержащиеся в словаре, выделены курсивом без сноски «см.».

Глава 1. СКАЛЬНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

1.1. Общие сведения о горных породах

Твёрдые вещества, слагающие земную кору, в горно-геологических дисциплинах именуются горными породами, а в строительстве – называют грунтами.

В зависимости от характера связей между частицами (зёрнами) выделяются два класса горных пород – скальные (связи жёсткие – кристаллизационные или цементационные) и нескальные (связи нежёсткие – водно-коллоидные или механические за счёт трения и сцепления). Скальные породы имеют вид камня, они обладают высокой прочностью и практически не деформируются под действием внешних нагрузок; их разработка обычно ведётся взрывным способом, реже – с применением мощной рыхлительной техники. Нескальные породы, наоборот, легко деформируются, растираются или сминаются руками, их разработка ведётся бульдозерами, экскаваторами или гидромеханическими способами.

В дальнейшем в тексте пособия термины «горная порода» или «скальный грунт» употребляются нами только по отношению к скальным горным породам, нескальные же всегда именуются грунтами.

Зёрна горных пород сложены минералами. Минералы – это природные химические соединения, более или менее однородные по физическим свойствам (внешним признакам) и обладающие, как правило, кристаллическим внутренним строением. В чистом виде минералы в природе встречаются редко. Основы минералогии – науки о минералах – достаточно освещены в рекомендованных учебниках и ниже не описываются.

В зависимости от *генезиса (происхождения)*, выделяются следующие группы горных пород – магматические, осадочные, метаморфические и искусственные.

Магматические горные породы образовались при застывании и кристаллизации расплавленной каменной массы (магмы), для них характерны жесткие кристаллизационные связи, поэтому они всегда скальные.

В зависимости от условий и глубины формирования, выделяются две генетические подгруппы магматических пород:

– интрузивные или глубинные, окончательно сформировавшиеся на глубинах более 10–15 км,

– эффузивные или излившиеся, сформировавшиеся, как правило, на поверхности или на глубинах не более 0,5–1,5 км.

Тектонические движения блоков земной коры приводят к тому, что в настоящее время интрузивные породы могут оказаться близ поверхности и даже слагать вершины гор, а эффузивные – могут залегать на значительной глубине.

Осадочные породы образовались близ земной поверхности за счет накопления продуктов разрушения (выветривания) исходных пород или путём оседания частиц, материалов выветривания или жизнедеятельности из воды или воздуха. В момент образования осадочные породы являются нескальными, в результате исторической жизни и последующих процессов за счет формирования жестких цементационных связей они нередко превращаются в скальные горные породы.

В зависимости от способа образования частиц, выделяются четыре генетических подгруппы осадочных пород:

– механические или обломочные, состоящие из обломков разной величины (от тысячных долей миллиметра до первых метров) и формы;

– химические, образовавшиеся путём кристаллизации солей из насыщенных водных растворов;

– биохимические или органические – скопления окаменевших или разложившихся останков растений и животных;

– смешанные – образовавшиеся в результате совместного действия нескольких факторов из перечисленных способов образования.

В настоящее время большая часть земной поверхности материков до глубины от первых метров до нескольких километров сложена осадочными породами, как скальными, так и нескальными.

Метаморфические горные породы первоначально образовались как магматические или осадочные горные породы, а впоследствии были изменены действием высоких температур и давлений с участием горячих растворов и газов. Метаморфические породы всегда скальные.

В зависимости от основных факторов метаморфизма выделяются три генетических подгруппы метаморфических пород:

– регионально-метаморфизованные – исходные (материнские) породы подверглись одновременному воздействию умеренно высоких температур и давления,

– контактово-метаморфизованные – воздействовала главным образом высокая температура, произошёл обжиг материнской породы, но её расплавления не было,

– динамометаморфизованные – воздействовало, в основном, высокое боковое давление (стресс) при участии горячих растворов и/или газов.

Метаморфические породы встречаются на всех глубинах земной коры от поверхности до мантии. Из всех скальных горных пород наиболее распространены регионально-метаморфизованные – до 70–80 % от общего объёма метаморфических пород.

Искусственные (техногенные) породы образовались в результате инженерной и хозяйственной деятельности человека – это насыпи, отвалы, свалки и грунты, целенаправленно преобразованные с целью улучшения их свойств. Искусственные породы чаще всего являются нескальными и, реже, скальными с приобретенными цементационными связями.

1.2. Физические свойства скальных пород

Основными физическими свойствами (или внешними признаками) скальных горных пород, по которым производится их визуальное определение, являются *структура, текстура и минералогический состав*.

Отдельные, на глаз отличающиеся друг от друга частицы, из которых сложена горная порода, называются зёрнами.

Структура породы определяется формой и размером этих зёрен. По форме зёрна чаще всего являются кристаллами или обломками, реже встречаются окаменевшие органические остатки. По соотношению размеров крупных и мелких зёрен породы бывают равномернозернистыми (зёрна различаются по размерам не более чем в 2–3 раза) и неравномернозернистыми (крупные зёрна больше мелких в 5–10 и более раз).

Если преобладающий размер зёрен меньше 0,05–0,1 мм, различить невооружённым глазом их форму (кристаллы это, обломки или раковины), а иногда и увидеть сами зёрна практически невозможно. Излом таких пород гладкий или слегка шероховатый, похожий на излом фарфора или прессованного сахара. Такие структуры называются *незернистыми*.

Кристаллы в горных породах распознаются по более или менее правильной форме, хотя их огранка, как правило, нечёткая. Грани кристаллов или поверхности их излома обычно блестящие. Размеры кристаллов чаще всего составляют 0,1–5 мм, иногда – больше. Если зёрна породы имеют облик кристаллов и их размеры примерно одинаковы (т. е. порода равномернозернистая), то такая структура называется *полнокристаллической*.

Если порода неравномернозернистая и в ней ясно различаются отдельные относительно крупные (как правило, 2–5 мм) кристаллы (не обломки!) одного или двух минералов, а основная масса незернистая, то такая структура называется *порфировой*.

Обломки в составе горных пород могут быть окатанными (округлыми, без острых рёбер и вершин) или угловатыми. Размеры обломков обычно составляют 0,1–20 мм, но бывают и гораздо больше. Соседние обломки заметно отличаются друг от друга по форме и размерам, поверхность их шероховатая, чаще всего не блестящая (матовая).

Материал, заполняющий пространство между обломками и скрепляющий их между собой, называется цементом. Структура цемента обычно незернистая или песчаная.

Если обломки с размерами свыше 2 мм слагают больше половины породы, то такая структура называется *крупнообломочной*, а при преобладающем размере обломков 0,1–2 мм – *мелкообломочной* или *песчаной*. Крупнообломочные породы обычно неравномернозернистые, а мелкообломочные – чаще наоборот.

Органические остатки могут быть раковинами моллюсков, кораллами или сплошными коллоидными массами, реже встречаются части растений и их отпечатки. Размер органических остатков колеблется от тысячных долей миллиметра до 10–15 мм, иногда больше. При наличии органических остатков структура породы называется *биогенной* или *органогенной*.

Реже встречаются структуры:

чешуйчатая – зёрна имеют форму плоских чешуек диаметром 1–5 и толщиной 0,1–2 мм;

волокнистая – порода состоит из волокон (нитей) длиной 2–20 и толщиной порядка 0,1 мм;

Текстура – совокупность признаков сложения горной породы, обусловленная относительным расположением, ориентировкой и распределением её составных частей (агрегатов). Наиболее распространённые текстуры скальных горных пород:

пористая – в породе ясно видны пустоты, часто округлой формы;

микropористая – поры не видны, но порода лёгкая, впитывает капли воды или кислоты, прилипает к языку;

слоистая – порода состоит из чередующихся примерно параллельных слоёв различного облика и окраски толщиной от 1–2 мм до нескольких метров, зёрна обычно являются обломками. При мощности слоёв более 5–10 см они видны только в обнажениях, а в образцах не различаются;

полосчатая – в образце породы ясно видны разноцветные примерно параллельные полосы различной окраски, сложенные кристаллами;

узорчатая – видны узоры из разноцветных полос, слоёв и пятен;

сланцеватая – порода разбивается на плоскопараллельные или слегка изогнутые плитки (пластинки), такие породы называются сланцами;

массивная или однородная – зёрна распределены в пространстве породы равномерно, какие-либо особенности (поры, полосы, узоры, слоистость, сланцеватость и т. п.) отсутствуют.

Зёрна горных пород чаще всего сложены следующими основными минералами, называемыми **породообразующими минералами**. Перечисление породообразующих минералов даётся от твёрдых (царапают стекло) к мягким (царапаются ногтем).

Кварц – зёрна неправильной формы бесцветного, белого или дымчатого цвета со стекляннм, матовым, реже с жирным блеском, часто полупрозрачные, царапают стекло с резким треском.

Полевые шпаты – прямоугольники или параллелограммы белого, серого, жёлтого, розового или красного (редко почти чёрного) цвета со стекляннм блеском, царапают стекло с трудом, ножом не царапаются.

Тёмноцветные минералы (пироксены и амфиболы) – тёмно-зелёные, зеленовато-чёрные, коричневатые или чисто чёрные вытянутые призматические кристаллы со стекляннм блеском, царапают стекло с трудом, ножом не царапаются,

Железистые минералы (лимонит, гематит, гётит) – незернистые, ржавого, красного, бурого или чёрного цвета с матовым, землистым или металловидным блеском, часто напоминают ржавчину.

Карбонаты – бесцветные, белые, желтоватые или голубоватые, реже чёрные зёрна с перламутровым или стеклянным блеском, легко царапаются ножом. Характерна реакция с соляной кислотой или с крепким уксусом, сопровождающаяся выделением углекислого газа («шипят»), реакция может идти в куске (кальцит) или только в порошке (доломит).

Слюды – листочки или чешуйки разного цвета с сильным блеском, царапаются стеклом или ножом, легко расщепляются ножом, иглой, а то и ногтем на тоненькие иногда полупрозрачные пластинки.

Хлорит, серпентин, тальк – незернистые массы с жирным блеском, жирные на ощупь, царапаются ножом, зеленоватые, цвет порошка белый.

Углеродистые минералы – лёгкие незернистые массы коричневого, тёмно-бурого или чёрного цвета с землистым, восковым или стеклянным блеском, иногда пачкают руки, в пламени горят, дымят или плавятся с запахом органики.

Кремнистые минералы (опал, халцедон) – незернистые светлые массы, обычно хрупкие (ломаются руками или растираются пальцами), лёгкие и микропористые (впитывают воду или кислоту, прилипают к языку).

Глинистые минералы – незернистые массы жёлто-бурого, зеленоватого, ржаво-бурого или палевого цвета, реже белые, иногда жирные на ощупь, царапаются ногтем, их порошок в смеси с водой даёт пластичное тесто.

Графит – незернистая или чешуйчатая масса стально-серого или чёрного цвета с металлическим блеском, жирный на ощупь, пачкает руки, пишет на бумаге.

1.3. Визуальное определение скальных пород

Полевое определение, т. е. выяснение названия скальных пород, производится по их физическим свойствам – структуре, текстуре и минеральному составу. Физические свойства определяются на свежем изломе породы. Чаще всего для определения породы необходимы (кроме знаний) только молоток и нож или стекло.

Определение породы начинается с выбора образца, имеющего со всех сторон свежие, не затронутые выветриванием поверхности излома. Осмотром выявляются структура и текстура, а по возможности и минеральный состав породы. Определение наименования (названия) породы проводится с использованием табл. 1, 2, 3 и описания пород, приведённого в п. 1.4.

В случаях затруднений или сомнения в правильности определения породы надлежит обращаться к специалисту-геологу.

Таблица 1

Определитель наиболее часто встречающихся равномернозернистых скальных горных пород

Структуры	Текстуры				
	Однородная	Пористая	Слоистая	Сланцеватая	Полосчатая или узорчатая
Полнокристаллическая	Амфиболит, габбро, гранит, диорит, доломит, известняк, кварцит, мрамор, сиенит		Доломит, известняк	Амфиболит	Амфиболит, гнейс, кварцит мрамор
Песчаная	Песчаник	Песчаник, туффит	Песчаник		
Чешуйчатая или волокнистая	Серпентинит			Сланец слюдяной	Серпентинит
Биогенная	Известняк, мрамор	Известковый туф	Известняк		Известняк

Таблица 2

**Определитель наиболее часто встречающихся неравномернозернистых
скальных горных пород**

Структуры	Текстуры	
	Однородная	Пористая
Крупно-обломочная	Брекчия, гравелит, конгломерат	Вулканический туф, туффит
Порфировая	Андезит, диабаз, липарит, порфир кварцевый, порфириты, трахит	

Таблица 3

**Определитель наиболее часто встречающихся незернистых
скальных горных пород**

Особенности незернистой структуры	Текстуры					
	Однородная	Пористая	Микропористая	Слоистая	Сланцеватая	Полосчатая или узорчатая
Зёрна невооружённым глазом скорее угадываются, чем различаются	Алевролит, андезит, кварцит, мрамор	Андезит, базальт, диабаз	Вулканический туф, диатомит	Алевролит	Сланец серицитовый, филлит	Кварцит, мрамор, сланец известковый
Зёрна совершенно не видны	Аргиллит, обсидиан, яшма	Пемза	Диатомит, ископаемые угли, мел, опока, трепел	Аргиллит	Сланцы глинистый и зелёный	Яшма

1.4. Описание основных видов скальных пород

Алевролит. Серый до чёрного, бурый или зеленоватый. Структура незернистая, текстура однородная или слоистая, иногда микропористая. Сланцеватость отсутствует. Излом неровный, шершавый. Часто царапает стекло. Осадочная обломочная порода.

Андезит. В целом тёмный – тёмно-серый, зелёный, коричневый или красный. Структура незернистая или порфировая, текстура однородная, иногда пористая. Излом неровный с шероховатой поверхностью. Основная масса незернистая. Крупные кристаллы (порфировые вкрапленники), если они есть, представлены: полевыми шпатами (светлые или цветные кристаллы таблитчатой формы со стекляннным блеском по плоскостям спайности); роговой обманкой (удлинённые призмы тёмно-зелёного до почти чёрного цвета); пироксенами (короткие тёмно-зелёные столбики) и биотитом (чёрные листочки или чешуйки). Твёрдый – царапает стекло. Поверхность шероховатая. Магматическая излившаяся порода.

Амфиболит. Тёмно зелёный до чёрно-зелёного и зеленовато-чёрного, реже тёмно серый. Структура равномернозернистая полнокристаллическая. Текстура однородная с элементами сланцеватости, иногда полосчатая. Состоит в основном из амфибола – вытянутые призматические кристаллы тёмного цвета со стекляннным блеском, в подчинённых количествах встречаются светлые полевые шпаты и чёрная слюда, реже кварц и красные гранаты. Твёрдый – царапает стекло с трудом, ножом не царапается. Метаморфическая порода.

Антрацит. Чёрный, иногда с сизым отливом *ископаемый уголь*. Блеск сильный металлический, излом раковистый. Структура незернистая, текстура однородная. Стекло не царапает. Руки не пачкает, загорается только

в пламени паяльной лампы. Осадочная порода высокой степени углефикации.

Аргиллит. Серый до чёрного, бурый или зеленоватый. Структура незернистая, текстура однородная или тонкослоистая. Сланцеватость отсутствует. Излом неровный гладкий. По стеклу скользит, оставляя отдельные царапины. Осадочная обломочная порода глинистого состава.

Базальт. Тёмно-серый до почти чёрного, без зеленоватых и бурых оттенков, светлые минералы не видны совершенно. Структура незернистая, реже порфиоровая, текстура пористая. Стекло царапает. Магматическая излившаяся порода.

Брекчия. Цвет разнообразный. Структура неравномернозернистая крупнообломочная, обломки угловатые с преобладающими размерами более 2 мм. Состав обломков и цемента может быть различным. Текстура однородная. Осадочная обломочная порода.

Бурый уголь. Переходная стадия от торфа к *каменному углю*. Бурый или черновато-коричневый до чёрного. Структура незернистая, могут встречаться отпечатки растений. Текстура пористая или микропористая, иногда землистая. Блеск от матового до тусклого смоляного, черта бурая. Стекло не царапает. Хрупкий, ломается руками. Обычно лёгкий. Сильно пачкает руки, тлеет или загорается от спички. Осадочная биохимическая порода.

Вулканический туф. Светлый – жёлтый, розовый, красный, реже тёмнокрасный до почти чёрного, нередко меняется в пределах образца. Структура неравномернозернистая от крупнообломочной до песчаной, крупные обломки обычно имеют причудливую форму без следов окатанности. Текстура пористая или микропористая. Эффузивно-осадочная порода.

Глинистый сланец. См. Сланцы.

Гнейс. Светло-серый до тёмно-серого, желтоватый, коричневатый, красноватый. Структура полнокристаллическая, текстура полосчатая, иногда слабо выражена сланцеватость (вдоль полос). Минеральный состав – светлые полевые шпаты, кварц (обязателен), слюды, небольшое количество темноцветных минералов. Стекло царапает. Метаморфическая порода.

Гравелит. См. Конгломерат.

Гранит. Светло-серый, серый или цветной – желтоватый, розовый, красный. Структура полнокристаллическая, текстура однородная. Состоит из светлых полевых шпатов (40–60 % общей массы) и кварца (25–30 %) с подчинённым содержанием слюд и тёмных минералов (до 10–15 %). Стекло царапает. Магматическая интрузивная порода.

Разновидность – гранодиорит – содержит меньше кварца (в глаза не бросается, нужно искать по образцу), больше тёмной слюды, полевые шпаты не цветные, а светло-серые.

Гранодиорит. См. Гранит.

Диабаз. Древний аналог базальта. Серо-зелёный или тёмно-серый с зеленоватым оттенком, реже тёмно-зелёный. Структура полнокристаллическая мелкозернистая, текстура однородная. Стекло царапает. Разновидность – диабазовый порфирит – структура порфировая, различимы отдельные более крупные кристаллы светло-серых матовых полевых шпатов и зеленовато-чёрных пироксенов. Магматическая излившаяся порода.

Диатомит. Белый, светло-серый, желтоватый или розоватый. Структура незернистая. Текстура микропористая (впитывает воду), прилипает к языку, иногда тонкослоистая. Мягкий – легко царапается ногтем. Очень лёгкий. Хрупкий – пачкает руки, без труда растирается между пальцами в тонкий порошок. С соляной кислотой не реагирует, капля кислоты быстро впитывается. Осадочная биохимическая порода.

Диорит. Тёмно-серый, зеленовато-серый, реже коричнево-зелёный. Структура полнокристаллическая, текстура однородная. Похож на гранит, от которого отличается серым цветом полевых шпатов, практически отсутствием кварца и большим количеством тёмных минералов (до 30%). Магматическая интрузивная порода.

Доломит. Белый, серый, голубоватый или желтоватый. Структура полнокристаллическая, реже незернистая. Текстура однородная, пятнистая или узорчатая. Стекло не царапает, черта белая. Реагирует с холодной соляной кислотой только в порошке. Осадочная химическая порода.

Известковый туф. Крупнопористый (ячеистый) известняк. Окраска разнообразная, чаще всего светлых тонов. Иногда содержит отпечатки растений. Структура незернистая. Текстура пористая, обычный размер пор до 5–7 мм. Стекло не царапает, иногда царапается ногтем. Бурно реагирует с соляной кислотой в куске. Осадочная химическая порода.

Известняк. Окраска разнообразная. Структура незернистая, иногда мелкообломочная или биогенная (ракушки, кораллы). Текстура однородная, пористая или тонкослоистая, иногда полосчатая и пятнистая до узорчатой. Черта белая. Стекло не царапает. Бурно реагирует с соляной кислотой в куске.

При наличии примесей выделяются разновидности – известняки доломитовые, кремнистые, глинистые, битуминозные и т. д. Осадочная биохимическая или химическая порода.

Каменный уголь. Ископаемый уголь чёрного или серовато-чёрного цвета. Структура незернистая, текстура микропористая. Блеск смоляной до стеклянного, иногда металловидный, черта чёрная. Излом неровный угловатый, иногда раковистый. Плотный. Относительно лёгкий. Слегка пачкает руки, в пламени с трудом загорается или дымит. Осадочная биохимическая порода.

Кварцит. Светлая – почти белая, жёлтая или красная порода, состоящая почти целиком из кварца. Структура мелкозернистая, иногда зёрна почти неразличимы. Текстура однородная, иногда узорчатая. Твёрдый – царапает стекло с характерным резким треском. Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.

Конгломерат. Структура неравномернозернистая крупнообломочная, обломки окатанные с преобладающим размером более 10 мм. Текстура однородная или слоистая, реже пористая. Цвет, твёрдость и реакция с соляной кислотой различны, в зависимости от состава обломков и цемента. Осадочная обломочная порода.

Разновидность – гравелит: порода с преобладающим размером обломков от 2 до 10 мм.

Липарит. Очень светлый – от чисто белого до серого, желтоватого и красноватого. Структура порфировая, во вкраплениях присутствуют кварц и полевые шпаты, реже – цветные слюды. Текстура однородная, реже тонкопористая. Магматическая излившаяся порода.

Мел. Микропористый незернистый известняк. Окраска очень светлая – чисто белая, грязно-белая, сероватая, желтоватая. Структура незернистая. Текстура микропористая, поры невооружённым глазом не видны. Мягкий – царапается ногтем. Бурно реагирует с соляной кислотой в куске. Пачкает руки, пишет по дереву и бумаге. Осадочная биохимическая порода.

Мергель. Грязно-белый, светло-серый до тёмно-серого, бурого и чёрного. Структура незернистая, текстура микропористая, слоистая или землистая, реже однородная. Стекло не царапает, при увлажнении дыханием пахнет пылью, прилипает к языку. Относительно лёгкий. Реагирует с соляной кислотой в куске, на месте реакции остается грязно-бурое глинистое пятно. Осадочная порода смешанного происхождения.

Мрамор. Окраска разнообразная, нередко пёстрая. Структура полнокристаллическая, текстура однородная, полосчатая, пятнистая или узорчатая. Стекло не царапает. Реагирует с соляной кислотой в куске (кальцитовый мрамор) или в порошке (доломитовый мрамор). Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.

Обсидиан (вулканическое стекло). Окраска разнообразная – чаще всего тёмная – чёрная, коричневая, реже светлая – зеленоватая до почти белой. Структура незернистая. Текстура однородная, иногда пятнистая или полосчатая. Твёрдый – царапает стекло. Излом раковистый, в тонких слоях прозрачен или просвечивает. Магматическая излившаяся порода.

Опока. Белая, светло-серая, желтоватая или голубоватая. Структура незернистая. Текстура однородная или микропористая – слегка прилипает к языку. Средней твёрдости – ногтем не царапается. С соляной кислотой не реагирует, капля кислоты впитывается медленно. Лёгкая. Прочная – руками не ломается или ломается с большим трудом, между пальцами не растирается. Осадочная биохимическая порода.

Пемза. Окраска разнообразная – чёрная, серая, коричневая, светло-серая, в пределах образца однородная. Структура незернистая. Текстура пористая, размер пор чаще всего от 1 до 5 мм, соседние поры иногда почти соприкасаются. Очень лёгкая – плавает на воде. Поверхность весьма шероховатая. Магматическая излившаяся порода.

Песчаник. Окраска обычно желтоватая, зеленоватая, серая или почти белая, реже бывает красная, бурая, зелёная. Структура равномернозернистая, мелкообломочная порода состоит из сцементированного песка, иногда встречаются единичные более крупные обломки. Текстура однородная, слоистая или пористая. Цвет песчаников зависит от минерального состава зерен и состава цемента (хлоритовый и медистый цементы придают песчаникам зеленые оттенки, железистые цементы – оттенки от бурого

до красного и т. д.). Твёрдость и реакция с соляной кислотой также различны, в зависимости от минерального состава цемента и зёрен. Осадочная обломочная порода.

Порфир кварцевый. Светлый – почти белый, желтоватый или красноватый. Структура порфировая, порфировые вкрапленники представлены кварцем. Текстура однородная. Магматическая излившаяся порода.

Порфиры. Общее название группы магматических излившихся пород со светлой окраской и порфировой структурой, во вкрапленниках преобладают светлые минералы.

Порфириты. Общее название группы магматических излившихся пород с тёмной окраской и порфировой структурой не содержащие кварца.

Серпентинит. Светло-зелёный до тёмно-зелёного и зеленовато-чёрного. Структура основной массы незернистая, нередко прослои светло-серого асбеста с волокнистой структурой поперёк направления прослоев. Текстура полосчатая, пятнистая или однородная. Сланцеватость отсутствует. Средней твёрдости – царапается ножом или стеклом, не царапается ногтем. Слегка жирен на ощупь. Метаморфическая регионально-метаморфизованная или контактово-метаморфизованная порода.

Сиенит. Розовый, светло-серый до почти белого, с небольшим количеством цветных и тёмных зёрен – не более 15–20 %. Похож на гранит, отличается от него почти полным отсутствием кварца. Структура полнокристаллическая, текстура однородная. Магматическая интрузивная порода.

Сланец. Обобщённое название генетического ряда регионально-метаморфизованных пород, обладающих выраженной сланцеватой текстурой.

Сланец глинистый. Серый до чёрного, бурый. Структура незернистая, поверхности шероховатые тусклые, почти не блестящие (матовые). Текстура сланцеватая. Твёрдость средняя – по стеклу скользит, но отдель-

ные зёрна оставляют царапины. Прочность низкая – без труда раскалывается по сланцеватости.

Разновидности:

1) Сланец кремнисто-глинистый – глинистый сланец со слабым жирным блеском, царапает стекло.

2) Сланец глинистый окварцованный – содержит ясно видимые зёрна, линзочки или прослойки светлого кварца, с треском царапающего стекло. **Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.**

Сланец известковый. Глинистый сланец с примесями карбонатов. Цвет светло-серый или белёсый. Структура незернистая, реже мелкообломочная (песчаная). Текстура сланцеватая, иногда микропористая. Блеск слабый, почти матовый. Реагирует с соляной кислотой. **Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.**

Сланец серицитовый. Белый до серого с желтоватым или зеленоватым оттенком. Структура незернистая. Текстура сланцеватая. Поверхности сланцеватости гладкие с шелковистым или серебристым блеском, на них с трудом различимы мельчайшие чешуйки слюды. По стеклу скользит. На ощупь не жирный. **Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.**

Сланец слюдяной. Серый до чёрного. Структура чешуйчатая. Текстура сланцеватая. Блеск поверхностей сланцеватости сильный серебристый, на них ясно видны чешуйки слюды. Цвет зависит от сочетания цвета слюд. **Метаморфическая регионально-метаморфизованная горная порода.**

Сланец углистый. Бурый до чёрного. Структура незернистая. Текстура сланцеватая. Поверхности сланцеватости слабо блестящие, иногда матовые. Стекло не царапает. Лёгкий. Слабо пишет на бумаге. При нагре-

вании в пламени дымит или издаёт запах гари. Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.

Сланец хлоритовый (синоним – сланец зелёный). Тёмно-зелёный до зеленовато-чёрного. Структура незернистая. Текстура сланцеватая. Поверхности сланцеватости гладкие с жирным, иногда шелковистым или серебристым блеском. Стекло не царапает. Слегка жирен на ощупь. Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.

Трахит. Светлый – бледно-серый, желтоватый или коричневатый. Структура порфировая, во вкрапленниках блестящие полевые шпаты, слюды или пироксены, кварц отсутствует. Текстура пористая, реже однородная. Магматическая излившаяся порода.

Трепел. Светло-серый до тёмно-серого, часто с желтым оттенком. Структура незернистая. Текстура микропористая – впитывает воду, прилипает к языку, иногда тонкослоистая или пятнистая. Мягкий – царапается ногтем. Лёгкий. Хрупкий – пачкает руки, без труда крошится в руках, но в тонкий порошок не растирается. С соляной кислотой не реагирует, капля кислоты впитывается довольно быстро. Осадочная биохимическая порода.

Туффит. Окраска светлая, пестро-цветная, нередко меняется в пределах образца, часто заметен зеленоватый оттенок. Структура неравномерно-зернистая от крупнообломочной до песчаной. Форма обломков разная – в одном и том же образце встречаются окатанные, угловатые и вытянутые извилистые зёрна. Текстура пористая или однородная, иногда неяснослоистая. Осадочно-вулканогенная порода.

Угли ископаемые – полускальные горючие осадочные породы растительного происхождения, содержащие больше 50% органического вещества. Цвет от коричневого до чёрного с матовым или стекляннным блеском. Структура незернистая, реже биогенная. Текстура однородная, слоистая

или землистая. В огне горят или дымят, но не плавятся. Осадочные биохимические породы.

Филлит. Тёмно-серая, иногда зеленоватая порода с шелковистым блеском. Структура незернистая, текстура тонко-сланцеватая. На ощупь не жирный. Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.

Яшма. Пёстрая непрозрачная и непросвечивающая порода, часто с ровным изломом. Структура незернистая. Текстура однородная, полосчатая, пятнистая или узорчатая. Очень плотная, крепкая и прочная. Твёрдая – легко царапает стекло с характерным резким треском. Метаморфическая регионально-метаморфизованная порода.

1.5. Геотехнические свойства скальных пород

В горном деле и строительстве наиболее важными физико-механическими свойствами скальных пород являются их прочность, размягчаемость, выветрелость, пористость, растворимость в воде и морозостойкость. Иногда имеют значение и другие свойства, напр., *разрыхляемость*, теплопроводность, полируемость, красота и пр.

Прочность горных пород R_c – предельное сопротивление породы одноосному сжатию (раздавливанию) в полностью водонасыщенном состоянии. Выражается в мегапаскалях (МПа, ранее – в $\text{кг}/\text{см}^2$) и равна отношению давления, разрушившего кубический образец, к площади его поперечного сечения. Горные породы классифицируются по прочности согласно табл. 4.

В некоторых случаях, для классификации пород по трудности их разработки, используется *коэффициент крепости по Протодьяконову* – условная величина, построенная на ряде показателей (прочность, истираемость, затраты энергии на бурение скважин и шпуров, взрываемость, устойчивость отколов и т. п.). Численно данный коэффициент крепости часто близок к 1 % от прочности породы (предела прочности на одноосное сжатие).

Классификация скальных пород по прочности R_c (МПа)

Прочность R_c , МПа	Разновидности пород	
Свыше 120	Очень прочные	Скальные
Менее 120 до 50 включ.	Прочные	
Менее 50 до 15 включ.	Средней прочности	
Менее 15 до 5 включ.	Малопрочные	
Менее 5 до 3 включ.	Пониженной прочности	Полускальные
Менее 3 до 1 включ.	Низкой прочности	
Менее 1	Очень низкой прочности	

Размягчаемость – снижение прочности породы при её водонасыщении. Численно характеризуется коэффициентом размягчаемости K_{sof} – отношением прочности полностью водонасыщенной породы R_c к её прочности в воздушно-сухом состоянии – который может изменяться в пределах от 0 до 1. При $K_{sof} \geq 0,75$ порода считается неразмягчаемой.

Выветрелость – интенсивность вторичных физико-химических изменений породы в приповерхностных частях земной коры (см. разд. 6.1). Степень этих изменений количественно оценивается коэффициентом выветрелости K_{wr} – отношением плотности скелета ρ_i испытуемого образца к плотности скелета ρ_o этой же породы, не затронутой выветриванием, т. е. наиболее прочной:

$$K_{wr} = \rho_i / \rho_o.$$

Плотность каждого образца ρ_i определяется экспериментально, а ρ_o принимается в расчетах или как максимальное значение, полученное в серии испытаний данной породы, или по архивным, справочным или литературным данным. По величине коэффициента выветрелости породы классифицируются в соответствии с табл. 5.

Пористость – объём всех пустот (*поры, трещины, каверны*) в единице объёма породы (в долях единицы или в процентах). Пористость может

быть выражена коэффициентом пористости – отношением объёма пустот к объёму твёрдой минеральной части (в долях единицы).

Таблица 5

**Классификация скальных пород
по степени выветрелости $K_{вр}$ (д. е.)**

Коэффициент выветрелости	Разновидности пород
1,00	Невыветрелые
Менее 1,00 до 0,90 включ.	Слабовыветрелые
Менее 0,90 до 0,80 включ.	Выветрелые
Менее 0,80	Сильновыветрелые

Растворимость – способность минералов и горных пород растворяться в воде, характеризуемая концентрацией их насыщенного раствора. В ощутимой степени растворимы гипс и *карбонаты* (кальцит, известняк, доломит, мергель, мрамор), а также другие породы и грунты, в состав которых они входят в виде обломков, цемента или примесей.

Морозостойкость – степень устойчивости г. п. к многократному замораживанию–оттаиванию. Определяется лабораторно: для скальных пород – по снижению прочности после необходимого числа циклов замораживания–оттаивания, а для сыпучих – по потере веса после суточного пребывания в насыщенном растворе сульфата натрия.

Разрыхляемость – способность пород при разработке увеличиваться в объёме за счёт потери связей между обломками и снижения плотности их упаковки. Характеризуется величиной коэффициента начального разрыхления – отношением объёма разрыхленной породы к её объёму в природном состоянии. Разрыхленный грунт, уложенный в земляное сооружение, постепенно слёживается (доуплотняется); отношение объёма слежавшегося грунта к его объёму в природном состоянии называется коэффициентом остаточного разрыхления (табл. 6).

Коэффициенты разрыхления некоторых грунтов

Грунты	Коэффициенты разрыхления	
	начального	остаточного
Скальные и полускальные:		
– при взрывании “на выброс”	1,25–1,60	1,05–1,40
– при взрывании “на встряхивание”	1,15–1,25	1,05–1,10
Крупнообломочные и песчаные	1,10–1,20	1,01–1,03
Глинистые	1,20–1,30	1,01–1,09

1.6. Первичные формы залегания пород и дислокации

Первичными формами залегания глубинных магматических пород являются куполообразные *массивы* с размерами от сотен метров до тысяч километров, а излившихся – более или менее плоские покровы и потоки. Объём этих тел обычно составляет миллионы кубических километров.

Осадочные породы первоначально отлагаются в виде пластов (слоёв) – тел большой площади и относительно малой мощности (толщины) – обычно от 1–2 до 30–50 м. Реже осадочные породы формируются в виде линз – тел значительной длины и гораздо меньшей ширины, имеющих в сечении форму плоско-выпуклой или двояковыпуклой линзы.

Метаморфические породы в зависимости от происхождения исходных (материнских) пород, могут залегать в виде куполов, покровов, потоков, пластов, жил или линз.

В результате тектонических движений блоков земной коры первоначальные формы залегания пород искажаются. Возникают *дислокации* – складки, если произошла деформация изгиба без разрыва сплошности тела, или разломы при деформации сдвига со смещением разорванных частей.

1.7. Горно-технические особенности разных генетических групп скальных горных пород

Хотя разные виды горных пород более или менее индивидуальны, тем не менее, для пород разных генетических групп, возможно некоторое обобщение их свойств и особенностей, влияющих на условия производства горных работ и оценку их применимости в различных целях (табл. 7).

Таблица 7

Основные горно-технические свойства скальных пород разных групп

Свойства пород	Группы пород		
	Магматические	Осадочные	Метаморфические
Формы геологических тел	Массивы, купола, покровы и потоки	Слои и линзы, складки	Те же формы, которые были до метаморфизма
Объём тел	Громадный	Ограниченный	Различный
Прочность	Очень прочные и прочные	От средней прочности до полускальных	От прочных до малопрочных
Размягчаемость	Неразмягчаемые	Неразмягчаемые и размягчаемые	Часто сильно размягчаемые
Скорость выветривания	Низкая и средняя	Низкая	Обычно высокая
Растворимость в воде	Нерастворимы	Растворимы: гипс, известняк, мергель, доломит, галлоиды	Растворим только мрамор
Водоносность	Всегда водоносны	Водоносны только в зонах разломов, иногда – в осевых частях складок	Водоносны только в зонах разломов, да и то не всегда
Водообильность и качество воды	Высокая, качество воды отличное	Обычно средняя и низкая, качество воды различное, возможны разного типа загрязнения	Низкая, часто совершенно безводные, качество воды различное, возможно химическое загрязнение

1.8. Трещиноватость скальных пород

Трещинами называются разрывы пород, перемещения по которым незначительны или отсутствуют совсем. Трещины классифицируются по ширине раскрытия и материалу, их заполняющему, а трещиноватые породы – по густоте трещин (количеству трещин на единицу длины линии, перпендикулярной к ним). См. табл. 8 и 9.

Некоторые трещины возникают одновременно с образованием самой горной породы, их называют первичными. В магматических породах – это трещины отдельности, в осадочных – трещины усыхания и морозобойные, в метаморфических, кроме перечисленных выше – тектонические. В окрестностях зон разлома (их ширина достигает 100–800 м) и в приосевых частях складок в горных породах всех групп возникают вторичные тектонические трещины (кливаж), нередко разбивающие массив пород на отдельные глыбы или щебень. Первичные трещины расположены в пространстве закономерно и обычно образуют 3–4 системы трещин, внутри каждой из которых трещины примерно параллельны друг другу.

При выветривании скальных пород происходит их дезинтеграция – распад на обломки различной величины и формы. Обломки разграничены неупорядоченно расположенными вторичными трещинами (выветривания, разгрузки, отпора, усыхания и др.).

Направление рабочих забоев горных выработок следует выбирать так, чтобы ни одна из систем трещин не способствовала сдвигу массива пород (обвалы, оскользны, осыпи и т. п.) в сторону выработки. С этой целью необходимо предварительно провести геологическое изучение массива с измерением элементов залегания большого количества трещин – с построением роз и роз-диаграмм трещиноватости.

Роза трещиноватости – графическое изображение результатов измерений азимутов падения трещин. Круг произвольного радиуса разбивают на секторы через 15 или 30° и на биссектрисе угла каждого сектора в принятом масштабе откладывают количество попавших в него трещин. Вершины лучей в смежных секторах соединяют ломаной линией; на границе с секторами, где замеров нет, эту линию соединяют с центром круга.

Роза-диаграмма трещиноватости – графическое изображение результатов множества измерений азимутов и углов падения трещин. Каждая трещина изображается точкой в круге, по окружности которого, разбитой на 360°, откладывается азимут падения трещины, а по радиусам – угол её падения в принятом масштабе (центр круга соответствует углу падения 90°, окружность – 0°). Крайние точки на перифериях каждой группы соединяются прямыми.

Таблица 8

**Классификация трещин
по ширине раскрытия**

Ширина, мм	Наименование трещин
Более 100	Очень крупные
20–100	Крупные
5–20	Средние
1–5	Мелкие
0,1–1	Тонкие
Менее 0,1	Волосяные

Таблица 9

**Классификация горных пород
по степени трещиноватости**

Густота трещин	Характеристика породы
Более 30	Очень сильнотрещиноватые
5–30	Сильнотрещиноватые
2–5	Среднетрещиноватые
Менее 2	Слаботрещиноватые

Глава 2. НЕСКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ

2.1. Общие сведения и классификация

К нескальным грунтам относятся грунты без жёстких структурных связей. Их характерной особенностью является раздробленность (дисперсность). Составные части нескальных грунтов (зёрна, обломки) удерживаются совместно за счёт не очень значительных по величине сил трения, сцепления, поверхностного натяжения воды и пр.; прочность таких связей намного меньше прочности самих зёрен. Нескальные грунты относительно легко деформируются под действием внешних сил и внутренних напряжений; инженерные сооружения, возведённые на этих грунтах, дают осадки, иногда значительные.

Нескальные грунты также являются многофазными системами. В состав нескальных грунтов входят твёрдые минеральные частицы (обломки, гораздо реже кристаллы), вода в различных видах и состояниях, водяные пары и газы, а нередко воднорастворимые соли и органические остатки разной степени разложения.

Нескальные грунты состоят из обломков различных размеров. Обломок – ограниченный со всех сторон кусок минерала или скальной породы. Обломки со средним размером более 2 мм считаются крупными (другие названия – «крупные включения» или просто «включения», а при изготовлении бетона – «наполнитель»), а менее 2 мм – мелкими («мелкозём», «заполнитель»).

Процентное содержание обломков разных размеров характеризуется гранулометрическим составом. В крупнообломочных породах оценивается также степень окатанности обломков. Обломки называются окатанными, если их рёбра и вершины хотя бы слегка округлены, в противном случае обломки называют неокатанными (угловатыми).

В зависимости от размеров и формы, обломки классифицируются согласно табл. 10.

Таблица 10

Классификация обломков			
Средний размер (диаметр) обломков, мм	Наименование обломков в зависимости от их формы		
	Окатанные (округлые)	Угловатые	Извилистые или сложной формы
Крупнее 200	Валуны	Глыбы	Вулканические бомбы
200–10	Галька	Щебень	
10–2	Гравий	Дресва	Лапилли
2–0,05	Песок (псаммит)		Вулканический пепел
0,05–0,005	Пыль (алеврит)		
Мельче 0,005	Глина (пелит)		Не существуют

По преобладающему размеру частиц, степени пластичности и содержанию органики нескальные грунты делятся на крупнообломочные, песчаные, глинистые, заторфованные, торфы и илы.

2.2. Физические свойства нескальных грунтов

Основными физическими свойствами нескальных грунтов, используемыми для их классификации, являются:

- зерновой (гранулометрический) состав и окатанность обломков – для всех видов грунтов,
- плотность сложения и показатель водонасыщения – для крупнообломочных и песчаных грунтов,
- угол естественного откоса – для сыпучих грунтов,
- число пластичности и консистенция – для глинистых грунтов.

Далее нами описываются только визуальные методы исследований нескальных грунтов, которые используются в полевых условиях и не требуют специального оборудования.

Зерновой (гранулометрический) состав грунта – это процентное содержание *фракций* различного размера в исследуемой пробе. Грунты называются крупнообломочными, если размер преобладающих (слагающих более половины объёма грунта) обломков превышает 2 мм, мелкообломочными или песчаными – при преобладании зёрен с размером 0,1–2 мм и глинистыми – при меньшем размере зерен.

Окатанность или угловатость обломков определяется осмотром крупных фракций.

Показатель водонасыщения грунтов – это степень заполнения пор грунта водой, то есть отношение объёма воды, содержащейся в грунте, к общему объёму порового пространства.

Плотность сложения численно характеризуется коэффициентом пористости – отношением объёма пор к объёму твёрдой части грунта.

Угол естественного откоса – это крутизна откоса грунта, свободно насыпанного на горизонтальную поверхность. Угол естественного откоса зависит, главным образом, от формы частиц грунта и от их крупности (зернового или гранулометрического состава) – чем крупнее частицы, тем угол естественного откоса больше.

Число пластичности – интервал значений влажности, в пределах которого глинистый грунт является пластичным, то есть мнётся в руках и не растекается, как вязкая жидкость. По этому показателю выделяются три разновидности глинистых грунтов – супеси, суглинки и глины.

Консистенция – степень мягкости (податливости) глинистого грунта природной влажности. Определяется по следующим градациям:

- твёрдые – раскалываются на куски при ударе, не мнутся в руках,
- пластичные в разной степени – мнутся в руках, сохраняя приданную форму,
- текучие – растекаются, подобно сметане.

2.3. Визуальное определение нескальных грунтов

Объём представительной пробы для правильного определения наименования нескального грунта зависит от его зернового состава и должен превышать объём самого крупного обломка не менее чем в 100–200 раз (табл. 11).

Таблица 11

Минимальный объём проб нескальных грунтов (дм³)

Средний размер (диаметр) самых крупных обломков, мм	200	100	50	20	10	5	до 2
Минимальный объём пробы	500	40	6	2	1,5	1	0,5

Отобранная проба разделяется на *фракции* со средним размером обломков:

- более 200 мм – валуны (окатанные) или глыбы (неокатанные);
- от 10 до 200 мм – галька (окатанные) или щебень (неокатанные);
- от 2 до 10 мм – гравий (окатанные) или дресва (неокатанные);
- менее 2 мм – мелкозём (песок, пыль и глина).

Выделенные фракции формуются в примыкающие друг к другу прямоугольные слои одинаковой длины и толщины, измеряются ширины слоёв и оценивается их процентное содержание в общем объёме пробы. Осмотром крупных фракций определяется степень окатанности обломков.

Если содержание крупных обломков (крупнее 2 мм) составляет более 50 % объёма пробы, то тип грунта определяется по табл. 12.

Таблица 12

Разновидности крупнообломочных грунтов

Средний размер обломков, мм	Содержание этой фракции, %	Тип грунта при различной форме обломков	
		Окатанные	Угловатые
Свыше 200	Более 50	Валунный грунт	Глыбовый грунт
Свыше 10	Более 50	Галечниковый грунт	Щебенистый грунт
Свыше 2	Более 50	Гравийный грунт	Дресвяный грунт
	Менее 50	Песчаный грунт – определяется по табл. 13	

Примечание. При наличии в крупнообломочных грунтах песчаного заполнителя более 40% или глинистого заполнителя более 30% от общей массы воздушно-сухого грунта в наименование крупнообломочного грунта включают наименование вида заполнителя и указывают характеристики его состояния (влажность, плотность, показатель текучести). Вид заполнителя устанавливается после удаления из крупнообломочного грунта частиц крупнее 2 мм. Если заполнитель песчаный (сыпучий), то его наименование определяется по табл. 13–15, если он глинистый – по табл. 16–18.

Разновидности песчаных и глинистых грунтов определяются по этим же таблицам.

Таблица 13

Разновидности песчаных грунтов по гранулометрическому составу

Размер частиц, мм	Содержание частиц, % по массе	Разновидности песчаных грунтов
Свыше 2	25–50	песок гравелистый
Свыше 0,5	Более 50	песок крупный
Свыше 0,25	более 50	песок средней крупности
	75 и более	песок мелкий
Свыше 0,10	менее 75	песок пылеватый

Примечание. Определение разновидности песчаного грунта по гранулометрическому составу проводится до первого удовлетворяющего показателя таблицы (по первому выполнившему условию).

Таблица 14

Разновидности песчаных грунтов по водонасыщению

Признаки	Разновидности
При сжатии образца в ладони ощущается прохлада или влага, но капли воды не выделяются. При встряхивании на ладони образец рассыпается на комки или зёрна	Малая степень водонасыщения
На поверхности образца заметны блёстки воды. При сжатии его в ладони выступает вода, ладонь становится мокрой. Образец какое то время сохраняет приобретённую при сжатии форму	Средняя степень водонасыщения
Из образца сочится вода. Встряхиваемый на ладони образец расплзается, образуя лепёшку, или растекается языками	Насыщенный водой

Таблица 15

Разновидности песчаных грунтов по плотности

Признаки	Разновидности
Лопата проникает в грунт только при ударе или под давлением ноги с усилием	Плотные
Лопата проникает в грунт под давлением руки	Средней плотности
Лопата проникает в грунт под действием собственного веса. При похлопывании ладонью грунт уплотняется. Ноги при ходьбе проваливаются	Рыхлые

Разновидности глинистых грунтов по пластичности

Вид свежего среза (ножом или лопатой)	Признаки		Разновидности грунтов
	Ощущения при растирании в руке	Поведение в искусственно увлажнённом состоянии	
Исптрихованный, шероховатый, не блестящий. Песчаных частиц больше, чем глинистых.	Преобладают песчаные частицы. Сухие комья и куски раздавливаются без труда, легко рассыпаются и крошатся. Во влажном состоянии не пластичны и не липки.	Можно скатать шарик диаметром около 1 см, при сдавливании он трескается, а иногда и рассыпается. Скатать шнур диаметром менее 5 мм и длиной более 2 см не удаётся.	Супесь
Умеренно блестящий с отдельными штрихами и царапинами. Заметны отдельные песчинки	Чувствуются песчаные частицы. Сухие комья и куски нетвёрдые, раздавливаются и растираются с некоторым трудом. Во влажном состоянии слабо пластичны и липки.	Скатанный шарик при сплющивании в лепёшку трескается по краям. Можно скатать шнур диаметром 2–3 мм и согнуть его в кольцо без разрывов, согнуть в “восьмёрку” не удаётся.	Суглинок
Блестящий, гладкий, без штрихов и царапин. Песчинок не видно	Песчаных частиц нет. Сухие комья и куски твёрдые, иногда с большим трудом раздавливаются. Во влажном состоянии вязки, пластичны, липнут к рукам и пачкают их.	Скатанный шарик при сплющивании в лепёшку по краям не трескается. Легко раскатывается в длинные тонкие (до 1 мм) шнуры, которые без разрывов сгибаются в “восьмёрку”	Глина

Таблица 17

Разновидности глинистых грунтов по количеству крупных включений

Содержание частиц крупнее 2 мм, %	Форма частиц	Разновидности глинистых грунтов
Менее 15	любая	Разновидности не выделяются
От 15 до 25	окатанные	супеси, суглинки и глины с галькой
	угловатые	супеси, суглинки и глины со щебнем
Свыше 25 до 50	окатанные	супеси, суглинки и глины галечниковые (или гравелистые)
	угловатые	супеси, суглинки и глины щебенистые (или древесяные)
Свыше 50	крупнообломочные грунты (определяются по табл. 12)	

Примечание. Названия разновидностей грунтов (с галькой или со щебнем, галечниковые, гравелистые и т. д.) даются по наименованию крупных обломков (табл. 10).

Таблица 18

Разновидности глинистых грунтов по консистенции

Грунты	Признаки	Консистенция
Супеси	Разбиваются на куски при лёгком ударе. При сжатии в ладони рассыпаются в смесь песка с пылью. Вырезанный брусок ломается без заметного изгиба	Твёрдые
	Легко разминаются рукой, удовлетворительно формируются. При сжатии в ладони ощущается влажность. Иногда слегка липкие	Пластичные
	Легко деформируются при незначительном усилии, приданную форму не сохраняют, а растекаются	Текучие

Грунты	Признаки	Консистенция
	Производят впечатление непрочного камня. Разбиваются на куски при ударе молотком. В ладони не сминаются и не крошатся. При растирании превращаются в пыль с небольшим количеством песчаных частиц. Ноготь большого пальца вдавливается в грунт с трудом	Твёрдые
Суглинки и глины	На ощупь сухие. При разминании крошатся. Ноготь вдавливается без особого усилия, палец не вдавлива- ется. Вырезанный брусок ломается без заметного из- гиба	Полутвёрдые
	На ощупь слегка влажные. С трудом разминаются руками, продолжительное время сохраняют придан- ную форму. Палец при сильном нажиме оставляет неглубокий отпечаток. Вырезанный брусок заметно изгибается перед тем, как сломаться	Туго- пластичные
	На ощупь влажные. Легко разминаются руками, на непродолжительное время сохраняют приданную форму. Легко скатываются в жгут. Палец при уме- ренном нажиме вдавливается в грунт на 3–4 см. Вы- резанный брусок заметно изгибается, когда берёшь его в руки	Мягко- пластичные
	На ощупь очень влажные. Разминаются без ощути- мых усилий, приданную форму не сохраняют, оплы- вают. Липнут к рукам, скатать жгут не удаётся	Текуче- пластичные
	Производят впечатление вязкой жидкости (сметана или жидкая манная каша). Придать какую-либо фор- му не удаётся. Помещённые на наклонную плоскость текут толстым слоем (языком).	Текучие

Глава 3. ОСНОВЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ

3.1. Общие сведения о подземных водах и их классификация

Гидрогеология – наука о подземных водах, их происхождении, распространении, составе, свойствах, закономерностях движения и взаимодействия с вмещающими горными породами.

Массивы или слои пород, в пустотах которых помещаются и движутся подземные воды, называют водоносными горизонтами (или слоями, пластами). В зависимости от вида вмещающих пустот выделяются воды поровые, трещинные и карстовые, а в зависимости от формы залегания вмещающих пород – пластовые, жильные и воды массивов. Таким образом, водоносные горизонты могут быть пластово-поровыми, трещинно-жильными и т. п.

Гидродинамическое давление воды в пласте может равняться атмосферному, тогда вода в *выработке* (скважине, котловане, карьере) устанавливается примерно на той же глубине, на которой отмечено её появление. Такие воды называются безнапорными или грунтовыми.

Если гидродинамическое давление в пласте больше атмосферного, то после вскрытия водоносного слоя вода в выработке поднимается и устанавливается выше уровня появления. Величина подъёма (разница в метрах между глубинами появления и установления воды) называется *напором*. При напоре более 1–1,5 м воды называются напорными или артезианскими. Обычно напорные воды встречаются на глубинах, больших 50–80 м.

По положению в геологическом разрезе выделяются три типа подземных вод – верховодка, грунтовые и межпластовые воды.

Верховодка – это временное или сезонное скопление подземных вод на глубинах до 3–5 м, имеющее ограниченное площадное распространение. Накапливается после дождей, снеготаяния и/или наводнений и испа-

ряется или перетекает в более глубокие водоносные горизонты к концу зимы (март–апрель) или в засушливое время года. Чаще всего именно верховодка создает затруднения при строительстве и эксплуатации – затапливает котлованы, горные выработки и подвалы.

Грунтовые воды – это подземные воды первого от поверхности постоянно существующего на значительных площадях водоносного горизонта, не перекрытого сплошным слоем водонепроницаемых пород (*водоупором*). Эти воды безнапорные или обладают небольшим местным напором.

Межпластовые воды заключены между двумя водоупорами, чаще всего они напорные.

3.2. Свойства подземных вод

Для оценки качества вод, возможности их использования в питьевых и хозяйственных целях и определения степени их коррозионного воздействия на заглублённые строительные конструкции и инженерные коммуникации выполняются лабораторные исследования их состояния и состава.

Физические свойства воды:

- цвет, вкус, запах – определяются органолептически (с помощью органов чувств),
- прозрачность – максимальная толщина слоя воды в сантиметрах, сквозь который ещё различимы стандартные крест или шрифт,
- общая минерализация (суммарное содержание растворённых солей) и мутность – определяются методом выпаривания.

Показатели химического состава – определяются методами колориметрического анализа (по интенсивности окрашивания растворов стандартных реактивов):

- водородный показатель pH ,

- содержание основных катионов ($Na^+ + K^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+}) и анионов (Cl^- , NO_3^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} и CO_3^{2-}),
- содержание растворённой углекислоты CO_2 ,
- иногда – содержание полуторных оксидов ($Fe_2O_3 + Al_2O_3$).

Санитарно-бактериологические свойства:

- содержание болезнетворных микроорганизмов,
- содержание вредных химических соединений,
- характеристики радиоактивности.

Исследования физических и химических свойств воды могут выполнять любые химические лаборатории. Право выполнять санитарно-бактериологические исследования (включая отбор проб) имеют только подразделения санитарно-эпидемиологической службы (СЭС), имеющиеся во всех городах и районных центрах. По результатам исследований выдаётся заключение о возможности использования воды для различных целей.

3.3. Движение подземных вод

Подземные воды, как правило, движутся, хоть и крайне медленно, по порам и трещинам в массивах горных пород. Скорость подземного потока чаще всего подчиняется закону ламинарной фильтрации (закону Дарси):

$$V = KI,$$

где K – коэффициент фильтрации породы, м/сут, I – гидравлический градиент – тангенс угла наибольшего наклона зеркала (поверхности) подземных вод к горизонту.

Коэффициент фильтрации K (иногда K_ϕ) – показатель способности породы пропускать через себя воду, аналог коэффициента трения в законе Кулона. При ориентировочных расчетах водопритока к выработкам можно пользоваться данными табл. 19.

**Ориентировочные значения коэффициента фильтрации
горных пород**

Характеристика горных пород	Коэффициент фильтрации, м/сут
Скальные породы	
Сильнотрещиноватые или закарстованные	70–1000 и более
Среднетрещиноватые и закарстованные	20–100
Слаботрещиноватые и кавернозные	1–20
Монолитные	0,01–1 и менее
Крупнообломочные грунты:	
Валунные и галечниковые грунты чистые	200–500
Галечниковые и гравийные грунты с песком	100–150
Они же с пылеватым песком или с супесью	1–50
Песчаные грунты:	
Пески гравелистые и крупные однородные	50–100
Песок крупный	25–75
Пески средней крупности	10–25
Пески мелкие	1–10
Пески пылеватые	0,1–2
Глинистые грунты:	
Супеси	0,1–0,7
Суглинки	0,01–0,4
Глины	0,01 и менее
Илы	1–10
Торф:	
Слаборазложившийся	1–5
Среднеразложившийся	0,2–1
Сильноразложившийся	0,01–0,2

3.4. Водоприток к горным и строительным выработкам

Водоприток к *выработкам* (синонимы – дебит или расход воды) – количество воды, поступающей в выработки в единицу времени – зависит от ряда факторов:

– геологического строения местности – мощности и степени водопроницаемости (*коэффициента фильтрации*) водоносного горизонта, характера подземных вод (напорные или безнапорные);

– необходимой (или допустимой) величины понижения уровня подземных вод при откачке;

– размеров выработки и её вида – является ли она в плане изометричной (длина и ширина соизмеримы) или протяжённой (длина гораздо больше ширины);

– от совершенства выработки – пройдена ли она до подошвы водоносного горизонта, оборудована ли фильтрами и какими именно.

Поскольку в практике разработки карьеров напорные воды встречаются крайне редко, ниже приводятся расчётные формулы только для притока безнапорных грунтовых вод.

Выработки протяжённые (длина превышает ширину в 10 и более раз – траншеи, канавы, штольни и т. п.):

Приток воды с одной стороны (односторонний водоприток) определяется по формуле Тима:

$$Q = 0,5K(H^2 - h^2)L/R = 0,5 KS(2H - S) L/R,$$

где K – коэффициент фильтрации водоносного грунта, м/сут;

H – толщина слоя воды в выработке до начала откачки, м;

h – то же во время откачки, м;

$S = H-h$ – понижение уровня, которого необходимо достичь (или которое достигнуто) при откачке, м;

L – длина выработки, м;

R – радиус влияния выработки, м.

При двухстороннем водопитоке

$$Q = K(H^2-h^2)L/R = KS(2H-S) L/R.$$

Удельный водопиток (отнесенный к 1 метру длины выработки)

$$q = 0,5K(H^2-h^2)/R = 0,5 KS(2H-S)/R \quad \text{или} \quad q = K(H^2-h^2)/R = KS(2H-S)/R$$

при одно- и двустороннем водопитоке соответственно.

Выработки изометричные в плане (длина соизмерима с шириной – карьеры, котлованы, колодцы, шурфы, скважины и т. п.):

Водопиток к совершенным выработкам с горизонтальными размерами менее 70–100 м рассчитывается по формуле Дюпюи (возможная ошибка менее $\pm 10\%$):

$$Q = 1,36 KS(2H-S)/\lg(R/r) = \pi KS(2H-S)/\ln(R/r),$$

где H – мощность водоносного горизонта, м; остальные обозначения – те же.

Если выработка не пройдена до нижнего водоупора, то в формулу Дюпюи вместо неизвестной истинной мощности водоносного горизонта H подставляется её фиктивное значение, вычисляемое по формуле Слихтера:

$$H_\phi = 4c/3,$$

где c – величина заглубления выработки в водоносный горизонт.

В этом случае ошибка расчета может колебаться от -10 до $+40\%$.

Приведённый радиус выработки r – фиктивная величина, используемая при расчёте водопитока к выработкам некруглого поперечного сечения. Вычисляется по формулам Слихтера:

– для выработок прямоугольного сечения $r = \sqrt{(BL/\pi)}$,

– для выработок с любой формой поперечного сечения $r = \sqrt{(F/\pi)}$, где F – площадь поперечного сечения выработки, м²; B и L – ширина и длина прямоугольной выработки в плане, м.

Радиус влияния R (синоним – радиус воронки депрессии) – расстояние от продольной оси выработки до той части водоносного слоя, где откачка воды не влияет на её уровень. Обычно определяется по эмпирическим зависимостям, ошибка расчёта, чаще всего, составляет $\pm 35\text{--}50\%$:

– для скважин и колодцев, вскрывающих грунтовые воды:

$$R = [2S\sqrt{(KH)}] + r \quad (\text{формула Кусакина});$$

– для карьеров с размерами в плане более 100 м:

$$R = \sqrt{[r^2 + 30KHS(1 + 0,00015 r^2)]} \quad (\text{формула Кусакина – Керкиса});$$

– при откачке из потока грунтовых вод:

$$R = \varepsilon Q / 2HKI_0 \quad (\text{формула Краснопольского – Троянского}) \text{ или}$$

$$R = S(2H-S) / 3HI_0 \quad (\text{формула Ильина});$$

– при расчетах, связанных с осушением месторождений:

$$R = (15\text{--}20) \sqrt{KHS},$$

где S – понижение уровня воды при откачке, м;

K – коэффициент фильтрации грунта водоносного слоя, м/сут;

H – мощность безнапорного водоносного слоя, м;

r – приведенный радиус выработки (при расчёте радиуса влияния скважин, канав и траншей принимается равным нулю);

I_0 – уклон зеркала грунтовых вод до откачки;

$\varepsilon = 1,5\div 4$ (чаще всего $2,5\div 3,5$) – коэффициент влияния.

Для ориентировочной оценки водопритока к выработкам можно использовать значения радиуса влияния, приведённые в табл. 20.

**Ориентировочные значения радиуса влияния
в различных горных породах**

Характеристика породы	Радиус влияния R , м
Хорошо промытые валунные и галечниковые грунты. Сильно трещиноватые скальные породы	500 и более
Галечниковые и гравийные грунты с песчаным заполнителем	100–600 и более
Пески гравелистые	300–500
Пески крупные	200–400
Пески средней крупности	100–200
Пески мелкие	50–100
Пески пылеватые. Супеси	10–50

3.5. Агрессивность природных вод

Под агрессивностью (или коррозионностью) понимается разрушающее воздействие окружающей среды (грунт, вода, воздух) на строительные материалы и конструкции (бетон, металлы, пластмассы).

Агрессивность воды в зависимости от ее химического состава бывает нескольких типов:

– общекислотная агрессивность обусловлена низким значением водородного показателя pH , из-за чего усиливается растворение извести бетона;

– выщелачивающая агрессивность возникает при малом содержании в воде гидкарбонат-ионов HCO_3 , что создает условия для растворения извести;

– углекислотная агрессивность возникает в результате действия углекислоты CO_2 , которая переводит карбонат кальция в легко растворимый гидрокарбонат, выносящийся из бетона;

– сульфатная агрессивность проявляется при наличии в воде повышенного содержания сульфат-ионов, в результате чего известь бетона превращается в гипс, молекулы которого больше молекул извести, что вызывает вспучивание бетона и снижает его прочность;

– магниальная агрессивность связана с повышенным содержанием в воде ионов магния, которые оказывают на бетон воздействие подобное сульфатной агрессивности; при этом, если содержание иона магния не превышает 1000 мг/л, вода считается магниально-неагрессивной независимо от содержания сульфат-иона.

Степень агрессивности воды по отношению к бетону определяется по таблицам СНиП 2.03.11. –85 (СП 72. 133330. 2016) «Защита строительных конструкций от коррозии» в зависимости от вида цемента, марки бетона по плотности (водопроницаемости), химического состава воды (см. разд. 3.2), и коэффициента фильтрации грунта (см. табл. 19).*

Защита конструкций от коррозии ведётся по следующим основным направлениям:

– грамотный выбор материала конструкции (цемента, металла или пластмассы),

– повышение плотности бетона,

– гидроизоляция поверхностей конструкции битумными, каучуковыми или синтетическими обмазками, плёнками, плитами или пенами,

– отвод воды от сооружения (дренаж или водопонижение).

Глава 4. ЭНДОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Эндогенными называют геологические процессы, вызванные внутренней энергией Земли. Большинство из них – перемещения материковых плит и их частей, расплавление и застывание магмы, метаморфизм горных пород и т. д. – происходят крайне медленно и незаметно для человека. Исключениями из этого правила являются вулканическая деятельность, землетрясения и цунами.

Вулканическая и поствулканическая деятельность достаточно полно освещена в рекомендованных учебниках и в данном учебном пособии не рассматривается.

4.1. Землетрясения

В горном деле и строительной практике влияние землетрясений оценивается по интенсивности ее проявления в районе или на участке выполняемых горнопроходческих или строительных работ и влиянию этих воздействий на проектирование, строительство и эксплуатационную надежность работы осваиваемых месторождений и инженерных сооружений.

Интенсивность землетрясения, т. е. сила, с которой оно проявляется на поверхности, определяется по комплексу признаков – ощущения людей, характер повреждения зданий и сооружений, деформации рельефа, показания сейсмической аппаратуры и т. д. Для оценки интенсивности землетрясений в России принята 12-балльная макросейсмическая шкала Медведева – Шпонхойера – Карника MSK-64 (табл. 21).

В зависимости от интенсивности выделяются землетрясения:

– слабые – до 4 баллов – почти не ощутимы человеком,

– умеренно опасные – 5–6 баллов – не вызывают повреждений строительных конструкций,

– опасные – 6–7 баллов,

– весьма опасные – 8–9 баллов,

– чрезвычайно опасные – более 9 баллов.

На территориях с сейсмичностью более 9 баллов строительство без специального разрешения Госстроя России запрещено.

Таблица 21

Международная макросейсмическая шкала MSK-64

Сейсмическое ускорение, мм/с ²	Интенсивность землетрясения, баллы	Характеристика сотрясений
251–500	6	Сильное землетрясение. Спящие просыпаются. Многие в испуге выбегают на улицу. Бьются окна и посуда. Некоторые предметы падают с полок. Двигается или опрокидывается мебель. Появляются трещины в печах и дымовых трубах. Тонкие трещины в штукатурке и откалывание небольших кусков штукатурки в отдельных домах. Единичные оползни в горных районах. На сырых грунтах возможны трещины шириной до 1 см
501–1000	7	Очень сильное землетрясение. Трудно держаться на ногах. Все выбегают из домов. Сильно раскачиваются всяческие предметы. Ломается мебель. Многие кирпичные и крупноблочные здания получают значительные повреждения: небольшие трещины в стенах, откалывание кусков штукатурки, трещины в кирпичных трубах. В ряде случаев оползни проезжей части дорог на склонах и трещины на дорогах. Нарушаются стыки трубопроводов. Отдельные оползни на песчаных и гравелистых берегах рек. Мутнеет вода в водоёмах и реках от ила

Сейсмическое ускорение, мм/с ²	Интенсивность землетрясения, баллы	Характеристика сотрясений
1001–2000	8	<p>Разрушительное землетрясение. Испуг и паника. Испытывают беспокойство даже автоводители. Разрывы стыков трубопроводов. В панельных, каркасных железобетонных зданиях и деревянных домах хорошей постройки местами возникают глубокие и сквозные трещины в штукатурке, откалываются большие куски штукатурки. Некоторые кирпичные и крупноблочные дома разрушаются частично, а ветхие постройки – полностью. Панели отрываются от каркасов. Поворачиваются и падают дымовые трубы, башни и колонны. Опрокидываются надгробные памятники. Разрушаются каменные ограды. Обламываются ветви деревьев. В грунтах возникают трещины шириной в несколько сантиметров, местами образуются небольшие оползни</p>
2001–4000	9	<p>Опустошительное землетрясение. Всеобщая паника. Разрушение домов. В кирпичных и крупноблочных домах повсеместно проломы в стенах, обрушение внутренних стен и частей зданий, разрушение связей между отдельными частями здания, в отдельных случаях – полное разрушение. В панельных и каркасных железобетонных строениях и деревянных домах хорошей постройки отмечаются глубокие и сквозные трещины в стенах и штукатурке, падение дымовых труб, для единичных зданий – обрушение их частей, внутренних стен и проломы в них. Значительные повреждения берегов искусственных водоёмов, разрывы частей подземных трубопроводов. В отдельных случаях – искривление рельсов и повреждения проезжей части дорог. Частые оползни. Трещины в грунтах достигают 10 см</p>

4.2. Общее сейсмическое районирование

На основании комплекса признаков – письменные сведения о сильных землетрясениях, их следы на строениях и в рельефе, частота и интенсивность былых землетрясений, особенности геологического строения территорий и т. д. – разработан комплект карт *общего сейсмического районирования* (ОСР) территории России.

На картах показана максимальная интенсивность землетрясений, которые можно с некоторой вероятностью ожидать в каждом пункте страны. Применение карт ОСР-97 при проектировании и строительстве зданий и сооружений является общеобязательным.

Карта ОСР-97А предназначена для прогнозирования сейсмичности, (балльности) территорий при проектировании и строительстве объектов массовой застройки. На ней показана интенсивность землетрясений, ожидаемых в среднем 1 раз в 500 лет, вероятность которых в ближайшие 50 лет составляет 10 %.

Карта ОСР-97В предназначена для объектов повышенной ответственности. На ней показана интенсивность землетрясений, ожидаемых в среднем 1 раз в 1 000 лет, их вероятность в ближайшие 50 лет составляет 5 %.

Карта ОСР-97С предназначена для особо ответственных объектов. На ней показана интенсивность землетрясений, ожидаемых в среднем 1 раз в 5 000 лет, их вероятность в ближайшие 50 лет составляет 1 %.

В среднем по России балльность каждого пункта от карты к карте повышается на 1 балл.

К картам сейсмического районирования прилагается список населённых пунктов с указанием их прогнозируемой балльности (выписка в табл. 22).

**Список населённых пунктов юга Дальнего Востока,
расположенных в сейсмических районах**

Населённый пункт	Интенсивность по картам ОСР-97			Населённый пункт	Интенсивность по картам ОСР-97		
	А	В	С		А	В	С
Амурск	6	7	8	Николаевск	7	8	8
Арсеньев	6	6	7	Новобурейский	6	7	8
Артем	6	6	7	Новый Ургал	7	8	9
Архара	6	7	8	Облучье	8	8	9
Белогорск	6	6	7	Партизанск	6	7	8
Березовый	7	8	8	Райчихинск	6	7	7
Благовещенск	6	6	7	Свободный	6	6	7
Бикин	6	7	8	Сибирцево	6	6	7
Биробиджан	7	8	9	Сковородино	7	7	8
Ванино	7	8	9	Славянка	6	6	7
Владивосток	6	6	7	Смидович	6	7	8
Волочаевка	6	7	7	Советская Гавань	8	8	9
Вяземский	6	6	8	Солнечный	7	7	8
Дальнереченск	6	7	8	Спасск-Дальний	6	6	7
Зея	7	8	9	Тында	7	8	9
Комсомольск	6	7	8	Уссурийск	6	6	7
Кульдур	8	8	9	Хабаровск	6	6	7
Лесозаводск	6	6	7	Чегдомын	7	8	9
Находка	6	7	8	Шимановск	6	7	7

4.3. Сейсмическая ответственность зданий и сооружений

Для объектов промышленного и гражданского строительства разработаны рекомендации по определению степени сейсмической ответственности строительных объектов, т. е. по выбору одной из карт ОСР-97, определяющей *сейсмичность* площадок строительства (табл. 23).

**Рекомендации
по применению карт ОСР-97**

№ п/п.	Карта	Объекты строительства, при проектировании, строительстве и эксплуатации которых применяется данная карта
1	ОСР-97А	Массовое строительство жилых, общественных и производственных зданий и сооружений, кроме указанных в п.2
2	ОСР-97В	<p>Объекты повышенной ответственности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здания и сооружения, эксплуатация которых необходима при землетрясении и при ликвидации его последствий (системы энерго- и водоснабжения, пожарные депо, сооружения связи и т. п.); - здания с одновременным пребыванием в них большого числа людей (вокзалы, аэропорты, театры, цирки, концертные залы, крытые рынки, спортивные сооружения); - больницы, школы, дошкольные учреждения; - здания высотой более 16 этажей; - другие здания и сооружения, отказы которых могут привести к тяжёлым последствиям
3	ОСР-97С	Особо ответственные объекты, в т. ч. из числа указанных в п.2, по решению заказчика или соответствующего органа исполнительной власти

Для горных предприятий степень их ответственности назначается заказчиком по представлению генерального проектировщика предприятия.

4.4. Сейсмическое микрорайонирование

Разрушительный эффект землетрясения зависит не только от его интенсивности, но и от инженерно-геологического строения верхней части грунтового массива и инженерно-геологических условий участка проектируемого сооружения. В слабых грунтах с низкими скоростями сейсмических волн амплитуда колебаний частиц грунта увеличивается и степень разрушений возрастает, а при прочных высокоскоростных грунтах – наоборот. Процедура уточнения сейсмической балльности площадок носит название сейсмического микрорайонирования (СМР). СМР проводится на территориях, где возможны землетрясения с интенсивностью 7–9 баллов.

При выполнении СМР обычно используется методика СНиП II–7–81* (СП 14. 13330. 2011) «Строительство в сейсмических районах». Если в верхней 10-метровой толще преобладают прочные грунты I категории по сейсмическим свойствам, то балльность площадки, определённая по соответствующей карте ОСР-97, понижается на 1 балл. Если в этой толще преобладают слабые или водонасыщенные грунты III категории, то балльность на 1 балл повышается. При разрезе, сложенном средними по сейсмическим свойствам грунтами II категории, поправка к балльности не вводится. Категории грунтов по сейсмическим свойствам приведены в табл. 24.

Таблица 24

Категории грунтов по сейсмическим свойствам

Категория	Разновидности грунтов	Поправки к карте ОСР-97
I	Скальные грунты всех видов неветрелые и слабоветрелые; крупнообломочные грунты плотные и маловлажные из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого запол-	– 1 балл

Категория	Разновидности грунтов	Поправки к карте ОСР-97
I	нителя; выветрелые и сильновыветрелые скальные и нескальные твердомёрзлые грунты при температуре $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже при строительстве и эксплуатации по I принципу (сохранение грунтов основания в мёрзлом состоянии)	- 1 балл
II	Скальные грунты выветрелые и сильновыветрелые и крупнообломочные грунты, за исключением отнесённых к I категории; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности, малой степени водонасыщения; глинистые грунты с показателем текучести $I_L \leq 0,25$ при коэффициенте пористости $e < 0,9$ для глин и суглинков и $e < 0,7$ для супесей; вечномерзлые нескальные грунты пластичномёрзлые или сыпучемёрзлые, а также твердомёрзлые при температуре выше $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ при строительстве и эксплуатации по I принципу	0 баллов
III	Пески рыхлые независимо от влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности средней степени водонасыщения и насыщенные водой; глинистые грунты с показателем текучести $I_L > 0,5$; глинистые грунты с показателем текучести $I_L \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e \geq 0,9$ для глин и суглинков и $e \geq 0,7$ для супесей; вечномерзлые нескальные грунты при строительстве и эксплуатации по II принципу (с допущением оттаивания грунтов основания)	+ 1 балл

Примечания:

1. При неоднородном строении площадки строительства грунты относятся к более неблагоприятной категории по сейсмическим свойствам, если в пределах 10-метровой толщи грунта слои, относящиеся к этой категории, имеют суммарную толщину более 5 м.

2. При отсутствии данных о показателе текучести и влажности глинистые и песчаные грунты при положении уровня грунтовых вод ближе 5 м к поверхности относятся к III категории по сейсмическим свойствам.

4.5. Цунами

Цунами называют огромные разрушительные волны, возникающие при локальном изменении уровня воды во время подводных землетрясений.

При сильных подводных землетрясениях в их эпицентре возникает серия концентрических волн высотой от 3 до 7 метров. Скорость их распространения может достигать 400 – 800 км/час.

По мере приближения к побережью высота волн возрастает, особенно в воронкообразно сужающихся заливах, достигая в отдельных случаях 50–80 м.

При обычной скорости волн 100–200 км/час, их разрушительный эффект весьма значителен. Цунами высотой более 5 м являются катастрофическими.

Основными мероприятиями по предупреждению цунами и защиты населения и инженерных сооружений от цунами и его последствий являются:

- составление карты цунамиопасности побережья по историческим сведениям и следам разрушений на берегах,
- прогноз времени прихода волны к разным пунктам по записям землетрясения на сети сейсмостанций и по спутниковым наблюдениям,
- обучение населения и организация оповещения о цунами.

Для российской части побережья Тихого океана заблаговременность прогноза составляет 6–18 часов.

Глава 5. ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

На Дальнем Востоке развит широкий спектр *экзогенных* геологических процессов. Из них наиболее распространены и опасны:

- выветривание;
- деятельность поверхностных и подземных вод;
- гравитационные процессы;
- криогенные процессы.

Физико-геологические процессы (происходящие в силу природных условий) в учебниках описаны достаточно полно. Ниже мы касаемся, в основном, лишь инженерно-геологических процессов, возникающих на горнодобывающих предприятиях при проведении открытых горных работ.

Изучение опасных геологических процессов и явлений производится при детальной разведке месторождения или при *инженерно-геологических изысканиях* для строительства (см. гл. 7).

5.1. Выветривание

Выветривание – физико-химические и биологические процессы, приводящие к изменениям горных пород, находящихся близ поверхности Земли. В вертикальном разрезе *кор выветривания* выделяются зоны, отличающиеся по степени раздробленности пород (снизу вверх) – монолитная, глыбовая, мелкообломочная (или щебенистая) и глинистая. В каждой из этих зон крутизна откосов и допустимая высота уступов различны.

На откосах карьеров выветривание интенсифицируется. Оно приводит к разуплотнению и снижению прочности пород, что с течением времени ведёт к нарушению устойчивости откосов и к возникновению опасных

гравитационных процессов или к заметному сокращению сроков длительной устойчивости откосов.

Классификация горных пород по степени их выветрелости приведена в п. 1.5, табл. 5, склонность пород разных групп к выветриванию – в п. 1.7, табл. 9.

При геологическом изучении процессов выветривания (на стадии детальной разведки месторождения) необходимо выяснить:

- площади распространения, мощность и зональность *кор выветривания*;
- инженерно-геологические особенности пород разных зон;
- скорость выветривания пород при их вскрытии выработками;
- необходимость осуществления мероприятий по защите искусственных обнажений от выветривания.

Основными мероприятиями по борьбе с выветриванием являются:

- планировка территории, отвод поверхностных и дренаж подземных вод;
- устройство защитных покрытий из грунтовых материалов, битумных или полимерных мастик или из набрызг-бетона;
- пропитывание откосов гудроном, жидким стеклом, известковым или цементным молочком, двухкомпонентными компаундами или полимеризующимися жидкостями.

5.2. Деятельность поверхностных вод

Среди широкого спектра результатов геологической деятельности поверхностных вод, наибольшую опасность для горного дела представляют:

- струйный размыв и, в гораздо меньшей степени, плоскостной смыв;
- оплывины и осовы;

- подмыв берегов;
- заболачивание территорий;
- сели;
- наледи.

Интенсивность *плоскостного смыва* невелика и опасности, как правило, не представляет. У подножия склонов и откосов скорость воды замедляется и взвешенные в ней частицы, вымытые выше по склону, оседают на поверхности в виде грязевых языков, создающих помехи работе механизмов и движению транспорта.

На протяжённых склонах и откосах сплошная тонкая плёнка стекающей воды постепенно собирается в струи, размывающая способность которых гораздо больше – возникает *струйный размыв*. В карьерах первая стадия развития струйного размыва приводит к возникновению узких промоин, направленных поперёк откосов, дальнейшее их развитие может привести к образованию оврагов.

Маломощные (до 1–2 м) слои полностью водонасыщенных или текучих дисперсных грунтов могут внезапно с большой скоростью сместиться вниз по склону. Объём смещающихся масс обычно измеряется десятками, редко первыми сотнями кубометров. Такое смещение глинистых грунтов называют оплывинами, а крупнообломочных – осовами. Те и другие часто провоцируются динамическими и вибрационными воздействиями (работа машин и механизмов, забивка свай, взрывные работы и пр.).

Особой опасности оплывины и осовы обычно не представляют, однако, если они систематически происходят на откосах карьеров, это свидетельствует о возможности возникновения оползней и обуславливает необходимость упорядочения поверхностного стока (см. раздел 5.4). Основные меры борьбы – устройство водоотводных валов, нагорных и дренажных

канал, в редких случаях – уположение откоса или его расчленение бермами.

Боковой подмыв речных берегов происходит во время паводков на вогнутых участках рек. О возможности его развития свидетельствуют обрывистый характер берегов и отсутствие пляжей.

Методы борьбы с подмывом берегов:

- наброска к подножью обрыва и на подмываемый склон крупноглыбового материала для уменьшения кинетической энергии потока;
- устройство струенаправляющих дамб и волноотбойных стенок.

Заболачивание происходит на плоском глинистом дне карьеров и с верхней стороны дорожных насыпей и *отвалов*. Возникшее болото увлажняет грунты основания насыпей и способствует их смещению вниз по типу оплывин и оползней. Основная мера борьбы с техногенным заболачиванием – водоотвод, в частности, перехват поверхностного стока нагорными канавами или валами.

Болотные отложения – торф, сапрпель и органоминеральные (заторфованные) грунты – характеризуются очень высокой пористостью, избыточной влажностью, малой прочностью и высокой деформируемостью.

Задача геологических исследований болот – определение мощности болотных отложений («зондировка болота») и величины их уплотнения под нагрузкой.

Основные методы строительства на болотах:

- осушение болота;
- полное или частичное удаление болотных отложений (выторфовка);
- полная или частичная замена болотных отложений более прочными грунтами;
- уплотнение болотных отложений внешней нагрузкой, например, площадными подсыпками из крупнообломочных грунтов;

– устройство фундаментов, заглублённых в относительно прочный грунт минерального дна;

– при дорожном строительстве – увеличение высоты насыпей на величину расчётной осадки болотных отложений.

Сели (или селевые потоки, редко – сили) – это водногрязекаменные потоки, формирующиеся в крутых долинах водотоков и суходолов при интенсивных ливнях. Скорость селевых потоков, по косвенным данным, может достигать 60–70 км/час, их разрушительная сила весьма велика. Вырвавшись на равнину, сель теряет скорость и отлагает на поверхности значительный объём переносимого твёрдого материала, формируя конусы выноса. Наличие таких конусов является основным признаком селеопасности.

В горных и предгорных районах Дальнего Востока России сели время от времени сходят по всем долинам с крутизной тальвега более $5-7^\circ$, размеры конусов выноса достигают сотен метров при мощности до 2–6 м.

Задача геологических исследований – прогноз возможности возникновения селей и степени их опасности для горного предприятия, особенно для его внешних коммуникаций – дороги, линии электропередач и связи, водо- и пульпопроводы и т. п.

Основное противоселевое мероприятие пассивное – не располагать проектируемые строительные объекты на прогнозируемых путях схода селей и в области их разгрузки (отложения материала). Возможно также строительство селезадерживающих и селеотводящих дамб и плотин.

При дорожном строительстве эти мероприятия недостаточны. Здесь наиболее рациональным является увеличение высоты и длины мостов, по сравнению с гидравлическим расчётом, и решительная замена водопропускных труб мостами, даже при пересечении суходолов.

Увеличение толщины льда при замерзании рек и озёр может привести к тому, что лёд в каких-то местах сомкнётся с водоупорным дном. Про-

должающееся нарастание толщины льда вызывает рост гидростатического давления в замкнутом объёме незамёрзшей воды до тех пор, пока лёд не будет взломан и часть воды не выплеснется на поверхность. В течение зимы прорыв воды может происходить неоднократно, в итоге образуется ледяной бугор или серия бугров. Это *наледы с поверхностным питанием* (иногда просто «речные наледы»). В зависимости от размера реки или озера и конфигурации дна, диаметр таких наледей может достигать 80–100 м, а высота бугров – 5–7 м.

Ежегодно наледы появляются почти на одних и тех же местах, что обеспечивает возможность прогнозировать их локализацию в будущем на основании рекогносцировочного обследования или по аэрофотоснимкам (желательно в апреле–мае – после таяния снега, но до ледохода).

Борьба с речными наледями:

- искусственное утепление русла на защищаемом участке и выше его по течению, в особенности на мелководьях и перекатах, – наброска на лёд хвороста и/или мха в начале зимы, снегозадержание, сброс тёплых вод,
 - спрямление и углубление русла на этом участке,
 - устройство выше защищаемого участка «мостика холода» – плотины из крупнообломочного материала высотой до осеннего уровня воды в реке
- наледы будут образовываться выше по течению.

5.3. Деятельность подземных вод

Среди разнообразной геологической деятельности подземных вод, наибольший интерес для горного дела представляют:

- суффозия;
- оплывины и оползни;
- пльвуны;
- наледы с грунтовым питанием;

- коррозия подземных строительных конструкций и трубопроводов;
- затопление выработок и подвалов.

Суффозия – это внутригрунтовый перенос частиц породы подземным потоком. Перенос частиц возможен в растворённом (химическая суффозия) или во взвешенном (механическая суффозия) состояниях. Химическая суффозия развивается лишь в гипсе, известняке, доломите, мергеле и мраморе, соли и в других образованиях, в состав которых входят эти породы в виде как обломков, цемента или примесей. Таким образом, химическая суффозия осложняет строительство и эксплуатацию в основном только тех горных предприятий, которые вскрываются эти породы.

Механическая суффозия может происходить только в нескальных грунтах при превышении некоторой критической величины скорости (или гидравлического градиента) подземного потока. В природных условиях равновесие между скоростью потоков и размерами частиц грунта, как правило, давно достигнуто, и механическая суффозия не развивается.

При откачках подземных вод из траншей, котлованов и карьеров формируются воронки депрессии, скорости потоков близ выработок возрастают, и начинается суффозионный вынос мелких фракций в выработку. В результате насосное оборудование выходит из строя (истирание и заклинивание клапанов и движущихся частей), а на бортах выработок возникают оползни проседания. Меры борьбы с этим видом суффозии – крепление стенок выработок, устройство на подошве откоса обратных фильтров в виде крупнообломочных присыпок и устройство временных или постоянных шпунтовых стенок вдоль основания откоса.

Аналогичный процесс может происходить и при эксплуатации скважин водоснабжения; здесь он сопровождается повреждением насосов, заиливанием скважин и, реже, провалами поверхности. Меры борьбы – правильный подбор скважинных фильтров и уменьшение водоотбора.

Оплывины описаны в п. 6.2, оползни – в п. 6.4.

Плывуны – насыщенные водой пески (реже супеси и пылеватые суглинки), которые при вскрытии выработками разжижаются и движутся подобно тяжелой вязкой жидкости.

Основными причинами проявления плывунных свойств являются в песках высокое гидродинамическое давление поровой воды («ложные плывуны» или «псевдоплывуны»), а в глинистых песках, супесях и суглинках – наличие гидрофильных глинистых частиц и/или деятельность анаэробных бактерий, выделяющих такие продукты жизнедеятельности, как газы и слизь («истинные плывуны»).

При проходке выработок плывуны стремятся полностью или частично заполнить выработанное пространство. Попытки «переупрямить» грунт и вычерпать плывун не только бесполезны («мартышкин труд»), но и крайне вредны, так как могут привести к провалам поверхности в отдалении от места черпания и к обрушению строений, грунт из под которых перетёк к нашей выработке.

Способы борьбы с плывунами:

- ограждение выработки шпунтовыми стенами;
 - закрепление плывуна (нагнетание в скважины цементного молочка или схватывающихся растворов, силикатизация, замораживание и т. д.);
 - искусственное снятие избыточного давления или полное осушение пласта (откачки из скважин, иглофильтры, осмотическое осушение и т. п.)
- только для ложных плывунов;
- нагнетание в пласт поверхностноактивных веществ (например, синтетических моющих средств) – только для истинных плывунов.

Наледи с грунтовым питанием (синоним – «грунтовые наледи») образуются аналогично наледям с поверхностным питанием (см. раздел 6.2), но в этом случае полностью перемерзает не живое сечение реки, а приповерх-

ностный водоносный горизонт. Такие наледи могут быть однолетними и многолетними (летом лёд не успевает растаять), объём многолетних наледей может достигать миллионов кубометров, а толщина льда – 10–15 м.

Ежегодно наледи появляются почти на одних и тех же местах, что обеспечивает возможность прогнозирования их локализации в будущем на основании рекогносцировки или по аэрофотоснимкам. После снеготаяния великолепно видны сами наледные тела, а летом кустарниковая растительность на этих местах угнетённая, стволы на высоту льда отбеленные, травостой же среди лета, наоборот, более буйный.

После хозяйственно-строительного освоения территории наледный процесс резко активизируется. Например, при строительстве железнодорожной линии Известковая – Ургал стоимость противоналедных сооружений составила около 9 % стоимости всех мостов и водопропускных труб, а через 30 лет эксплуатации дороги на дорожное полотно выходило в 12 раз больше наледей, чем их было в полосе километровой ширины во время предпостроечных изысканий.

При открытых горных работах новые грунтовые наледи появляются:

- на откосах карьеров и выемок и с нагорной стороны от их бровок;
- с верховой стороны дорожных насыпей, площадных подсыпок и отвалов непосредственно у их подошвы;
- в долинах ручьёв и суходолов под мостами и близ входных оголовков водопропускных труб;
- иногда – в подвалах зданий.

Для борьбы с грунтовыми наледями применяются мероприятия по отводу поверхностных вод и перехвату или дренажу грунтовых вод, иногда – утепление поверхности. Эффективно устройство мерзлотных поясов: с нагорной стороны на расстоянии 20–50 м от защищаемого объекта поперёк потока грунтовых вод выкапывается широкая (от 3 до 5 м – для удобства

прохода бульдозера) и неглубокая (1–2 м) траншея. Грунт под ней быстро промерзает и образует вертикальную перемычку, преграждающую путь потоку грунтовых вод, что вызывает выход наледи на поверхность выше по уклону рельефа. Для более эффективной работы мерзлотного пояса желательно зимой расчищать его от снега, а летом, наоборот, утеплять мхом, торфом, синтетическими плёнками или пенопластовыми плитами.

Негативные последствия *подтопления и затопления выработок и подвалов очевидны*. Меры борьбы:

- понижение уровня подземных вод (откачки из скважин, иглофильтры, осмотическое осушение, дренаж и т. п.);

- устройство противофильтрационных завес вокруг выработок (нагнетание цементного молочка или схватывающихся растворов, силикатизация, замораживание, экраны из трамбованной глины и т. п.).

При строительстве подземных частей зданий и сооружений:

- тщательная гидроизоляция фундаментов, стен и дна подвалов,
- выполнение обратной засыпки пазух перемятой глиной с тщательным послойным уплотнением.

5.4. Гравитационные (склоновые) процессы

Под гравитационными процессами понимается смещение грунтовых масс по склонам под действием силы тяжести и некоторых второстепенных факторов, способствующих нарушению равновесия. К последним относятся:

- деятельность поверхностных вод, в особенности, подмыв подошвы склонов;

- деятельность подземных вод;

- неразумная хозяйственная деятельность человека – вырубка лесов, избыточная пригрузка верхних частей и подрезка нижних частей склонов,

слишком крутые откосы насыпей, отвалов и выемок, сброс сточных вод на поверхность земли или в неглубокие подземные горизонты и т. п.;

– ударные, динамические и вибрационные нагрузки природного и техногенного происхождения – землетрясения, цунами, удары штормовых волн, буровзрывные работы, движение автотранспорта по неровным дорогам, работа горных и строительных машин, забивка свай и т. п.

Обвалы характеризуются катастрофическим обрушением крупных масс скальной породы или отдельных её блоков, оторвавшихся от уступов и бортов карьеров, откосов дорожных выемок или природных обрывов. Обрушения происходят по трещинам или по ослабленным зонам, падающим (наклонённым) в сторону карьера.

При геологическом изучении обвальных участков необходимо:

- выяснить их пространственную локализацию;
- выполнить массовые измерения элементов залегания трещин с построением роз или роз-диаграмм трещиноватости (см. п. 1.7);
- определить коэффициент трения заполнителя трещин при максимальной его влажности;
- выбрать оптимальное направление разработки карьера, рассчитать безопасную крутизну откосов и максимальную высоту уступов;
- наметить необходимые мероприятия по защите искусственных обнажений.

Основные методы борьбы с обвалами:

- правильный выбор направления разработки;
- уменьшение крутизны откосов и высоты уступов;
- на нерабочих откосах – устройство *берм* и/или нагнетание цементного молочка в трещины массива, укрепление откосов заанкеренными металлическими сетками, периодическое сбрасывание нависающих глыб.

Осыпи происходят в виде медленного смещения слоя дресвяно-щебенистого, реже гравийно-галечникового и песчаного материала, отделившегося от основного, чаще всего скального, массива в результате выветривания или растрескивания пород. Осыпи происходят как на природных склонах крутизной более 25° , так и в особенности, на откосах карьеров и выемок.

Мощность (толщина) осыпей редко превышает 0,5–2,5 м, скорость движения, как правило, до 1 м/год.

При геологическом изучении процессов выветривания необходимо:

- выявить пространственную локализацию природных осыпей (как активных, так и стабильных) и определить критические уклоны, при которых происходит движение осыпей в зависимости от экспозиции склонов, наименования и элементов залегания пород;

- установить площади распространения, мощность и скорость движения осыпей;

- назначить мероприятия, необходимые для защиты природных склонов и откосов от образования и движения осыпей.

Основные методы борьбы с осыпями:

- на рабочих откосах – уменьшение их крутизны (см. п. 2.4);
- на нерабочих откосах и дорожных выемках – периодическое удаление осыпавшегося материала; закрепление осыпи набрызг-бетоном, полимерными компаундами или металлическими сетками; пригрузка нижней части осыпи крупноглыбовой наброской; устройство *берм, контрфорсов, улавливающих, отклоняющих и подпорных стенок.*

Оползни происходят на сложенных глинистыми грунтами склонах или откосах крутизной более 15° . Сползание происходит чаще всего по цилиндрической поверхности скольжения, формирующейся внутри

грунтового массива при нарушении его равновесия, либо по ослабленной поверхности, существовавшей до возникновения оползня.

При разработке карьеров оползни могут возникать:

- на природных склонах;
- на бортах и откосах выработок или земляных сооружений, в т. ч. на внешних и внутренних отвалах.

Особое место занимают оползни, в которых поверхность скольжения существует независимо от оползневого процесса. Такие оползни в горном деле называются оскользнями, а в строительстве – оползнями по фиксированной поверхности скольжения.

Оскользны могут возникать:

- на бортах и откосах выработок по ослабленным зонам или слоям, наклонённым в сторону выработки;
- на отвалах и в дорожных насыпях – по поверхности природного рельефа.

При геологическом изучении оползней необходимо:

- выявить пространственную локализацию природных оползней (активных и стабилизированных), их площадные размеры и глубину;
- установить причины возникновения или инициации оползневого процесса;
- определить физические и прочностные свойства грунтов, слагающих и подстилающих оползневые тела;
- выполнить прогноз изменения и развития оползневых процессов при горном и строительном освоении территории;
- наметить и обосновать инженерные мероприятия по противодействию и профилактике оползневых явлений.

В целях профилактики оползней запрещается:

- подрезка (устройство котлованов и выемок) в нижней части склонов;

- разработка забоев, начиная с низовой части уступа;
- пригрузка верхней части склонов (возведение строительных объектов и земляных сооружений, складирование техники и материалов и т. п.);
- вырубка леса и кустарника;
- сброс воды на склон;
- выполнение работ, создающих динамические нагрузки на грунт.

Активные, пассивные и профилактические противооползневые мероприятия:

- одерновка, озеленение и залесение склонов;
- перехват поверхностных вод *нагорными канавами* или оградительными валами и дамбами;
- дренаж или перехват и отвод подземных вод;
- уполаживание склонов и откосов, при необходимости – с устройством берм;
- ограничение высоты уступов;
- пригрузка нижней части склона – устройство контрбанкетов, насыпей или площадных подсыпок;
- укрепление склона с помощью деревянных, бетонных или металлических свай, шпилек или шпонок, пронизывающих оползневое тело на всю его мощность и заглублённых в подстилающие породы;
- полное или частичное удаление оползневых масс со склона;
- устройство подпорных стенок.

Дополнительные противооползневые мероприятия при формировании отвалов:

- нарезка штрабов (ступеней) на площадке будущих отвалов;
- дренаж верховодки;
- послойное уплотнение отсыпаемого материала;
- ограничение высоты и крутизны откосов отвала, устройство берм.

5.5. Крутизна откосов в сыпучих грунтах

Крутизна откосов земляных сооружений выражается отношением высоты откоса к его горизонтальной ширине, выраженным в виде $1 : m$, величина m называется коэффициентом откоса (иногда – крутизной откоса).

Мерой устойчивости откосов в сыпучих (крупнообломочных и песчаных) грунтах может служить угол естественного откоса ψ (читается – «пси»). Для глинистых грунтов, обладающих сцеплением, понятие угла естественного откоса не имеет смысла.

Величину угла естественного откоса рекомендуется определять экспериментально – отсыпанием с небольшой высоты некоторого объёма испытуемого грунта на примерно горизонтальную поверхность земли с измерением геометрических размеров полученного конуса. При отсутствии опытных данных ориентировочное значение угла естественного откоса можно определять по табл. 25.

Таблица 25

Значения углов естественного откоса сыпучих грунтов ψ , градус

Разновидности сыпучих грунтов	Угол естественного откоса в зависимости от плотности грунтов		
	плотные	средней плотности	рыхлые
Валунные и глыбовые	45–50		
Галечниковые и щебенистые	45		
Гравийные и дресвяные	43		
Пески гравелистые и крупные	40	37	35
Пески средней крупности	37	35	32
Пески мелкие и пылеватые	33	30	26

В несейсмических районах откосы насыпей постоянных земляных сооружений следует принимать на 3–5°, а выемок – на 2–3° меньше угла естественного откоса.

При устройстве временных выемок (рабочие откосы и забои карьеров, временные дороги) крутизну откосов допускается увеличивать (табл. 26).

Таблица 26

Крутизна откосов временных выемок

Грунты	Максимальная крутизна откосов при глубине выемки, м		
	1,5	3	5
	Гравийные и песчаные	1 : 0,5	1 : 1
Супесь	1 : 0,25	1 : 0,67	1 : 0,85
Суглинок	Вертикальные	1 : 0,5	1 : 0,75
Глина		1 : 0,25	1 : 0,5
Насыпные уплотнённые	1 : 0,67	1 : 1	1 : 1,25

В районах с расчётной сотрясаемостью более 6 баллов (по картам ОСР-97 с учётом ответственности сооружений и свойств грунтов (пп. 4.3 и 4.4), крутизна откосов должна быть уменьшена. Для расчёта безопасной крутизны откосов рекомендуется модифицированная формула Щёкера:

$$\operatorname{tg} \beta = (\operatorname{tg} \psi - K_s) / (1 - K_s \cdot \operatorname{tg} \psi),$$

где ψ - угол естественного откоса грунта (см. табл. 25);

K_s – коэффициент сейсмичности, принимаемый (табл. 27).

Таблица 27

Расчётные значения коэффициента сейсмичности K_s

Расчётная сейсмичность района I, баллы	7	8	9
Коэффициент сейсмичности K_s , д. е.	0,1	0,2	0,4

5.6. Сезонное промерзание и оттаивание грунтов

Криогенные процессы

При промерзании грунтов, особенно глинистых, происходит морозная миграция грунтовой влаги – её перемещение к фронту промерзания с формированием там ледяных включений. В результате объём промерзающего грунта и отметка поверхности грунта увеличиваются – это и есть морозное пучение.

В весенне-летний период выпученный грунт уменьшает свой объём – происходит его осадка при оттаивании. Оба процесса происходят неравномерно в пространстве и во времени.

Многократное повторение промерзания – оттаивания сопровождается рядом неблагоприятных мерзлотных (или криогенных) процессов:

- морозное выветривание скальных пород;
- выпучивание (выталкивание на поверхность) крупных обломков и малонагруженных фундаментов;
- морозная десерпция;
- морозобойное (или криогенное) растрескивание грунтов и строительных конструкций;
- морозная деструкция бетона и потеря прочности недостаточно морозостойких материалов.

Морозное выветривание скальных пород, обнажённых на искусственных откосах, приводит к их растрескиванию и формированию мелких осыпей.

Выпучивание крупных обломков формирует каменные россыпи, создающие ложное впечатление близкого залегания скальных пород.

Морозная десертция – это медленное (до 1 м/год) движение каменных россыпей вниз по рельефу, сперва к тальвегу суходолов, затем по уклону тальвега, что создаёт каменные реки – *курумы*.

Выпучивание фундаментов малонагруженных зданий и сооружений (телеграфные и фонарные столбы, опоры ЛЭП и мостов, малоэтажные здания) вследствие неравномерности пучения и осадки при оттаивании приводит к недопустимым деформациям, кренам и авариям строений. На территории восточнее оз. Байкал 60–70 % недопустимых деформаций и аварий строительных объектов происходит из-за морозного пучения.

Криогенное растрескивание грунтов и дорожных покрытий формирует трещинные полигоны (обычно шести- или четырёхугольные). Весной в этих трещинах образуются ледяные клинья, летом трещины частично или полностью закрываются, а следующей зимой образуются вновь на этих же местах. Образование морозобойных трещин на откосах и вблизи карьеров может спровоцировать возникновение обвалов в скальных породах и оползней в глинистых грунтах.

Морозная деструкция бетона – отшелушивание чешуй с поверхности бетонных конструкций – приводит к оголению и последующей коррозии арматуры и закладных деталей.

Морозное пучение грунтов –

При строительстве наиболее актуальной является борьба с выпучиванием фундаментов и их элементов. Обычно применяются следующие *противопучинные мероприятия*:

– максимально возможное по грунтовым условиям увеличение нагрузки на фундаменты;

– увеличение глубины заложения фундаментов или переход на незаглублённые (плитные) фундаменты на площадных крупнообломочных подсыпках толщиной не менее 0,7–1,0 м;

– обмазка фундаментов специальными мастиками или их оклейка пенопластовыми плитами;

– теплоизоляция поверхности около фундаментов мхом, торфом, шлаком или полимерными пенами;

– отвод поверхностных и грунтовых вод;

– замена пучинистых грунтов основания.

Степень пучинной опасности грунтов количественно оценивается относительной деформацией пучения ϵ_{fn} – изменением высоты образца, замороженного с обеспечением подтока воды относительно исходной его высоты.

Ориентировочную оценку степени морозной пучинистости грунтов можно выполнять по данным табл. 28.

Таблица 28

Степень морозной пучинистости грунтов

Характеристика грунтов		Степень морозной пучинистости грунтов	Относительная деформация пучения ϵ_{fn} , д. е.
Разновидности грунтов	Консистенция грунтов		
Крупнообломочные и песчаные без глинистого заполнителя.	–	Практически непучинистые	Менее 0,01
Глинистые	Твёрдые	Слабопучинистые	Свыше 0,01 до 0,035
	Полутвёрдые		
	Тугопластичные	Среднепучинистые	Свыше 0,035 до 0,07
	Мягко- и текучепластичные, текучие	Сильно- и чрезмернопучинистые	Свыше 0,07

Глава 6. ПОИСКИ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

6.1. Методы геологоразведочных работ

Основными этапами геологоразведочных работ при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых являются:

- геологическое картирование;
- поисковые работы;
- разведка месторождений, подсчёт и утверждение запасов полезного ископаемого;
- инженерно-геологические изыскания для проектирования и строительства карьерного хозяйства.

Эти работы обязательно сопровождаются отбором образцов (проб) горных пород и подземных вод, их лабораторными исследованиями, а иногда – и технологическими испытаниями.

На всех этапах систематически применяются вспомогательные методы – космические и аэрофотосъёмки, полевые и скважинные геофизические исследования, шлиховая и металлометрическая съёмки.

6.2. Разведочные выработки

При поисках и разведке месторождений полезных ископаемых выполняются горно-буровые работы. Горные выработки (включая скважины) открытые (т. е. осуществляются с поверхности земли), их глубина зависит от целей, поставленных перед геологоразведочными работами. Проходка выработок сопровождается тщательным опробованием грунтов и вод.

Место на поверхности, с которого начата проходка выработки, называется её устьем, а та часть, которая перемещается в намеченном направлении – забоем.

Наиболее часто применяются закопушки, канавы, расчистки, шурфы, дудки и буровые скважины, реже – траншеи, штольни и разведочные шахты. Большая часть разведочных выработок проходится вручную (кирка, лопата, лом). Могут быть механизированы только проходка траншей (экскаватор, реже бульдозер), дудок (шурфобур) и штолен (отбойные молотки, перфораторы).

Закопушка – ямка глубиной до 0,5–1,0 м, предназначенная для вскрытия неглубокозалегающих коренных пород.

Канавы – горизонтальная выработка значительной длины, небольшой ширины (обычно 1,0–1,5 м) и глубины (до 2–3 м, редко больше). Проходится с целью вскрытия крутопадающих коренных пород. При больших поперечных размерах называется траншеей. Канавы и траншеи не имеют устьев, но могут проходиться несколькими забоями (ступенчатые канавы).

Расчистка – неглубокая ступенчатая канава, служащая для удаления наносов, перекрывающих коренные породы на крутых склонах.

Шурф – вертикальная выработка прямоугольного или круглого (дудка) поперечного сечения площадью до 2,5 м² и глубиной более 1 м. Шурфы сечением более 4–5 м² называются разведочными шахтами.

Штольня – горизонтальная или слабо наклонная (для оттока воды) выработка, тупиковый тоннель. Штольни проходятся на участках развития крутопадающих пород при изрезанном рельефе.

Скважина – цилиндрическая выработка небольшого диаметра – обычно 60–168 мм, редко – до 350–526 мм. Глубина скважин определяется целью их проходки и обычно назначается от 3–10 м при инженерно-

геологических изысканиях до 5–7 км при разведке и эксплуатации нефтегазовых месторождений.

Как правило, разведочные скважины бурятся самоходными (на базе автомашин или тракторов), реже прицепными или стационарными буровыми станками с механическим приводом. В труднодоступных местах производится ручное бурение.

Обычно скважины вертикальные, хотя нередки наклонные и даже восстающие (снизу вверх из подземных горных выработок).

Из многих способов бурения при геологоразведочных и инженерно-геологических работах применяются ударно-канатное в нескальных грунтах и вращательное колонковое в скальных породах. При этих способах бурения внутри породоразрушающего инструмента остаётся, а затем извлекается на поверхность керн – цилиндрический столбик породы, используемый для описания геологического разреза по скважине и выполнения необходимых исследований.

При вращательном бурении продукты разрушения скальных горных пород на забое скважины (шлам) удаляются промывкой (реже продувкой) скважины через внутреннюю полость бурильных труб.

В нескальных грунтах бурение при инженерно – геологических изысканиях производится «всухую» – без промывки и продувки.

В процессе проходки скважин, во избежание обвалов и при наличии подземных вод производится их обсадка – закрепление ствола стальными трубами.

По завершению проходки обсадные трубы извлекаются, а скважины тампонируются глиной с целью исключить проникновение в подземное пространство поверхностных загрязнений.

6.3. Опробование

Под опробованием понимается отбор образцов (проб) горных пород, грунтов и подземных вод из обнажений, разведочных выработок, выбросов из старых котлованов, отвалов или нор землероющих животных и т. п.

Опробование производится как при геологоразведочных работах, так и в процессе отработки месторождения.

Опробование скальных пород и рыхлых грунтов производится следующими способами:

– *валовое* – массовый (до 0,5–5 т) отбор материала со всей площади забоя выработки или из поперечного сечения массива полезного ископаемого;

– *бороздовое* – материал отбирается из борозды, устроенной поперёк забоя или тела;

– *точечное* – чем-то интересный образец (штуф) с обычными размерами от 4х6х10 до 6х10х20 см;

– *керновое* – часть керна из буровой скважины;

– *шлиховое* – отмытый от лёгких фракций остаток грунта (шлих).

По степени нарушения свойств породы при их отборе и транспортировке различаются следующие виды проб:

– *монолиты* – пробы, отобранные и упакованные так, чтобы состав, состояние и свойства породы не изменялись в течение длительного времени при перевозке и хранении пробы;

– *образцы* – состав породы не изменён, состояние и некоторые свойства изменены;

– *шлихи* – состав, состояние и свойства породы изменены полностью.

Подготовка пробы к дальнейшим исследованиям и испытаниям включает её дробление (при необходимости), отбрасывание пустых пород

или крупных фракций (выполняется не всегда), перемешивание, сокращение до требуемого объема и упаковку. Все эти операции производятся в установленной ниже последовательности.

Дробление пробы до размера обломков 5–20 мм при геологоразведочных работах производится вручную (метод кувалды), а в процессе разработки карьера – с использованием механических дробилок.

Отбрасывание пустых пород или крупных фракций производится в тех случаях, когда целью исследования является выяснение свойств только самого полезного ископаемого, а не вмещающих пород; фиксируется вес всей исходной пробы и вес отброшенного материала.

Перемешивание пробы выполняется методом кольца и конуса: из остатков пробы вручную формируют конус, затем его преобразуют в диск и далее – в кольцо; операции повторяют неоднократно до достижения полной однородности.

Сокращение пробы (уменьшение её объёма) выполняется методом квартования: из однородной пробы формируют конус, делят его взаимно перпендикулярными вертикальными плоскостями на 4 части (кварты), две противоположных кварталы берут в сокращённую пробу, а две оставшихся – в отвал или в дубликат пробы. При необходимости данная процедура повторяется до достижения достаточного для исследований объема или массы пробы.

Опробование подземных вод выполняется из шурфов, канав и штолен прямым отбором с забоя, из скважин – специальными водоотборниками или желонками сразу после вскрытия водоносного горизонта (во избежание дегазации).

Проба для стандартного анализа переливается в герметично закрываемые бутылки общей ёмкостью 1,5 л. Для определения содержания растворённой углекислоты дополнительно отбирается 0,25 л воды с консервацией

произвольным количеством толчёного писчего мела при тщательном взбалтывании. При необходимости определения содержания оксидов железа отбирается ещё 0,25 л с консервацией произвольным количеством столового уксуса, соляной или лимонной кислоты.

Объём проб воды на полный химический анализ составляет 5–10 л, консервация отдельных частей пробы выполняется специальными реактивами.

Отбор проб воды для санитарно-микробиологических исследований выполняется только сотрудниками санэпидстанций в специальную стерилизованную посуду.

Упаковка проб должна обеспечить неизменность состава, состояния и свойств вещества пробы при её хранении и транспортировке.

6.4. Поиски месторождений полезных ископаемых

Поиски – комплекс геологоразведочных работ, направленных на выявление и перспективную оценку месторождений полезных ископаемых – выполняются на основании изучения геологического строения района и анализа поисковых предпосылок и признаков на готовой геологической основе (т. е. на ранее составленной геологической карте).

Этапы поисков:

– *перспективные* – выполняются только на слабо изученных территориях с целью выявления рудопроявлений или площадей, заведомо перспективных на наличие месторождений;

– *детальные* (или поисково-разведочные работы) – осуществляются на перспективных площадях с целью изучения рудопроявлений и оценки их перспектив, выявления месторождений в целом или отдельных рудных тел.

Теоретические закономерности или геологические условия, контролирующие пространственное размещение месторождений, именуются поисковыми предпосылками (или поисковыми критериями). Это определенные типы пород, которые могут быть связаны с месторождением, геологические структуры, способствующие его размещению, формы рельефа, которые могут объясняться наличием месторождения и т. п.

Наличие предпосылок говорит о том, что месторождение здесь может быть (хотя и не обязательно), отсутствие же предпосылок почти гарантирует бесперспективность рассматриваемой территории на искомое ископаемое.

Факты, прямо или косвенно указывающие на наличие месторождения, называются поисковыми признаками. Это процессы и явления, сопутствующие образованию, изменению или разрушению месторождения; особенные свойства полезного ископаемого или вмещающих его пород; некоторые геофизические и геохимические аномалии; следы или сведения о деятельности человека на данной территории по разработке месторождения и т. п.

К прямым поисковым признакам относятся выходы тел полезного ископаемого на поверхность или под рыхлые наносы, ореолы рассеяния, отвалы старых выработок, металлургические шлаки, некоторые геофизические аномалии.

Косвенные признаки – изменённые околорудные породы, наличие минералов–спутников, особенности рельефа, большинство геофизических, геохимических и геоботанических аномалий, специфический состав подземных вод и т. п.

Методы поисков:

– детальное геологическое картирование и опрос старожилов;

– шлиховая и металлометрическая съёмка и геофизические исследования;

– горнопроходческие и буровые работы на участках, выделенных по поисковым признакам;

– лабораторные исследования.

По результатам поисков выделяются участки, подлежащие дальнейшей разведке, или делается заключение о бесперспективности исследованной территории на искомое ископаемое.

6.5. Разведка месторождений полезных ископаемых

Цели разведки месторождений полезных ископаемых:

– подсчёт и утверждение запасов полезного ископаемого;

– определение геолого-промышленных параметров, всесторонне характеризующих месторождение;

– прогноз развития опасных и неблагоприятных геологических процессов при освоении и разработке месторождения;

– получение исходных данных, необходимых для проектирования, строительства и эксплуатации горного предприятия, включая охрану окружающей среды и здоровья персонала.

Задачами разведки является определение:

– геологического строения месторождения;

– количества, качества и распределения полезного ископаемого и извлекаемого компонента;

– горнотехнических условий разработки;

– оптимальных способов извлечения, обогащения и передела ископаемого;

– степени опасности неблагоприятных геологических процессов и необходимых мероприятий по их стабилизации, ограничению или локализации.

Выделяются три стадии разведки – предварительная, детальная и эксплуатационная.

Предварительная разведка имеет целью определить промышленную значимость месторождения или его части. Для этого требуется исследовать и установить:

- общие размеры месторождения;
- форму и размеры основных тел;
- вещественный состав месторождения;
- технологические свойства полезного ископаемого;
- условия разработки.

По результатам предварительной разведки:

- подсчитываются предварительные запасы полезного ископаемого;
- оценивается целесообразность детальной разведки;
- составляется технико-экономическое обоснование (ТЭО) разработки месторождения.

Детальная разведка проводится только на явно промышленных месторождениях или на отдельных участках, намеченных к освоению в ближайшие годы.

Цель детальной разведки – разработка проекта строительства и эксплуатации месторождения: размещение горного, обогатительного, передельного и энергетического цехов предприятия, внешних и внутренних инженерных коммуникаций, охрана окружающей среды, выполнение инженерно-геологических исследований для проектирования и строительства иных видов инженерных сооружений, входящих в состав горного предприятия.

Задачи детальной разведки – установить с необходимой для этих целей полнотой, детальностью и точностью:

- контуры тел полезного ископаемого, их внутреннее строение и условия залегания;
- вещественный состав и пространственное размещение природных типов и промышленных сортов полезного ископаемого;
- кондиции на минеральное сырьё данного месторождения и *запасы* полезного ископаемого в нём;
- технологические свойства полезного ископаемого;
- горнотехнические условия эксплуатации месторождения;
- прогноз изменения добычных, инженерно-геологических и гидрогеологических условий на весь период эксплуатации;
- оценка возможного воздействия добычных работ на окружающую среду.

Если эти задачи не решены и поставленные цели не достигнуты, месторождение не должно приниматься к эксплуатации.

Методы разведки:

- горно-буровые работы по геометрической сетке, размеры и густота которой определяются формой и размерами геологических тел и требованиями заказчика к величине и категориям запасов;
- тщательное опробование выработок, лабораторные исследования, а иногда и технологические испытания;
- геофизические исследования в скважинах (каротаж).

Эксплуатационная разведка (или доразведка) выполняется в процессе разработки месторождения, когда подсчитанные запасы полезного ископаемого близки к полной отработке.

Цель эксплуатационной разведки – приращение запасов разведанных материалов месторождения, решаемые задачи – почти те же, что у детальной разведки.

6.6. Кондиции на минеральное сырьё

Кондиции – совокупность требований промышленности к качеству минерального сырья и к горно-геологическим параметрам месторождения, позволяющие разделить запасы на балансовые (подлежащие разработке в ближайшей перспективе) и забалансовые.

Кондиции – категория временная, их уровень зависит от потребностей страны (или региона), от развития технологии добычи, переработки и использования основного сырья и примесей и т. п.

Основные показатели кондиций:

- минимальное промышленное содержание полезного компонента,
- минимальная мощность и максимальная глубина залегания тел полезного ископаемого,
- максимальное значение коэффициента вскрыши,
- максимальное содержание вредных примесей,
- минимальные запасы полезного ископаемого,
- интенсивность водопритока к выработкам,
- при открытой разработке – максимальная глубина разрабатываемого карьера и максимальная глубина добычи полезного компонента (минерального сырья) из-под воды.

Кондиции разрабатываются совместно геологоразведочными и проектными организациями и утверждаются вышестоящими или надзорными органами.

6.7. Запасы полезных ископаемых и их категории

Запасы полезного ископаемого – это тот объём ископаемого в недрах, относительно которого имеются сведения о количестве и качестве ископаемого и о горно-геологических условиях его разработки.

Для твёрдых ископаемых запасы измеряются в объёмных (кубометры) или в весовых (тонны, килограммы, караты) единицах. Для жидких и газообразных ископаемых – в единицах объёма или производительности (литры в секунду, кубометры в сутки).

По народнохозяйственному значению запасы полезных ископаемых разделяются на две группы – балансовые и забалансовые.

Балансовые запасы – это та часть запасов, добыча и переработка которых в настоящее время экономически, конъюнктурно и социально целесообразна, их движение ежегодно учитывается балансом запасов.

Баланс запасов – ежегодный отчёт горнодобывающего предприятия о состоянии запасов – включает следующие данные:

- название месторождения и полезного ископаемого;
- количество запасов по категориям на начало отчётного года;
- количество ископаемого, извлечённое в отчётном году;
- прирост запасов за этот год;
- остаток запасов на начало следующего года.

Забалансовые запасы – это такие запасы, разработка которых нецелесообразна сейчас, но может потребоваться в будущем в результате изменений конъюнктуры рынка, технологии добычи, обогащения и передела ископаемого и т. п.

При проведении их эксплуатационной разведки происходит прирост запасов – часть забалансовых запасов переводится в балансовые.

Чем меньше шаг разведочных выработок (т. е. расстояние между ними), тем выше степень изученности месторождения и точность подсчёта запасов. В зависимости от детальности разведки выделяются категории разведанности запасов (часто – просто «категории запасов»).

Категории запасов:

- категория А – запасы, детальность разведки которых гарантирует ошибку в подсчётах запасов не более 10%,

- категория В – запасы, разведанные менее детально,
- категория C_1 – ошибка в подсчётах может достигать 50 %,
- категория C_2 – ориентировочные запасы, оцененные с ошибкой более 50 %,
- категория C_3 – прогнозные (геологические) запасы с неопределёнными ошибками оценок.

Запасы категорий А+В (а для общераспространённых ископаемых – и C_1) служат основой проектирования горного предприятия, только они и подлежат разработке.

Запасы категории C_1 и C_2 – резерв месторождения, предназначенный при необходимости для эксплуатационной разведки. Запасы категории C_3 указывают на перспективы выявления промышленных запасов и на целесообразность проведения поисково-разведочных работ.

6.8. Методы подсчёта запасов

Геологические тела имеют неправильную форму, т. е. аналитические формулы для расчёта их объёмов отсутствуют. По этой причине реальное тело приходится аппроксимировать (заменять) каким-то простым геометрическим телом (или суммой нескольких простых тел), объём которого (или которых) можно вычислить.

При подсчёте запасов чаще всего используются три способа аппроксимации: метод среднего арифметического, метод параллельных сечений и метод блоков.

Запасы полезного ископаемого, объём вскрыши и коэффициент вскрыши (отношение объёма вскрыши к объёму ископаемого) подсчитываются отдельно по разным категориям разведанности запасов.

Запасы полезного ископаемого – это произведение объема полезного ископаемого на содержание в нем полезного ископаемого.

Метод среднего арифметического. Геологическое тело заменяется одной вертикальной призмой, площадь основания которой равна разведанной площади тела, а высота – среднему значению вертикальной мощности этого тела по вскрывшим его выработкам. Объем призмы равен произведению площади основания (определяется по топографическому плану месторождения) на высоту (рассчитывается по результатам проходки разведочных выработок).

Граничные условия применимости метода:

- рельефы поверхности и геологических границ не имеют резких перегибов;
- выработки расположены более или менее равномерно по площади подсчёта;
- мощности вскрыши и полезного ископаемого по всем выработкам примерно одинаковы или изменяются по линейному закону;
- содержание полезного компонента и вредных примесей по всем выработкам примерно одинаково.

Метод параллельных сечений. Геологическое тело заменяется суммой нескольких «лежащих на боку» усечённых пирамид с вертикально расположенными основаниями. Площади оснований пирамид определяются по геологическим разрезам, а высоты равны расстояниям между соседними разрезами. Объем каждой усечённой пирамиды равен произведению полусуммы площадей её оснований на высоту. Подсчитанные объёмы пирамид суммируются.

Площади фигур на планах и разрезах определяются путём их разбиения на несколько трапеций и/или треугольников с последующим суммированием их площадей. Площадь трапеции равна произведению полусуммы

её оснований на высоту, площадь треугольника – половине произведения основания на высоту.

Граничные условия применимости метода:

- соседние разведочные линии примерно параллельны;
- расстояния между разведочными линиями примерно одинаковы;
- расстояния между выработками на разведочных линиях примерно одинаковы;
- содержание полезного компонента и вредных примесей по всем выработкам примерно одинаково.

Метод блоков применяется в случаях, когда граничные условия применимости предыдущих методов не соблюдаются. Массив полезного ископаемого разбивается на блоки, внутри которых эти условия выполняются. Объёмы вскрыши и полезного ископаемого в каждом блоке рассчитываются одним из описанных методов с последующим суммированием.

6.9. Утверждение запасов

Для месторождений, рассчитанных на многолетнюю разработку, цифры запасов, в зависимости от их величины, утверждаются Государственной или территориальной комиссией по запасам (ГКЗ или ТКЗ). Величины запасов, подлежащие утверждению в одной из этих комиссий, зависят от значимости, ценности и дефицитности полезного ископаемого и определяются Инструкциями ГКЗ.

Для месторождений, рассчитанных на временную разработку (например, для целей строительства), запасы не утверждаются.

Глава 7. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

7.1. Основные положения

Целью инженерных изысканий является всестороннее изучение окружающей (наземной, надземной и подземной) среды для нужд проектирования, строительства и эксплуатации горного предприятия. Компонентами этой среды являются, в основном, географическое расположение, климат и рельеф района, режим водотоков и водоёмов, инженерно-геологическое строение и опасные природные процессы.

Проектирование горного предприятия (сам карьер, промышленная и жилая застройка и инфраструктура) проводится в три последовательных стадии, носящих названия: техноэкономическое обоснование или техноэкономический доклад (ТЭО или ТЭД), проект (П) и рабочая документация (РД), включающая рабочие чертежи (РЧ).

Для не очень крупных месторождений разработка проекта и рабочей документации выполняются совместно, такая стадия называется технический проект (ТП).

Изыскания проводятся обычно только на стадиях П, РД и ТП. Цели, задачи, виды, объёмы и методика изыскательских работ на разных стадиях могут существенно различаться. При отсутствии необходимости возведения капитальных строений изыскания могут не выполняться.

7.2. Инженерно-метеорологические изыскания

Целью инженерно-метеорологических изысканий является характеристика климата, включающая прогноз значений основных его параметров, необходимых для проектирования, строительства и эксплуатации горного

предприятия. Выполняются эти изыскания обычно на стадии разработки техноэкономического обоснования.

Основными параметрами (показателями), которые устанавливают по результатам инженерно-метеорологических изысканий при проектировании горного предприятия, чаще всего являются:

- среднемесячные и среднегодовые значения атмосферного давления, температуры и влажности воздуха, количества осадков, направления и скорости ветра;

- экстремальные значения температур – абсолютные минимум и максимум и среднемноголетняя температура самой холодной пятидневки;

- средняя толщина снежного покрова по месяцам или декадам года;

- максимальная толщина гололёда – слоя льда, образующегося на дорогах, проводах и прочих предметах, находящихся на воздухе;

- среднемноголетние месячные значения температуры сезоннопромерзающих грунтов до глубины 3–4 м, а в районах вечной мерзлоты – до 10–12 м;

- частота проявления особо опасных метеорологических явлений – гроз, туманов, ливней и т. п.

Основным методом выполнения инженерно-метеорологических изысканий является сбор и обобщение результатов наблюдений на ближайших к месторождению метеорологических станциях и постах. Чаще всего эти работы выполняются региональными управлениями Гидрометеослужбы России.

Если существующие метеостанции значительно удалены от проектируемого предприятия, близ него может устраиваться временный метеорологический пост с систематическими наблюдениями за необходимыми проектной организации параметрами.

7.3. Инженерно-геодезические изыскания

Основные цели инженерно-геодезических изысканий:

- создание опорной геодезической сети, служащей основой для остальных видов топографических работ;
- выполнение площадных и линейных топографических съёмок в масштабах, как правило, 1 : 10 000, 1 : 5 000, 1 : 2 000 или 1 : 1 000 (1 см плана на местности соответствует 100, 50, 20 или 10 м соответственно);
- линейные изыскания – трассирование внешних инженерных коммуникаций (железные и автомобильные дороги, линии электропередач и связи, водо- и пульпопроводы и пр.);
- закрепление на местности сети пунктов с точно определёнными координатами, необходимых для разбивочных работ при строительстве и эксплуатации предприятия;
- вынос в натуру (т. е. закрепление на местности) углов запроектированных зданий, границ карьеров, трасс коммуникаций, осей плотин и т. п.;
- исполнительные (после завершения строительства и в процессе разработки карьера) топографические съёмки – в частности, для подсчёта объёмов разработанных грунтов;
- режимные наблюдения за деформирующимися объектами и за развитием опасных геологических процессов.

Необходимые виды и объёмы топографических работ и масштабы съёмки задаются проектной организацией.

Результатами инженерно-геодезических изысканий являются:

- топографические планы и карты;
- ведомости координат и высот постоянно закреплённых на местности точек.

7.4. Инженерно-геологические изыскания

Основные цели инженерно-геологических изысканий:

- оценка степени сложности инженерно-геологических условий территории;
- выяснение геологического строения подземного полупространства в пределах глубины возможного влияния проектируемых зданий и инженерных сооружений (типы, виды и разновидности грунтов, их сменяемость в горизонтальном и вертикальном направлениях, однородность, наличие слабых и специфических грунтов и т. п.);
- исследование физических и физико-механических свойств грунтов с вычислением нормативных и расчётных значений характеристик этих свойств;
- определение типа, глубин распространения, химического состава и степени агрессивности подземных вод по отношению к материалам подземных конструкций, трубопроводов и кабелей;
- выявление, изучение, оценка степени опасности и прогнозирование развития опасных геологических процессов и явлений;
- поиски и разведка месторождений местных грунтовых строительных материалов.

Последовательность выполнения инженерно-геологических изысканий:

- сбор, анализ, систематизация и обобщение фондовых и литературных материалов, включая результаты поисково-разведочных работ на данном месторождении и опыт эксплуатации близлежащих соседних месторождений;
- инженерно-геологическая разведка;
- инженерно-геологическое сопровождение строительства.

Основные виды инженерно-геологических работ: инженерно-геологическая съёмка, геофизические исследования, проходка буровых скважин и горных выработок (обычно не глубже 10-30 м) и полевые и лабораторные исследования грунтов и вод.

Результатами инженерно-геологических изысканий являются:

– крупномасштабные карты инженерно-геологических условий и/или инженерно-геологического районирования участка строительства (для небольших объектов обычно не составляются);

– инженерно-геологические колонки горно-буровых выработок и разрезы по разведочным линиям;

– ведомости лабораторных исследований грунтов подземных и поверхностных вод;

– результаты статистической обработки полученных показателей и таблицы рекомендуемых нормативных и расчётных значений физико-механических свойств грунтов;

– карты или планы агрессивности геологической среды по отношению к материалам подземных конструкций и коммуникаций;

– карты или планы развития опасных геологических процессов;

– ведомость выявленных месторождений строительных материалов с их качественной и количественной (запасы) оценкой;

– в сейсмически опасных районах (где картами ОСР-97 прогнозируются землетрясения силой 7 баллов и более) – карты или планы сейсмического микрорайонирования;

– прогноз возможных изменений свойств грунтового массива в техногенных условиях эксплуатации месторождения и рекомендации по «лечению» (стабилизации, ограничению или локализации) опасных геологических процессов.

7.5. Инженерно-гидрологические изыскания

Целью гидрологических работ является выяснение режима водоёмов и водотоков, способных оказать влияние на строительство и эксплуатацию горного предприятия.

Основными гидрографическими параметрами являются:

- динамика уровня воды в водоёмах и водотоках;
- сроки ледохода, шугохода, ледостава и прохода паводков;
- уровни затопления долины при паводках и ледовых заторах;
- скорость подмыва разных участков берегов;
- навал льдин на береговые участки и инженерные сооружения при ледоходе;
- сроки (от – до) и причины (пересыхание, промерзание) прекращения руслового стока.

Основными методами достижения этих целей являются:

- рекогносцировочное обследование бассейна данного водотока или водоема, морфометрические работы и определение гидрографических характеристик;
- обобщение картографических данных и данных многолетних режимных наблюдений на ближайших гидрологических постах Гидрометеослужбы;
- выбор рек-аналогов и перенос полученных данных на изучаемый водоток;
- расчетные аналитические методы;
- в редких случаях и только на крупных месторождениях – организация, устройство и обслуживание временных гидрологических постов наблюдений.

7.6. Инженерные изыскания для технико-экономического обоснования проекта горного предприятия

Техноэкономическое обоснование горного предприятия выполняется после утверждения запасов полезного ископаемого.

Исходными данными на этой стадии являются государственные топографические карты, гидрометеорологические данные Гидрометцентра, результаты детальной разведки месторождения и сложившаяся на момент проектирования конъюнктура цен. Необходимости выполнения инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий обычно не возникает.

В результате разработки ТЭО:

- разрабатываются схемы отработки карьера, первичной переработки добытой горной массы, транспортировки концентрата и конечного передела полезного ископаемого;
- рассчитывается стоимость конечного продукта, определяется рентабельность и сроки окупаемости предприятия, а также плановая численность основных производственных, административного и обслуживающего персонала и членов их семей;
- устанавливается расположение основных объектов предприятия – собственно карьера, площадок внешних отвалов, водозаборных сооружений, хвостохранилищ, производственных цехов (энергетического, механического, первичной переработки и обогащения и пр.), жилого посёлка, внешних и внутренних коммуникаций и т. п.;
- намечаются мероприятия по охране окружающей среды при нормальной эксплуатации и аварийных ситуациях и по рекультивации земель после ликвидации предприятия.

7.7. Инженерные изыскания для обоснования проекта горного предприятия

На участках возможного размещения самого карьера, промышленной и селитебной застройки и внешних коммуникаций на территории проектируемого горного предприятия выполняются:

- топографическая съёмка участков размещения основных цехов предприятия и жилой застройки, трассирование подъездных и транспортных путей, внешних коммуникаций и линейные съёмки вдоль этих объектов в масштабах 1 : 5 000 или 1 : 2 000;

- предварительная инженерно-геологическая разведка территории в границах предполагаемого участка размещения проектируемого горного предприятия.

Предварительная инженерно-геологическая разведка включает:

- инженерно-геологическое картирование территории (если оно не было выполнено ранее при разведке месторождения);

- проходка горных выработок (шурфов, скважин, зачисток) опробование и лабораторные исследования основных физических свойств грунтов и подземных вод;

- поиски месторождений грунтовых строительных материалов и оценка их качества и запасов;

- выявление опасных природных и инженерно-геологических процессов, оценка интенсивности и предварительный ориентировочный прогноз возможного их развития при горно-строительном освоении территории месторождения.

Предварительная инженерно-геологическая разведка должна выполняться в соответствии с положениями табл. 29.

**Основные требования
к методике предварительной инженерно-геологической разведки**

Исследуемые площадки	Глубина выработок, м	Расстояние между выработками, м	Факторы, влияющие на выбор глубин и расстояний
Промышленная зона и селитебные территории	8–15	80–150	Степень изменчивости геологических условий
Ложа водохранилищ и хвостохранилищ	5–10	150–250	То же
Плотины и дамбы	5–20	50–100	То же и глубина залегания водоупора
Трассы инженерных коммуникаций	3–10	150–250	Глубина выемок и высота насыпей
Участки проявления опасных геологических процессов	3–15	20–100	Вид и масштаб процесса, инженерно-геологическое строение площадок
Месторождения грунтовых строительных материалов	5–15	100–200	Геологическое строение участка, глубина грунтовых вод, вид и потребные запасы стройматериала
Площади складирования внешних отвалов	3–5	50–150	Крутизна рельефа, геологическое строение площадок, свойства приповерхностных грунтов

Примечание. Заглубление выработок в скальные грунты разрешается ограничить величиной 0,5-1 м.

Через каждые 2 м глубины, а также из каждого слоя или линзы меньшей мощности отбираются образцы грунта нарушенной структуры. Каждый инженерно-геологический элемент (слой или линза, различающиеся

по свойствам грунтов) должен быть охарактеризован не менее чем шестью определениями каждой классификационной характеристики.

Инженерно-метеорологические и гидрологические изыскания проводятся только в том случае, если они не выполнены при разработке ТЭО.

7.8. Инженерные изыскания для обоснования рабочей документации горного предприятия

На площадках возможного размещения каждого здания, сооружения (включая земляные) и коммуникации выполняются:

- топографическая съёмка в масштабах 1 : 1 000 или 1 : 500;
- окончательная инженерно-геологическая разведка.

Окончательная инженерно-геологическая разведка включает:

- инженерно-геологическое картирование территории (если оно не было выполнено ранее);
- проходка шурфов и скважин, опробование, полевые и лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов, подземных и поверхностных вод;
- статистическая обработка результатов полевых и лабораторных исследований и определение нормативных и расчётных значений физико-механических свойств грунтов;
- поиски месторождений грунтовых строительных материалов и оценка их качества и запасов;
- выявление опасных геологических процессов, оценка их интенсивности и ориентировочный прогноз развития при горно-строительном освоении территории.

Окончательная инженерно-геологическая разведка должна выполняться в соответствии с положениями табл. 30.

Таблица 30

**Основные требования
к методике окончательной инженерно-геологической разведки**

Исследуемые площадки	Глубина выработок, м	Расстояние между выработками, м	Факторы, влияющие на выбор глубин и расстояний
Промышленные и гражданские здания	10–20	20–50	Тип фундамента
Ложа водохранилищ и хвостохранилищ	5–10	50–80	Степень изменчивости грунтов в плане
Плотины и дамбы	10–20	20–80	То же и глубина залегания водоупора
Трассы инженерных коммуникаций	3–10	150–250	Глубина выемок и высота насыпей
Участки проявления опасных геологических процессов	3–15	20–100	Вид и масштаб процесса, инженерно-геологическое строение площадок
Месторождения грунтовых строительных материалов	5–15	100–200	Геологическое строение участка, глубина грунтовых вод, вид и потребные запасы стройматериала
Площади складирования внешних отвалов	3–5	50–150	Крутизна рельефа, геологическое строение площадок, свойства приповерхностных грунтов

Глава 8. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

8.1. Общие сведения о прогнозировании

В естественных науках под прогнозированием понимается научно обоснованное предсказание вероятных тенденций и перспектив развития каких-либо процессов и явлений на основе имеющихся данных. Задачи прогнозирования – дать ответ на вопросы: «что, где, когда, как и почему?». Вопрос «зачем?» перед природой не ставится.

В геологии прогнозируются в основном возникновение и динамика развития опасных физико- и инженерно-геологических процессов и явлений – от землетрясений и цунами до осовов и оплывин.

Ограниченность научных знаний и неизбежный недостаток необходимой информации приводят к возникновению ошибок прогнозов – расхождения между предсказаниями и фактами.

Различаются 3 рода одинаково опасных ошибок:

- пропуск цели – произошло событие, не предсказанное прогнозом;
- ложная тревога – событие предсказано, но не произошло;
- искажение характера цели – предсказанное событие произошло, но его интенсивность и последствия существенно или значительно отличаются от прогнозных.

Накопление ошибок с течением времени объясняет ограничение срока прогнозирования 15-25 годами; прогнозы с большей дальностью являются гипотетическими или спекулятивными и, как правило, не сбываются.

По этой причине горно-геологическое прогнозирование выполняется непрерывно – от поисков месторождения до ликвидации горного предприятия.

8.2. Типы, цели и задачи геологического прогнозирования

Существуют *два уровня прогнозирования* условий разработки месторождений – региональный и локальный.

Прогнозы первого уровня проводятся для региона или группы месторождений с целью установить общий характер распределения геологических факторов. Выполняется геологическое картирование в масштабах от 1 : 100 000 до 1 : 25 000 (составление геологических карт более мелких масштабов для территории всей страны уже завершено). Выявляются районы с наиболее благоприятным и неблагоприятным сочетанием факторов и проводится обоснование мест и направления геолого-поисковых работ.

Прогнозы второго уровня проводятся для отдельного месторождения или его частей, они базируются на результатах регионального прогноза, расширяя, дополняя, углубляя и детализируя их.

По результатам поисков месторождения планируются и выполняются разведочные работы. На этой стадии выявляются участки с различными условиями вскрытия и эксплуатации месторождения, делаются прогнозы о развитии опасных процессов и решается вопрос о необходимости и целесообразности проведения дополнительных инженерно-геологических и гидрогеологических исследований. На основании материалов геологических и инженерных изысканий проектируется горное предприятие.

Конечная цель прогнозирования – получение информации, позволяющей принять такие решения о способах, методах и технике разработки месторождения, которые обеспечили бы максимальный экономический эффект, минимальный травматизм и наименьший экологический ущерб. Таким образом, геологический прогноз должен быть тесно увязан с горными работами.

В *задачи прогнозирования* входит оценка:

- физико-географических (рельеф, климат и т. п.) и геологических (свойства пород, обводнённость, опасные процессы и т. п.);
- условий эксплуатации горного предприятия;
- изменения этих условий в процессе освоения месторождения;
- экологического состояния территории и окрестностей будущего предприятия;
- необходимости проведения защитных мероприятий.

8.3. Методы инженерно-геологического прогнозирования

К основным методам прогнозирования опасных геологических процессов относятся метод аналогий, метод оценки действующих факторов, аналитический метод, физическое и математическое моделирование.

Метод аналогий заключается в использовании сведений о близком детально изученном и/или эксплуатируемом месторождении (аналоге) для прогнозирования условий нового месторождения. Если геологические, инженерно-геологические, гидрогеологические и горнотехнические условия аналога и нового месторождения сходны, делается вывод – «что творилось у них, то и у нас будет, что им помогло, то и нам на пользу». Наиболее достоверные результаты метод аналогий даёт в том случае, когда прогнозируются условия разработки месторождения, часть которого уже эксплуатируется.

Метод оценки действующих факторов заключается в выявлении и оценке характера и степени влияния различных природных и технологических факторов на развитие геологических процессов. Например, система падающих в сторону будущего карьера трещин сигнализирует о возможности обвалов и даёт основания для оценки безопасной крутизны откосов. Если природный склон поражён осыпями или мелкими оползнями и оплы-

винами – это означает, что при взрывном способе отработки эти процессы неминуемо обострятся и т. д.

Аналитический метод заключается в применении основных положений механики сплошной среды для скальных и механики грунтов для не-скальных грунтов для оценки коэффициентов безопасности проектируемых откосов и назначения типов и размеров фундаментов инженерных сооружений.

Развитием аналитического метода является *математическое моделирование*, позволяющее определить напряжения и перемещения в каждой точке грунтового массива. Для реализации метода обычно применяется метод конечных элементов. Точность решения задач методом математического моделирования определяется в основном правильностью задания границ и характеристик грунтового массива и так называемых граничных условий, то есть параметров, задаваемых на границах расчётного объёма.

Физическое моделирование состоит в построении в уменьшенном масштабе моделей будущего карьера из эквивалентных материалов и наблюдениях за устойчивостью или деформациями этих моделей.

Необходимые соотношения между свойствами пород и эквивалентных материалов диктуются теорией подобия (например, реальные грунты в модели чаще всего заменяются сплавами битума с парафином или желатина с канифолью). К сожалению, критерии подобия не гарантируют адекватность поведения модели и природы.

Моделирование движения подземных вод осуществляется с помощью электрогидродинамических моделей. Этот метод основан на том, что законы Ома и Дарси с математической стороны одинаковы. Напор воды (гидравлический градиент) имитируется регулируемым электрическим напряжением на участках цепи, собранной из резисторов, тогда измеряемое значение силы тока характеризует скорость потока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебном пособии в краткой конспективной форме изложен тот теоретический материал, с которым должен быть ознакомлен студент специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Открытые горные работы» при изучении дисциплин «Геология», «Разработка угольных и рудных месторождений» и прохождении учебной геологической практики.

Вопросы глобального значения – например, строение и возраст Земли, геохронология и т. п., знакомство с которыми необходимо для изучения геологических дисциплин, хорошо освещены во всех учебниках по общей и инженерной геологии и в данном пособии не рассматриваются. Ограниченный список такой учебной литературы приведен в библиографическом списке. Ссылки на нормативные документы в необходимых случаях в данном учебном пособии приведены в тексте пособия.

Преподаваемые в университете геологические, горные и технические дисциплины содержат много специфических терминов – слов или словосочетаний. Для правильного усвоения изучаемых дисциплин необходимо знать точное толкование таких терминов. Изданные терминологические словари («Геологический словарь», «Горная энциклопедия», «Словарь по гидрологии и инженерной геологии» и т. п.) малопригодны для использования студентами, вследствие огромного объема материала и высоконаучного уровня изложения. В данном учебном пособии приведен краткий и доступно изложенный словарь геологических и горных терминов, а также терминов из смежных естественных и технических наук, которые необходимо знать горному инженеру.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ананьев, В. П. Инженерная геология / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – М. : Высшая школа, 2000. – 511 с.

2. Передельский, Л. В. Инженерная геология / Л. В. Передельский, О. Е. Приходченко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. – 461 с.

3. Определение породообразующих минералов : методические указания к выполнению и оформлению лабораторной работы для студентов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / сост. А. П. Пичкунов, Н. И. Горшков, С. Б. Рубинчик. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. – 32 с.

4. Определение магматических горных пород : методические указания к выполнению и оформлению лабораторной работы для студентов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / сост. А. П. Пичкунов, Н. И. Горшков, С. Б. Рубинчик. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. – 32 с.

5. Определение осадочных сцементированных горных пород : методические указания к выполнению и оформлению лабораторной работы для студентов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / сост. А. П. Пичкунов, Н. И. Горшков, С. Б. Рубинчик. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. – 32 с.

6. Определение метаморфических горных пород : методические указания к выполнению и оформлению лабораторной работы для студентов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / сост. А. П. Пичкунов, Н. И. Горшков, С. Б. Рубинчик. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. – 28 с.

7. Исследование состава и состояния песчаных грунтов. Классификация : методические указания к выполнению и оформлению лабораторной работы для студентов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефте-

газовое дело», 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / сост. А. П. Пичкунов, Н. И. Горшков, И. П. Кокорина. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. – 28 с.

8. Исследование состава и состояния глинистых грунтов. Классификация : методические указания к выполнению и оформлению лабораторной работы для студентов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 21.03.01 «Нефтегазовое дело», 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / сост. А. П. Пичкунов, Н. И. Горшков, И. П. Кокорина. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. – 28 с.

9. Горно-геологические расчёты : методические указания к выполнению и оформлению практических работ по дисциплине «Геология» для студентов спец. «Открытые горные работы» / сост. А. П. Пичкунов, В. В. Казанцев, С. Б. Рубинчик. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. – 28 с.

10. Специальные геологические задачи : методические указания по выполнению и оформлению практических работ для студентов строительных и дорожных специальностей дневной формы обучения / сост. А. П. Пичкунов, В. В. Казанцев, С. Б. Рубинчик. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. – 24 с.

11. Краткий геологический словарь : / сост. А. П. Пичкунов, В. В. Казанцев, С. Б. Рубинчик. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2008. – 32 с.

12. Комплексные изыскания в строительстве : учебное пособие / В. В. Казанцев [и др.]. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2010. – 103 с.

13. Комплексные изыскания для строительства : методические указания к выполнению и оформлению практических работ для студентов направлений подготовки 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения / сост. А. П. Пичкунов, Н. И. Горшков, С. Б. Рубинчик. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. – 32 с.

СЛОВАРЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНЫХ ТЕРМИНОВ

Материал словаря расположен в алфавитном порядке, название каждого термина выделено полужирным шрифтом. В тексте статей название определяемого понятия дано в виде первых букв слов, входящих в этот термин. В статьях сделаны отсылки на те термины, для которых даны отдельные определения, сами отсылочные термины выделены курсивом, отсылка «см.» при этом не ставится.

В составных терминах с общепринятым порядком слов, например, «буровая скважина», «метеорологическая станция» и т. п., на первом месте поставлено прилагательное, в остальных случаях составные термины обычно начинаются с имени существительного.

Список основных сокращений, принятых в словаре:

ант. – антоним (термин с противоположным значением)

в т. ч. – в том числе

геол. – геология, геологический

г. п. – горная порода

г. – год, гг. – годы

д. е. – доля единицы

и др. – и другие

инж.-геол. – инженерно-геологический

и т. д. – и так далее, и т. п. – и тому подобное

м-ние – месторождение

напр. – например

п. – пункт, пп. – пункты

п. в. – подземные воды

п. и. – полезное ископаемое

гл. – глава.

син. – синоним (термин, имеющий то же значение)

См. или см. (смотри) – отсылка на отдельное определение термина
стр-во – строительство

Приведенные для имен существительных и прилагательных сокращения одинаковы для всех родов, чисел и падежей, в которых они встречаются в тексте (исключение: г. – год, гг. – годы, п. – пункт, пп. – пункты).

А

Абразивные материалы, абразивы – твёрдые г. п., минералы и искусственные материалы, применяемые для изготовления резцов, отрезных, заточных и шлифовальных кругов, буровых коронок и пр. инструментов, необходимых для механической обработки изделий. Основные природные абразивы – алмаз, корунд, наждак, гранаты, кварцевые песчаники на прочном цементе и др.

Абразия – разрушение берегов морей и крупных озёр прибоем, волнами и течениями.

Абрис – в геодезии, геологии и военном деле – схематически нарисованная глазомерная схема местности с нанесёнными на ней ориентирами, иногда с указанием *азимутов* и расстояний. А. служит справочно-вспомогательным материалом при последующем составлении планов и карт. Син. – Кроки.

Агрессивность вод – разрушающее воздействие вод на строительные конструкции, изделия и материалы (бетоны, металлы, пластмассы). Характер и интенсивность воздействия зависят от разрушаемого материала, химического состава воды и *коэффициента фильтрации* водоносного грунта. Определение степени агрессивности воды и способы защиты от неё регламентированы главой Строительных норм и правил «Защита строительных конструкций от коррозии». Син. Коррозийность.

Азимуты падения и простираания – см. *Элементы залегания*.

Аккумуляция – накопление осадков на верхней поверхности Земли, в т. ч. на суше, на дне водных объектов, на поверхности ледников и т. д.

Аллювий – отложения, формирующиеся постоянными водными потоками в речных долинах. Основные виды А.:

1) русловой (сверху вниз по течению) – валунники, галечники, гравийники и пески;

2) пойменный – суглинки, глины и мелкие пески;

3) старичный – глины, суглинки, супеси и *сапрпель*.

Анализ зерновой (или гранулометрический) – определение механического состава рыхлой или искусственно раздробленной г. п. путём её разделения на *фракции* различного размера с расчётом процентного содержания каждой фракции. Выполняется путём просеивания на *грохотах* и ситах, отмучивания и осаждения в воде. Производится для:

1) определения наименования грунта;

2) выбора методов подготовки г. п. для дальнейшего использования;

3) расчета скважинных и обратных фильтров;

4) определения глубины размыва дна близ мостовых переходов и в др. целях.

Анализ пробирный – определение содержания металлов в рудах и сплавах путем их плавки с флюсами. Широко применяется при определении *пробы* благородных металлов.

Аномалия – в геол. и геофизике – искажение магнитного, гравитационного, радиационного и пр. полей подземными геол. телами.

Артезианские воды – см. *Напорные воды*.

Б

Базис эрозии – уровень водоёма или водотока, в который впадает водный поток.

Баланс запасов – сводка о состоянии *запасов* различных видов *полезных ископаемых* на начало каждого календарного года, составляемая для всей страны, для разных её регионов, отраслей промышленности и отдельных горных предприятий. См. п. 4.7.

Балл – безразмерная единица степени или *интенсивности* (силы) какого-либо явления (землетрясения, ветра, волнения моря и т. п.). В современных *макросейсмических шкалах* изменяется от 1 (самое слабое землетрясение) до 12 (чрезвычайно опасное, катастрофическое). См. п. 5.1, *Макросейсмические шкалы, Шкала Рихтера*.

Балльность площадки (района, территории и т. п.) – показатель *интенсивности* и повторяемости землетрясений в рассматриваемом регионе; определяется по картам ОСР-97. Син. – Сейсмичность.

Банкет защитный – в горном деле и строительстве – невысокое протяжённое земляное сооружение (вал), устраиваемый с нагорной стороны вдоль верхнего края карьера, котлована или дорожной выемки для их защиты от стекающей по склону воды. См. *Контрбанкет, Канава нагорная*.

Батолит – огромное (сотни тысяч км³) секущее интрузивное тело с круто уходящими вглубь *контактами*.

Берма – уступ, узкая горизонтальная площадка на земляном откосе, предназначенная для повышения устойчивости и улучшения условий эксплуатации откоса и расположенных за ним инженерных объектов.

Блуждающие токи – электрические токи природного или техногенного происхождения, циркулирующие в земле и нередко вызывающие *коррозию* и разрушение подземных металлических сооружений.

Болото – избыточно увлажнённый в течение большей части года участок земли со специфической болотной растительностью, характеризующийся накоплением неразложившегося органического вещества, со временем превращающегося в *торф* и *сапронель*.

Бремсберг:

1) Устройство для спуска грузов по наклонной плоскости или жёлобу.

Син. – Рудоспуск.

2) Наклонная подземная выработка.

Бровка – линия верхнего края обрыва, крутого склона, искусственного откоса, траншеи и т. п. Ант. Подошва (линия вдоль нижнего края).

Бункер – в горном деле и строительстве – ёмкость для временного хранения сыпучих и кусковых материалов. В верхней части Б. устраивается питатель, обеспечивающий его загрузку, а нижняя часть делается сужающейся и оборудуется затвором для обеспечения разгрузки. Б. может быть стационарным или передвижным.

Бурение – проходка горной выработки цилиндрической формы (*буровой скважины, шпура, дудки*).

Бурение бескерновое – проходка скважин без отбора *керна*, при которой г. п. разрушаются по всему *забою* скважины. Применяется:

1) для пересечения безрудных г. п. (*вскрыша*, пустые прослой и т. п.), если их разрез хорошо известен или может быть достоверно установлен при последующих геофизических исследованиях (*см. Геофизика скважинная*);

2) при бурении вспомогательных скважин технического назначения (взрывные работы, опускание свай, вентиляция горных выработок и т. п.).

Бурение вращательное – способ проходки скважин, при котором разрушение г. п. на забое производится вращающимся инструментом. Раздробленные частицы г. п. (*шлам*) выносятся на поверхность непрерывно циркулирующим потоком глинистого раствора (промывка скважины) или воздуха (продувка).

Бурение вращательное колонковое – способ проходки скважин, при котором г. п. разрушаются не по всей площади забоя, а по кольцу

его кругового периметра с помощью твердосплавных, дробовых или алмазных буровых коронок. В результате из горного массива выбуривается столбик г. п. (*керна*), позволяющий описать геол. разрез по скважине и исследовать свойства пород. Применяется, в основном, при геол. разведке твёрдых п. и.

Бурение разведочное – бурение скважин с целью разведки м-ний п. и. Ведётся ударно-канатным или колонковым способами, диаметр скважин чаще всего составляет 53–173 мм.

Бурение ударное – способ проходки скважин, при котором разрушение г. п. осуществляется ударами породоразрушающего инструмента по *забою*. Может осуществляться как с отбором *керны*, так и без него.

Бурение ударно-вращательное – способ проходки скважин путём комбинированного воздействия ударов и вращения породоразрушающего инструмента. Производится бескерновым способом и применяется обычно при разработке скальных м-ний для проходки неглубоких скважин малого диаметра (*шпуров*), предназначенных для последующего заряжания взрывчатым веществом.

Бурение шнековое – вид вращательного бурения, при котором разбуриваемая горная масса поднимается от забоя на поверхность с помощью винтового транспортёра (*шнека*).

Буровая коронка – инструмент, используемый при *вращательном колонковом бурении* для разрушения г. п. на *забое* скважин.

Буровая скважина – цилиндрическая горная выработка относительно малого диаметра (в геологоразведке обычно до 150 мм) и большой глубины (от первых метров до нескольких километров).

Бурт – в строительстве и горном деле – протяжённый вал из отработанного грунта, предназначенный для временного его хранения или улучшения свойств (оттаивание, просушка и т. п.).

Буссоль – прибор для определения направления меридиана в данной точке, для измерения азимутов и горизонтальных (а часто – и вертикальных) углов на местности. Имеется несколько видов Б., наиболее простые и компактные из них обычно называют компасами.

Бутара – сибирско-дальневосточное название примитивной деревянной установки для извлечения тяжёлых металлов из россыпей путем промывки. По устройству близка к *вашгерду*.

Бутовый камень – крупные (15–50 см в поперечнике) угловатые обломки г. п., применяемые для сооружения плотин, *фундаментов*, насыпей, устройства *контрбанкетов и обратных фильтров*. Син. – Бут.

Бюкс (неправильно – бюкса) – металлический или пластмассовый стаканчик ёмкостью 50–100 см³ с плотно прилегающей крышкой, предназначенный для перевозки и хранения образцов грунта и обеспечивающий сохранение их естественной влажности в течение длительного времени.

В

Валуны – окатанные (округлые) обломки минералов или г. п. со средним диаметром более 200 мм.

Валунный грунт (валунник) – рыхлая осадочная г. п., состоящая, в основном, из валунов – окатанных (округлых) обломков с размером более 200 мм, промежутки между которыми свободны (чистый или промытый валунник) или заполнены более мелким (галечным, гравийным, песчаным или глинистым) материалом. Используется для получения строительного щебня, может вмещать россыпи драг. металлов.

Вашгерд – устройство для промывки россыпей с целью извлечения тяжёлых металлов (золото, платина). Состоит из приёмного бункера с *грохотом* и наклонного лотка (шлюза). Шлюз перегораживается рядом планок, между которыми помещается подстилка из войлока или овчины или плетёнка из прутьев и травы. Грунт россыпи загружается в *бункер*, туда же

подаётся вода. Лёгкие части (*хвосты и эфе'ля*) смываются, тяжёлые минералы (*шлех*) скапливаются у планок на подстилке. Обломки, прошедшие через грохот, сбрасываются со шлюза вручную. Полнота отмывки лёгких фракций и извлечения металла зависит от наклона шлюза и количества подаваемой воды.

Верховодка – временное или сезонное скопление п. в. на глубине до 3–5 м, имеющее ограниченное распространение по площади. Накапливается после дождей, снеготаяния и/или наводнений и испаряется или перетекает в более глубокие водоносные горизонты к концу зимы (март–апрель) или в засушливое время года. Чаще всего именно верховодка создает затруднения при строительстве и эксплуатации – затапливает котлованы, горные выработки и подвалы.

Вечная мерзлота – подземная зона г. п., сохраняющих отрицательную температуру от 3–5 лет до многих тысячелетий подряд. Распространение в. м. по площади может быть сплошным, прерывистым или островным. В разрезе она может быть сливающейся и несливающейся со слоем сезонного оттаивания. Мощность в. м. изменяется от первых метров у южной её границы до 1–1,5 км в районе полюса холода (Верхоянск–Оймякон). Среднемноголетняя температура в. м. на глубине сезонных влияний (8–12 м) составляет, чаще всего от $-0,5^{\circ}$ до -3°C , т. е. она может деградировать (оттаивать) при малых тепловых воздействиях. Излишний син. – Многолетняя мерзлота.

Взаимодействие выработок – влияние откачки подземной воды из одной выработки на её уровень или производительность в соседних выработках. Происходит в случаях, когда расстояние между соседними выработками меньше двух *радиусов влияния*. В. в. нежелательно при их использовании в целях водоснабжения и предпочтительно при организации *водопонижения*.

Висячий бок – верхняя поверхность наклонного слоя, жилы или др. геол. тела. Ант. Лежачий бок.

Влажность весовая – количество воды, содержащейся в образце, относительно массы абсолютно сухого образца, выраженное в долях единицы или в процентах. Определяется методами высушивания или вакуумирования. Рассчитывается по формуле

$$W = (g_1 - g_2)/g_2,$$

где g_1 и g_2 – массы образца до и после высушивания соответственно.

Вмещающие породы – г. п., окружающие *залежь* п. и. или магматическое тело. При открытой разработке п. и. вмещающие породы, залегающие над разрабатываемым телом, называют *вскрышей*.

Вода грунтовая – см. *Грунтовые воды*.

Вода напорная – см. *Межпластовые воды*.

Водозабор – комплекс сооружений, предназначенных для захвата поверхностных или подземных вод, их подготовки (очистка, обеззараживание и т. п.) и отвода в водопроводные, оросительные, дренажные и т. п. системы. Не путать с *водоотбором* и *водоотливом*.

Водоносный слой – *слой* или комплекс залегающих рядом слоёв г. п., пустоты которых полностью заполнены подземными водами. Син. – В. пласт, В. горизонт.

Водоотбор – процесс отбора части поверхностных или подземных вод для использования в производственных и/или хозяйственных целях. Не путать с *водозабором*, *водоотводом* и *водоотливом*.

Водоотвод – отвод поверхностных или подземных вод от защищаемого здания или сооружения. Отвод поверхностных вод осуществляется, в основном, правильной вертикальной планировкой территории и канавами, подземных вод – методом *дренажа*. Не путать с *водозабором*, *водоотбором* и *водоотливом*.

Водоотлив – удаление воды из горных выработок.

Водопонижение – искусственное понижение уровня или напора подземных вод путём их перехвата дренажными устройствами или откачкой из скважин. Применяется в горном деле и при строительстве и эксплуатации зданий, промышленных и дорожных сооружений.

Водоупор – водонепроницаемые г. п. (чаще всего глинистые или мёрзлые грунты), ограничивающие водоносный слой или массив снизу, а нередко и сверху. Син. – Водоупорный слой, водоупорный грунт.

Воды артезианские:

1) *Напорные п. в.*, изливающиеся или фонтанирующие из горных выработок на поверхность земли;

2) Син. термина «воды напорные».

Воды грунтовые – п. в. первого от поверхности постоянно существующего на значительных площадях водоносного горизонта, не перекрытого сплошным *водоупором*; безнапорные или обладают слабым местным напором.

Воды межпластовые – водоносные горизонты, заключённые между двумя *водоупорами*. Чаще всего обладают *напором*.

Воды подземные – воды, заполняющие поры (поровые В.) или трещины (трещинные В.) в г. п.; по форме водоносного тела различают воды пластовые, жильные и массивов.

Возраст геологический – время, прошедшее с момента какого-то события в истории Земли до настоящего времени; различаются В. абсолютный (столько-то лет) и относительный (моложе – древнее).

Воронка депрессии – объём, ограниченный снизу поверхностью вращения *депресссионной кривой* вокруг вертикальной оси, а сверху – зеркалом грунтовых вод (или пьезометрическим уровнем напорных). Часть водоносного горизонта в пределах в. д. полностью осушена.

Ворот – простейшее грузоподъемное приспособление – вращаемый рукояткой вал, на который наматывается трос или цепь с бадьей на нижнем конце. Применяется для подъема на поверхность грунта, разрабатываемого при проходке *шурфов* и *разведочных шахт* глубиной более 3–5 м и для подъема воды из бытовых колодцев.

Восстание пласта или жилы (горный термин) – направление, обратное *падению*, т. е. в сторону подъема пласта. См. *Элементы залегания*.

Вскрыша – толща г. п., перекрывающая залежь п. и. и подлежащая удалению при открытой её разработке. Иногда к В. относят и прослой пустых пород внутри тела п. и.

Вскрышные работы – удаление *вскрыши* при открытой разработке п. и. Главные цели В. р. – обеспечение доступа к разрабатываемому телу, создание транспортных связей между добычными забоями и пунктом приёма добытого ископаемого на поверхности, обеспечение безопасных условий труда. Включают подготовительные и выемочные работы, вывоз грунта и образование *отвалов*. В. р. производят в начале строительства карьеров для создания первоначального фронта добычных работ, а в период эксплуатации – для сохранения и развития этого фронта.

Вывал – отрыв и падение отдельных глыб и блоков г. п. с крутых и отвесных склонов; небольшой (до десятков кубометров) *обвал*.

Выветривание – совокупность процессов, протекающих в г. п. на глубинах до 20–40 м от поверхности земли (в ископаемых углях – до 100 м) в результате внешних воздействий. Заключается в преобразовании строения, состава и состояния первичной породы. В. приводит к снижению плотности и прочности и увеличению сжимаемости г. п. и к формированию *кор выветривания* и *элювия*. См. пп. 1.5 и 6.1.

Выемка – отрицательная форма рельефа, образованная в результате хозяйственной деятельности человека. Частными случаями В. являются котлованы, карьеры, траншеи и т. п.

Выклинивание – постепенное относительно быстрое уменьшение *мощности* геол. тела – *слоя, жилы, залежи* и т. п. – по его *простиранию* вплоть до полного исчезновения.

Выпучивание – постепенное выдавливание вверх, вплоть до поверхности, фундаментов, подземных сооружений и обломков г. п. из приповерхностного слоя, происходящее в результате морозного *пучения* при промерзании – оттаивании грунтов. Основная причина аварий и недопустимых деформаций инженерных объектов в районах с суровым климатом.

Выработки (горные или строительные) – углубления или полости в земной коре, образованные при проведении горных, геологических или строительных работ. Различают В.:

- 1) открытые, проходка которых начинается с поверхности земли (шахты, тоннели, котлованы, траншеи и пр.);
- 2) закрытые или подземные – устраиваемые в шахтах под землей.

Выторфовка – полное или частичное удаление торфа при строительстве на болотах, с целью снижения осадки строящегося объекта.

Выщелачивание:

- 1) естественное избирательное растворение и вынос подземными водами отдельных компонентов из г. п. или бетона;
- 2) искусственное извлечение полезных ископаемых из недр с помощью специально подобранных реагентов или воды.

Г

Галечниковый грунт (галечник) – рыхлая осадочная г. п., состоящая, в основном, из гальки – окатанных (округлых) обломков со средним

размером 10–200 мм, промежутки между которыми свободны (чистый или промытый Г. г.) или заполнены более мелким (гравийным, песчаным или глинистым) материалом. Г. г. используются как материал для насыпей, подсыпок и дорожных одежд и в качестве крупнообломочного наполнителя бетонов. Возможность их использования определяется размером, прочностью и формой гальки. Может вмещать россыпи драг. металлов.

Галька – окатанные *обломки* минералов или г. п. со средним диаметром 10–200 мм.

...ген, ...генез, ... **генный** – составная часть сложных слов, обозначающая происходящий от чего-либо, связанный с происхождением или образующий что-либо.

Генезис – происхождение, возникновение или образование чего-либо, в т. ч. минералов, г. п., геол. процессов и явлений.

Геологическая документация – рукописные документы, описывающие результаты выполнения каких-либо наблюдений при геол. Работ. Главные из них – полевая книжка, коллекторский, буровой и шлиховой журналы, журнал отбора образцов и полевая (маршрутная) геол. карта.

Геологическая карта – топографическая карта или план, на которых цветом, штриховкой или крапом нанесены различные геол. образования. По форме границ на Г. к. можно судить об условиях залегания и соотношениях г. п., о поведении пластов на глубине, о геол. структурах, о том, какие п. и. можно найти в данном районе.

Основные разновидности Г. к.:

- 1) литологические, показывающие состав и соотношения г. п.;
- 2) гидрогеологические – распространение и особенности водоносных горизонтов;

3) инженерно-геологические – состав и состояние верхней части грунтового массива;

4) прогнозные карты по отдельным видам минерального сырья и др.

Геологическая съёмка – см. *Геологическое картирование*.

Геологические процессы – процессы, изменяющие рельеф поверхности Земли или состав и строение геол. массивов. В зависимости от *генезиса* действующих факторов, выделяются процессы физико-геологические (природные) и инженерно-геологические (вызванные производственно-хозяйственной деятельностью человека). Физико-геологические процессы, в свою очередь, делятся на эндогенные, вызванные внутренней энергией Земли, и экзогенные, обусловленные внешними факторами.

Геологический разрез – изображение геол. строения местности в вертикальной плоскости. Составляется по результатам геол. и инженерно-геол. съёмок, поисков или разведки. Горизонтальный масштаб разреза, как правило, совпадает с масштабом геол. карты, а вертикальный, для удобства построения и чтения разреза, укрупняется в 5–10 раз.

Геологическое картирование – составление геол. карты требуемого масштаба. Этапы:

1) подготовительный – изучение материалов предыдущих исследований;

2) полевой – выполнение необходимых исследований в экспедиционных условиях;

3) лабораторный;

4) камеральный – анализ и обобщение полевых материалов, составление отчётной документации.

Геологическое тело – чётко ограниченный объём г. п. или минералов, имеющих одинаковое происхождение и возраст. В зависимости от проис-

хождения Г. т. могут иметь разнообразные формы (массивы, покровы, пласты, жилы и пр.) и различные размеры (от нескольких метров до тысяч километров).

Геология – комплекс наук о происхождении, строении, составе и развитии Земли.

Геология приисковая – отрасль геологии, в задачу которой входят обоснование наиболее рационального способа освоения м-ний и обслуживание горных предприятий: эксплуатационная разведка (см. *Разведка ...*), помощь в рациональной добыче п. и., оперативный учет *запасов*.

Геологоразведочные работы – *поиски и разведка* м-ний п. и.

Геотермический градиент – скорость приращения температуры земной коры с глубиной. Величина Г. г. может изменяться от сотен °/м в только что излившихся лавовых потоках до 1–2 °/км в зоне вечной мерзлоты, в среднем для всей Земли Г. г. составляет + 3 °С/100 м.

Геофизика разведочная – наука, изучающая всю Землю и её части (вплоть до отдельных геол. тел) путём измерения компонентов природных или искусственно создаваемых физических полей. В зависимости от изучаемых полей выделяются методы Г. р. – электроразведка, сейсморазведка, магнитометрия, гравиметрия, радиометрия и т. д. Вследствие высокой эффективности, мобильности и дешевизны, геофизические методы широко применяются при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых и в др. разделах геологии.

Геофизика скважинная – геофизические исследования, проводящиеся в скважинах для:

- 1) расчленения и корреляции геол. разрезов;
- 2) выявления залежей п. и.;
- 3) определения технического состояния скважины и решения др. задач. Г. с. экономически эффективна и широко применяется, особенно при

исследовании скважин, проходимых бескерновым способом. Син. – Каротаж. См. *Бурение бескерновое*.

Гидравлический градиент – потеря напора подземного потока на единице длины пути, тангенс угла α наклона верхней поверхности (зеркала) подземных вод к горизонтальной плоскости. Син. – Напорный градиент, градиент напора, градиент потока.

Гидроизогипсы – см. *Изогипсы*.

Гипоцентр землетрясения – место в земных недрах, где в результате тектонических движений земной коры возникает *землетрясение*. Область сильных разрушений горных пород вокруг Г. з. именуется фокусом. См. *Эпицентр*.

Глазомерная съёмка – упрощённая топографическая или геол. съёмка, при которой горизонтальные и вертикальные углы измеряются *буссолью*, а расстояния – шагами.

Глинистый раствор – взвесь глины в воде, применяемая при вращательном бурении скважин в целях:

- 1) транспортирования на поверхность продуктов разрушения г. п. (*шлама*) с забоя скважины;
- 2) охлаждения бурового инструмента;
- 3) закрепления неустойчивых стенок скважины глинистой коркой для предотвращения аварий.

Глыбы:

- 1) Крупные (более 200 мм) угловатые обломки минералов или г. п.;
- 2) Участки земной коры, со всех сторон ограниченные разрывными нарушениями (*См. разд. 1.6 и Дислокации дизъюнктивные*).

Голова пласта – верхняя часть вертикального или крутопадающего пласта, выходящая на поверхность земли или под перекрывающие наносы. Об очень крутых пластах говорят, что они “поставлены на голову”.

Горизонт – в горном деле – совокупность горных выработок, механизмов, дорог и т. д., расположенных примерно на одном уровне и предназначенных для правильного ведения горных работ. При открытых горных работах обычны два Г. – вскрышной и добычной.

Горизонталы – линии, отражающие рельеф поверхности на географических картах и топографических планах. Г. являются следами сечения рельефа равноотстоящими горизонтальными плоскостями, разница высот этих плоскостей называется сечением рельефа горизонталями. Все точки каждой Г. имеют одинаковую высотную отметку, т. е. расположены на одной и той же высоте над уровнем Балтийского моря или какой-то произвольной, жёстко закреплённой точки (*репера*). Места сгущения Г. означают крутые склоны, на пологих участках Г. располагаются более редко.

Горное предприятие – совокупность добычных выработок (шахты, карьеры и т. п.), надземных цехов (передельный, обогатительный, энергетический, складской, административный и др.), инженерных коммуникаций (дороги, линии связи и электропередач, трубопроводы) и социальной инфраструктуры (ясли, школы, библиотеки, магазины и т. п.).

Горные выработки – см. *Выработки*.

Горные породы – более или менее устойчивые по составу и строению минеральные агрегаты, состоящие из зёрен нескольких компонентов (минералы, обломки, цемент, органические остатки и т. п.). Строительный син. – *Грунты*.

Горный компас – вмонтированная в прямоугольную пластинку *бус-соль* с оцифровкой лимба против часовой стрелки, снабжённая уровнем и внутренним отвесом со шкалой углов. Предназначен для измерения эле-

ментов залегания плоских геол. тел, измерения азимутов и углов наклона линий на местности.

Гравий – окатанные (округлые) *обломки* минералов или г. п. диаметром 2–10 мм.

Гравийный грунт (гравийник) – рыхлая осадочная г. п., состоящая, в основном, из *гравия* – окатанных обломков размером 2–10 мм, промежутки между которыми свободны (чистый или промытый Г. г.) или заполнены песчаным или глинистым материалом. Используется как материал для насыпей, подсыпок и дорожных одежд и в качестве наполнителя бетонов. Может вмещать россыпи драг. металлов.

Граница (в геологии и горном деле) – поверхность в подземном пространстве или линия на геол. картах и разрезах, разделяющая два смежных геол. тела. *См. – Контакт.*

Грохот – устройство для разделения сыпучих материалов на *фракции* по крупности, состоящее из колонны сит (решёт) с диаметрами отверстий 100, 50, 30, 20 и 10 мм и приспособления для её сотрясения. Используется для определения зернового состава крупнообломочных грунтов, для обработки проб п. и. и для фракционирования добываемой горной массы.

Грохочение – рассев пробы на крупногабаритных ситах (решётах) с диаметром отверстий 10 мм и более. Разделение остатка на более мелкие фракции (от 10 до 0,1 мм) осуществляется рассевом на ситах.

Грунт – в строительстве – название любой (скальной и нескальной, природной или искусственной) г. п., являющейся основанием, средой или материалом для возведения зданий и сооружений. Практически син. термина *горная порода*.

Грунтовые воды – подземные воды первого от поверхности водоносного горизонта, постоянно существующие на значительных площадях и не

перекрытые сплошным *водоупором*. Безнапорные или обладают местным напором.

Густота (или плотность) разведочной сети – расстояние между соседними разведочными *выработками* или их количество на единицу площади (обычно на 1 кв. км).

Густота трещин – количество трещин на единицу длины линии, перпендикулярной к ним.

Д

Дайка – пластинообразное вертикальное или крутопадающее жильное тело, выступающее выше поверхности земли в виде разрушенной стены. Чаще всего прямолинейны, но могут иметь и др. формы. Обычно мощность Д. – 2–10 м, протяженность – до сотен метров.

Движения тектонические – механические перемещения вещества в земной коре и верхней мантии, вызывающие изменения формы, положения и состояния геол. тел. Подразделяются на медленные и быстрые. Первые происходят со скоростями менее 0,2–0,5 м/год и приводят к горизонтальным и вертикальным перемещениям материков или их частей и к изменениям береговых линий морей и океанов, быстрые (сотни км/ч) приводят к образованию гор и *дислокаций* и сопровождаются землетрясениями.

Дебит – объём воды, нефти или газа, поступающий при откачке или самоизливе из естественного (родник) или искусственного (горная выработка) источника в единицу времени. Измеряется в кубометрах в сутки, кубометрах в час или литрах в секунду. Син.: производительность, расход.

Дебит удельный – *дебит*, приходящийся на единицу длины протяженных выработок или на 1 м понижения уровня воды при откачках. Традиционно измеряется в тех же единицах, что и дебит.

Дезинтеграция горных пород – распад породы на обломки различной величины и формы без изменения их состава и пространственного расположения. Происходит в процессах физического *выветривания*, горообразования и тектонических движений.

Делювиальный шлейф – пологонаклонённая или почти горизонтальная площадка у подножья склона, сложенная *делювием*.

Делювий – плохо окатанные и не отсортированные обломочные отложения с глинистым заполнителем, перенесённые к подножью склона дождевыми или талыми водами. Залегают в виде полуконусов, сужающихся вверх по склону (шлейфов). Зерновой состав Д. изменяется от щебня (реже – глыб) в верхней части шлейфов до дресвы, суглинков и глин у подножья склонов.

Денудация – совокупность процессов гравитационного (под действием силы тяжести с участием дождевых и талых вод) переноса продуктов выветривания вниз по склонам с последующим их накоплением во впадинах рельефа (подножья склонов, днища долин) или с дальнейшим их транспортированием водными потоками. В конечном итоге Д. приводит к обнажению более древних коренных пород на возвышенных участках и к постепенному выравниванию рельефа, вплоть до превращения горных стран в плоскогорья и равнины.

Депрессионная воронка – см. *Воронка депрессии*.

Депрессионная кривая – положение уровня подземных вод при откачке из выработок. См. *Воронка депрессии*.

Депрессия:

1) Впадина на суше, дно которой расположено ниже поверхности океана, напр., Прикаспийская низменность, впадина Мёртвого моря.

2) В геотектонике – область прогибания земной коры, заполненная мощной толщей осадочных г. п., напр., Средне-Амурская впадина.

Детальная разведка – см. *Разведка м-ний п. и.*

Деформация – в геологии – изменение формы, а иногда и объёма геол. тел или отдельных участков земной коры под действием тектонических сил (горообразование, прогибание коры, участки взаимодействия плит и т. п.). *Син.* – *Дислокация, Нарушение.*

Деятельный слой – устаревший син. термина «слой сезонного промерзания – оттаивания (в зоне вечной мерзлоты – оттаивания – промерзания)».

Диаграмма трещиноватости – см. *Роза-диаграмма трещиноватости.*

Дизъюнктив – см. *Дислокации дизъюнктивные.*

Динамический уровень – отметка или глубина уровня подземных вод, сложившегося в процессе откачки. Понижается при увеличении водоотбора и повышается при его уменьшении. При отсутствии водоотбора восстанавливается статический уровень.

Динамометаморфизм – см. *Метаморфизм.*

Дислокации – нарушения первичных форм залегания г. п. в результате движений земной коры. Различаются *Д. дизъюнктивные и пликативные.* *Син.* – *Нарушения, Деформации.*

Дислокации дизъюнктивные – разрывы геол. тел, вызванные тектоническими процессами и сопровождающиеся перемещением разорванных частей, иногда на десятки километров. Поверхность разрыва называется сместителем, породы по обе стороны от него – крыльями (ниже сместителя лежащее крыло, выше – висячее). *Син.* – *Дизъюнктивы, Разломы. См.: Взброс, Нарушения разрывные, Сброс, Сдвиг.*

Дислокации пликативные – изменения первичной формы залегания осадочных толщ (слои, линзы) без разрыва их сплошности, вызванные тек-

тоническими процессами (горообразование, прогибание коры, участки взаимодействия плит и т. п.). Син. – Складчатые дислокации, Складки.

Долина – вогнутое вытянутое, часто извилистое углубление в рельефе, на дне которого протекает постоянный (река, ручей), временный (суходол, овраг) водоток или расположен ледник. Линия, соединяющая самые низкие точки Д. называется *талwegом*, часть Д., систематически заливаемая во время паводков, – поймой, более высокие почти горизонтальные площадки на склонах – *террасами*.

Драга – плавучий механизированный агрегат, служащий для:

- 1) подводной разработки *россытей*, их обогащения и укладки пустых пород в отвалы;
- 2) дноуглубительных работ.

Дрена – подземный искусственный водоток (труба, скважина или полость, заполненная крупнообломочным материалом), применяемый для отвода подземных вод от инженерного сооружения и при мелиорации сельхозугодий.

Дренаж – метод осушения приповерхностных частей грунтового массива системой *дрен*.

Дресва – неокатанные (угловатые) *обломки* минералов или г. п. размером 2–10 мм.

Дробилка – машина для дробления крупных кусков г. п. По способу дробления различаются Д. ударные (в частности щековые), конусные, валковые и т. д.

Дробление – разрушение крупных кусков г. п. до размеров 5 мм и более (*см. Измельчение*). Основные способы дробления – раздавливание, раскалывание и удар. Используется при обработке проб, обогащении п. и. и подготовке строительного щебня, осуществляется с помощью *дробилок*, а при разведке м-ний – вручную.

Дудка – вертикальная открытая горная выработка круглого сечения диаметром 0,6–1,5 м. Проходка осуществляется буровым агрегатом (шурфобуром), а при глубине до 5–20 м – вручную.

Е

Ендовка – стандартный ящик объемом 20×30×50 см, применяемый при опробовании россыпей. Каждые 3 мг вещества, намытого из одной ендовки, соответствуют его содержанию в россыпи 1 г/м³.

Ж

Желонка – буровой инструмент (труба с клапаном внизу), предназначенный для проходки скважин ударно-канатным бурением в сыпучих грунтах, для очистки забоя скважин от *шлама* и для пробных *откачек* воды.

Жила – в геологии и горном деле – вертикальное или крутопадающее плоское пластинообразное геол. тело. Нередко содержат п. и. Мощность жил от 5–10 см до десятков метров, длина – от дециметров до сотен метров, Ж. мощностью менее 1 м называют прожилками. Вертикальные и крутопадающие Ж., выступающие над поверхностью земли в виде стен, называются *дайками*.

Журнал буровой – основной документ, в котором описан весь процесс проходки буровой скважины – даты проходки, способ бурения, тип и диаметр бурового наконечника, углубление скважины за каждую рабочую смену, состав и расход промывочной жидкости, название и мощность пересекаемых скважиной г. п. и п. и., сохранность (выход) *керна*, уровни подземных вод, интервалы опробования и виды проб, аварии и методы их ликвидации и пр. данные. Составляется на месте бурения геологом или буровым мастером; после завершения буровых работ и корректировки геологического описания по результатам лабораторных исследований, сдаётся на постоянное хранение в архив организации-исполнителя.

Журнал коллекторский – основной документ при проходке шурфов, дудок и пр. разведочных горных выработок, в котором записана геологи-

ческая документация выработки – даты проходки, название и мощность пересекаемых скважиной г. п. и п. и., уровни подземных вод, интервалы опробования и виды проб. Ж. к. составляется в поле геологом, после корректировки геологического описания по результатам лабораторных исследований проб, сдаётся на постоянное хранение в архив. Может совмещаться с буровым журналом.

Журнал обработки проб – документ, в котором регистрируются данные первичной обработки *проб*: место отбора, наименование г. п. или п. и., выполненная обработка (*дробление, измельчение, квартование*), начальный и конечный вес, метод консервации и т. д. Составляется геологом, хранится до утверждения отчета по геологоразведочным работам.

Журнал опробования – документ, в котором фиксируются данные по отбору и анализу проб: места и способ их отбора, наименование г. п. или п. и., даты отбора проб, их направления на анализ и получения результатов анализа. Составляется геологом, хранится в архиве организации постоянно. Нередко совмещается с буровым или коллекторским журналом.

3

Забалансовые запасы – см. *Запасы п. и.*

Забой – рабочее место при проходке горных выработок и разработке п. и. 1. При открытой разработке З. – участок *заходки*, непосредственно разрабатываемый горной машиной (экскаватором, бульдозером) или взрывами. 2. При горно-буровых работах – часть поверхности выработки, перемещающаяся в намеченном направлении. Ант. – *устье*.

Закон Дарси (закон ламинарной фильтрации) – линейная зависимость между скоростью фильтрации жидкости в пористой среде V и гидравлическим градиентом (напором) I :

$$V = KI,$$

где K – коэффициент фильтрации среды.

Закопушка – маленькая открытая горная выработка в виде ямки глубиной до 0,5–1 м, предназначенная для вскрытия неглубокозалегающих коренных пород. Широко используется при *геологической съёмке*, а также для отбора шлиховых и металлометрических *проб* при поисках и разведке м-ний п. и.

Залежь – скопление п. и. Если количество и качество п. и. обеспечивают целесообразность его разработки, З. называются промышленными. После детальной разведки, подсчета и утверждения запасов п. и. залежь становится *месторождением*.

Замок складки – место перегиба слоёв в складке, разделяющее её боковые части (крылья). В З. с. породы трещиноваты или раздроблены, т. е. на этих участках:

- 1) возможны обрушения бортов выработок;
- 2) вероятна обводнённость пород;
- 3) прочность г. п. меньше и их разработка легче. *См. Складки.*

Запасы полезного ископаемого – количество п. и. в недрах, относительно которого имеются более или менее достоверные сведения. Различают запасы руды, концентрата и полезного компонента (металла). *См. п. 4.7 и Категории запасов п. и., Учёт запасов п. и.*

Заторфованный грунт – песок и глинистый грунт, содержащий от 10 до 50 % торфа (по массе).

Землетрясения – колебания (сотрясения) поверхности Земли, вызванные естественными или искусственными причинами. Сила сотрясения поверхности при З. называется *интенсивностью* и оценивается в *баллах*. Перед сильными З. обычно происходят более слабые, как бы предупреждающие толчки (форшоки), а после них – ряд постепенно уменьшающихся (афтершоки). *См.: Гипоцентр, Эпицентр, Магнитуда.*

Земляное сооружение – инженерное сооружение, устраиваемое из грунта выше поверхности земли (насыпи), ниже этой поверхности (выемки, включая карьеры) или под ней (подземные горные выработки).

Зеркало грунтовых вод – верхняя поверхность безнапорных подземных вод.

Зерновой (или гранулометрический) состав – процентные доли различных по размеру *фракций* дисперсных веществ (в т. ч. рыхлых г. п. и дроблёных п. и.). Фракции с размером обломков более 10 мм разделяются *грохочением*, от 10 до 0,1 мм – *рассевом* на ситах, более мелкие – *испытаниями* в водной среде.

Зона аэрации – верхняя часть геологического разреза (от поверхности Земли до уровня подземных вод), в пределах которой поры и трещины г. п. заполнены частично водой, частично воздухом.

Зона выветривания – приповерхностная часть земной коры глубиной до 30–100 м, где протекают процессы *выветривания*. Сложена *элювиальными грунтами*. Син. – *Кора выветривания*.

Зумпф:

1) яма в земле, служащая для отстаивания *глинистого раствора* от *шлама* с целью дальнейшего его использования при промывке скважины (см. *Бурение вращательное*). Син. – *Отстойник*.

2) углубление (ёмкость) в дне котлована или карьера, используемое для сбора подземных вод с целью последующего их удаления. Син. – *Приямок*.

И

Извлечение:

1) при горно-добычных работах – степень полноты выемки п. и. в процессе его разработки.

2) при обогащении и переделе добытого п. и. – отношение массы извлекаемого полезного компонента к общему его количеству в исходном материале.

Измельчение – тонкое (мельче 5 мм) дробление обломочного материала при его подготовке к анализу или переделу. Основным способом И. – истирание на мельницах. И. применяют в горной, металлургической и др. отраслях промышленности. Разница между понятиями “дробление” и “измельчение” условна.

Изо... – часть сложных слов, обозначающая равенство или подобие по назначению или форме.

Изогипсы – линии на карте или плане, соединяющие точки какой-либо поверхности с одинаковыми геодезическими отметками (т. е. находящиеся на одинаковой высоте над уровнем Балтийского моря или какой-то постоянной точки – репера). Разновидности И. – горизонтали (И. рельефа), *гидроизогипсы* (И. зеркала грунтовых вод), стратоизогипсы (И. границ слоёв) и др.

Изолинии – линии на картах, планах или разрезах, соединяющие точки с одинаковыми значениями какой-либо величины. Напр., изобаты – линии равной глубины водоёмов, изотермы – линии равных температур, *изогипсы* – линии равных высот и т. п.

Ил – водонасыщенный современный осадок, содержащий 30–50 % частиц, меньших 0,01 мм, растительные осадки и гумус; обычно коэффициент пористости $e \geq 0,9$ и показатель текучести $I_L > 1$.

Инженерная геология – отрасль геологии, изучающая верхние (до глубины 20–50 м) слои земной коры в связи с инженерно-хозяйственной (в основном, строительной) деятельностью человека. Включает получение сведений, необходимых для проектирования, строительства и эксплуатации строений, и экологические аспекты взаимодействия результатов этой деятельности с геол. средой.

Инженерно-геологические процессы и явления – процессы и явления, происходящие на поверхности земли и в верхних слоях земной коры (обычно не глубже 30–50 м) в результате производственной деятельности инженеров (строителей, горняков, коммунальных служб и т. д.). Чаще всего приводят к ухудшению природной обстановки. Стабилизация или локализация И.-г. п. иногда требует затрат, превышающих доходы от эксплуатации построенного сооружения.

Инженерные изыскания для строительства – геодезические, инженерно-геологические, гидрометеорологические и др. исследования, обеспечивающие получение сведений, необходимых для обоснованного проектирования, строительства, эксплуатации, реконструкции и ликвидации зданий и сооружений.

Интенсивность (сила) землетрясения – параметр, определяемый по ощущениям людей, поведению животных, деформациям зданий, сооружений и поверхности Земли во время землетрясения, а также по результатам обработки *сейсмограмм*. Безразмерная единица измерения И. з. – балл. В России принята 12-балльная шкала Медведева – Шпонхойера – Карника MSK-64. По интенсивности выделяются землетрясения: слабые (до 4 баллов) – почти не ощущаются людьми; умеренно опасные (5–6 б.) – повреждаются только ветхие и некачественно выполненные здания и сооружения; опасные (6–7 б.) – серьёзные повреждения капитальных строений; весьма опасные (8–9 б.) – обрушения некоторых строений; чрезвычайно опасные (10 б. и более) – всеобщее разрушение, серьёзные изменения рельефа. См. разд. 5 и *Общее сейсмическое районирование*.

Интрузия:

1) Магматическое геол. тело, образовавшееся при застывании магмы на большой глубине. Размер И. в плане составляет, как правило, от сотен метров до сотен километров, по вертикали – до десятков километров.

2) процесс внедрения *магмы* в земную кору.

Инфильтрация – проникновение поверхностных вод вглубь по капиллярам, порам и трещинам г. п. под действием силы тяжести. Син. – Просачивание.

Искусственные сооружения – условное название сооружений, возводимых на пересечении дорог с различными препятствиями – мосты, водопропускные трубы, путепроводы, тоннели и т. п.

К

Каверны – пустоты в г. п. с размерами от 2–5 мм до 1 м, возникшие, как правило, в результате растворения пород подземными водами.

Кадастр подземных вод – постоянно пополняемый свод данных о подземных водах страны, отдельных её регионов или м-ний. Включает те же сведения, что и *баланс запасов*.

Каменный поток – см. *Выпучивание, Курум*.

Камеральные работы – обработка и систематизация материалов, полученных при выполнении полевых и лабораторных работ. Син. – камеральная обработка материалов.

Канавы – открытая горизонтальная выработка значительной длины, небольшой ширины и глубины. Проходятся с целью вскрытия крутопадающих коренных пород и руд при геологическом картировании, поисках и разведке м-ний п. и.

Каптаж:

1) Инженерно-технические работы по вскрытию, захвату и выводу на поверхность земли подземных вод.

2) устройства для выполнения этих работ.

Каротаж – см. *Геофизика скважинная*.

Карбонатные породы – осадочные, реже метаморфические г. п., более чем наполовину сложенные углекислыми солями кальция и магния. *Черта* белая, твёрдость умеренная – царапаются ножом или стеклом.

Реагируют с соляной кислотой в куске (известняк, мергель, мрамор) или в порошке (доломит, магнезит, доломитовый мрамор). Хорошо пилятся, шлифуются и полируются, часто декоративны. Применяются как строительный материал, флюсы в металлургии, огнеупорное сырьё, в производстве цемента и извести, в сельском хозяйстве (раскисление почв). Дальний Восток России беден К. п., эксплуатируются только м-ния близ Находки и Спасска (Приморский край), Лондоко (ЕАО) и Чагояна (Амурская область).

Карст:

1) Совокупность явлений, связанных с растворением г. п. (в основном, гипс, известняк, доломит и мергель) поверхностными и подземными водами с образованием пустот, гротов и пещер.

2) Комплекс своеобразных форм рельефа на участках местности, сложенных этими г. п.

Карьер:

1) Совокупность расположенных рядом открытых эксплуатационных горных выработок больших поперечных размеров (от десятков метров до нескольких километров), образованных в результате ведения давних или продолжающихся доныне работ по добыче п. и. К. по добыче углей называются угольными разрезами.

2) Самостоятельное *горное предприятие*.

Категории запасов полезных ископаемых – показатели детальности разведки *залежи* и точность подсчёта *запасов*. См. п. 4.7.

Квартование – способ сокращения излишнего объёма пробы. См. п. 4.3.

Керамическое сырьё – минеральное сырьё, используемое для производства керамики (фарфор, фаянс, кирпич, черепица и пр.) – каолин, тальк, глины, полевые шпаты, нефелин и др.

Керн – цилиндрический столбик (колонка) г. п., получаемый при бурении скважин кольцевым забоем и извлекаемый на поверхность для геол. изучения или технологических испытаний. См. п. 4.2 и *Бурение вращательное колонковое, Бурение ударное.*

Кливаж – зона г. п., разбитых системами мелких, густо расположенных, тектонических трещин на пластинки или столбики, направленные под углом к слоистости.

Колонка (литологическая, инженерно-геологическая и т. п.) – чертёж с текстовым описанием, изображающий вертикальную последовательность залегания геол. тел в данной точке местности. Строится по результатам проходки горных выработок.

Компас горный – магнитный прибор для определения элементов залегания плоских геол. тел – азимутов простирания и падения и угла падения. Состоит из прямоугольной пластинки с лимбом, на котором направление С–Ю параллельно длинной стороне пластинки. Лимб разделён на 360°, градуировка нанесена против часовой стрелки, соответственно переставлены местами З и В. В центре лимба укреплены на игле магнитная стрелка и отвес. Большинство моделей К. г. снабжено уровнем.

Кондиции – совокупность требований промышленности к качеству минерального сырья и горно-геол. условиям м-ния. См. п. 4.6.

Контакт (в геологии и горном деле) – син. термина “*граница*”.

Контрфорс – поперечная стенка, выступ или ребро из камня или бетона, воспринимающая, главным образом, горизонтальные нагрузки, напр., боковое давление грунта.

Концентрат – продукт первичного *обогащения п. и.* с повышенным, по сравнению с исходной добываемой породой, содержанием полезных компонентов.

Конус выноса – ступень в устье оврагов или горных речек, ручьёв и суходолов имеющая вид полуконуса, обращенного вершиной вверх по *тальвегу*, и сложенная плохо окатанным и неотсортированным крупнообломочным материалом. См. п. 6.2 и *Пролювий, Сель*.

Кора выветривания – комплекс вторичных г. п., возникших близ поверхности земли в результате *выветривания* коренных пород и не переместившихся с мест своего образования. Грунты, слагающие коры выветривания, называются элювиальными или *элювием*.

Коренные породы – все г. п., кроме рыхлых четвертичных, в естественном залегании.

Коронка буровая – см. *Буровая коронка*.

Коррозийность – см. *Агрессивность вод*.

Коррозия – разрушение строительных материалов и конструкций окружающей средой (воздух, вода, грунт и т. п. См. гл. 7.

Котлован – неглубокая (до 3–5 м) строительная *выработка*, предназначенная для устройства фундаментов зданий и сооружений.

Коэффициент вскрыши – при открытой разработке м-ний – отношение объёма *вскрыши* к запасам п. и. до глубины подсчета запасов. Может изменяться в широких пределах, чем меньше К. в., тем меньше себестоимость добычи п. и.

Коэффициент выветрелости скального грунта – см. п. 1.5 и *Выветривание*.

Коэффициент крепости горных пород, по М. М. Протодяконову, f – условная величина, построенная на ряде показателей и характеризующая трудность разработки породы. См. п. 1.5.

Коэффициент размягчаемости г. п. K_{sof} – см. п. 1.5.

Коэффициент разрыхления – отношение объёма разрыхленной при добыче г. п. к её объёму в коренном залегании (в целике). См. п. 1.5.

Коэффициент разубоживания – отношение содержания полезного компонента в добытой руде к его содержанию в естественном залегании.

Коэффициент сейсмичности – отношение ускорения при землетрясении α к ускорению свободного падения g ($g = 10\,000 \text{ мм/с}^2$).

Коэффициент фильтрации K (или K_f) – показатель способности г. п. пропускать через себя воду, коэффициент пропорциональности между гидравлическим градиентом и скоростью ламинарного потока п. в. Представляет собой скорость фильтрации при напорном градиенте, равном единице. Обычно измеряется в м/сут, в грунтоведении – в см/с ($1 \text{ см/с} = 864 \text{ м/сут}$).

Критерии поисковые – см. *Поисковые критерии*.

Кровля:

- 1) В геологии – верхняя граница слоя. Ант. – *Подошва*.
- 2) в горном деле – пустые породы, расположенные над телом п. и.; при открытой разработке предпочтителен термин “*вскрыша*”.

Кро'ки – см. *Абрис*.

Крутизна склонов или откосов – угол их наклона к горизонту. Выражается в градусах, а в инженерном деле – как тангенс этого угла, т. е. отношение высоты откоса к его горизонтальному заложению, приведённое к высоте, равной единице. Напр., при крутизне 1 : 2 горизонтальная протяженность откоса вдвое больше его высоты, что соответствует углу наклона около 26° ($\text{arctg } 0,5 \approx 26^\circ 36'$), при крутизне 1 : 1,5 – $\sim 34^\circ$ ($\text{arctg } 0,67$) и т. д.

Курум – нагромождение глыб и щебня, медленно (до 1–2 м /год) сползающее вниз по логу или склону. Син. – Каменный поток, каменная река. См. п. 6.5.

Л

Лава:

- 1) В геол. – вязкий газо-насыщенный силикатный расплав, истекающий из вулкана и образующий после застывания эффузивные (излившиеся) г. п..

2) В горном деле – сплошной забой большой протяженности (100–200 м и более) при разработке угольного пласта.

Легенда – син. термина “условные обозначения”.

Линза – в геологии – округлое или овальное тело ограниченных размеров, выклинивающееся по всем направлениям; в поперечном сечении имеет линзовидную или чечевицеобразную форму. *См. Выклинивание.*

Линия поисковая или разведочная – линия на местности (обычно прямая, реже ломаная), вдоль которой располагаются геологоразведочные выработки или другие точки наблюдения (места отбора шлиховых проб, точки геофизических наблюдений и пр.). Обычно располагаются вкрест (поперёк) простирания геологических тел. *См. Простирание.*

Лоток:

1) В геологии и старательстве – деревянное, металлическое или пластмассовое корытце, применяемое при поисковых работах и опробовании *россыпей* для промывки рыхлых г.п. с целью получения *шлиха*.

2) Наклонный жёлоб, по которому груз скользит под действием силы тяжести, применяемый для транспортирования сыпучих материалов на короткие расстояния.

3) Железобетонный, металлический или деревянный водовод незамкнутого поперечного сечения.

М

Магматические горные породы – горные породы, образовавшиеся при застывании и кристаллизации сложного силикатного раствор-расплава (магмы). Типичные часто встречающиеся представители М. г. п.: интрузивные – *гранит, диорит, габбро*; излившиеся – *андезит, базальт, диабаз, пемза*. *См. гл. 1.*

Магнитуда – условная величина, характеризующая общую энергию, выделившуюся в очаге землетрясения или в точке взрыва. Может изме-

няться от 0 до 9, в результате обработки сейсмограмм определяется с ошибкой меньше или равной 0,25. См. также *Шкала Рихтера*.

Макросейсмические шкалы – шкалы, используемые для оценки *интенсивности* землетрясения на основе совокупности эмпирически установленных признаков. В России принята шкала Медведева – Шпонхойера – Карника MSK-64 (см. п. 5.1). Оценка *интенсивности* прошедшего землетрясения по М. ш. требует серьёзных затрат средств и времени (иногда до 2–3 месяцев). См. *Шкала Рихтера*.

Массив – слабо расчленённое и относительно однородное геол. тело больших размеров (сотни метров и километры).

Масштаб – степень уменьшения или увеличения карты, плана, рисунка, фотографии и т. п. по сравнению с истинными размерами оригинала. Выражение М. бывает:

- 1) описательным, напр., «1 см плана соответствует 5 км на местности»;
- 2) дробным с числителем, равным единице, и знаменателем, показывающим степень уменьшения, напр., $\frac{1}{2}$ или 1 : 500;
- 3) численным со знаками \times или $:$, цифра или число, следующие за этим знаком, показывают степень увеличения или уменьшения;
- 4) Линейным – прямая, разделенная на несколько отрезков с цифровым указанием их размеров в натуре.

Межпластовые воды – подземные воды, находящиеся между двумя водоупорами. Как правило, обладают *напором*. Обычно встречаются на глубинах не менее 50–80 м.

Мелиорация грунтов техническая – искусственное улучшение физико-механических свойств грунтов на месте их залегания. Основные методы:

- 1) уплотнение статическими, динамическими или вибрационными нагрузками;
- 2) втрамбовывание крупных обломков;

3) известкование или цементация;

4) силикатизация и т. д.

Мельница – машина для измельчения сыпучих материалов. Отличаются от *дробилок* более тонким помолом – до частиц не крупнее 5 мм. В горном деле используются при подготовке п. и. к дальнейшему переделу, обычно после *дробления* и отсева.

Мерзлота вечная – природное явление, заключающееся в том, что верхние (иногда до 1 км и более) части земной коры более 3–5 лет подряд находятся в мерзлом состоянии (*см. Мерзлый грунт*). В России занимает около 65 % площади северо-восточнее линии Мурманск – Тобольск – Чита – Благовещенск – Николаевск-на-Амуре. Син. – Мерзлота многолетняя.

Мерзлотные процессы – геол. процессы, происходящие при промерзании и оттаивании нескальных г. п. – морозное *пучение грунтов*, осадка при оттаивании, морозобойное растрескивание и др. Син. – Криогенные процессы, геокриологические процессы. *См. разд.6.5.*

Мерзлотоведение – геол. научная дисциплина о мёрзлых (в т. ч. о вечномерзлых) г. п. и о происходящих в них процессах. Син. – Геокриология.

Мёрзлый грунт – грунт, имеющий отрицательную температуру и содержащий в своём составе лёд. В зависимости от времени непрерывного существования, различают грунты сезонно-мёрзлые – до 1 года, перелетки – 2–5 лет и вечномерзлые (или многолетнемёрзлые) – более 3–5 лет.

Месторождение полезного ископаемого – природное скопление п. и., количество и качество которого удовлетворяют требованиям промышленности и допускают его разработку. Различают М. п. и., расположенные на месте своего образования (коренные) и переотложенные (россыпи).

Металлы цветные – группа металлов, к которой относятся *Cu, Pb, Sn, Zn, Al, Mg, Ni, Co, W, Mo, Hg* и некоторые др.; иногда *Al* и *Mg* вы-

деляют в отдельную группу лёгких металлов, а легирующие металлы – *Co*, *Mo*, *Ni* и *W* включают в группу чёрных металлов.

Металлы чёрные – группа металлов, к которой относятся *Fe*, *Mn*, *Cr*, *V*; иногда в эту группу включают *Mo*, *Ni*, *Co* и *W*.

Метаморфизм – изменение минерального состава, внешних признаков и физико-механических свойств г. п. под действием термодинамических условий, господствующих в земных недрах (высокие температура и давление, горячие растворы и газы).

Метаморфические г. п. – породы, образовавшиеся из магматических или осадочных в результате их *метаморфизма*. В зависимости от вида метаморфизма образуются породы контактово-метаморфические, регионально-метаморфические, динамометаморфические и пр. Типичные представители М. г. п. – разнообразные *сланцы*, *мраморы*, *гнейсы*. См. гл. 1.

Метод блоков – один из методов подсчёта запасов. См. п. 4.8.

Метод кольца и конуса – приём, используемый при перемешивании проб с целью придания им однородности. См. п. 4.3.

Метод параллельных сечений – один из методов подсчёта запасов. См. п. 4.8.

Метод средних арифметических – один из методов подсчёта запасов. См. раздел 4.8.

Методика разведки – комплекс методов и технических средств, применяемых при *разведке* того или иного м-ния п. и. См. разд. 4.5.

Методы подсчета запасов полезных ископаемых – совокупность математических операций, позволяющих определить объём тел неправильной формы. См. разд. 4.8.

Миграция – в геологии – перемещение вещества в пределах земной коры – перенос расплавами, растворами или газами, диффузия и т. д. См. *Морозная миграция влаги*.

Минерал – твердое природное химическое соединение, более или менее однородное по физическим свойствам (внешним признакам), составная часть г. п. и руд. См. п. 2.3.

Минеральное сырьё – минералы и г. п., используемые в промышленности, строительстве, энергетике и сельском хозяйстве.

Монолит – образец г. п., отобранный без нарушения её природного состава, состояния и свойств и законсервированный (упакованный) так, чтобы эти параметры не изменялись при транспортировке и хранении.

Морозная миграция влаги – перемещение грунтовой влаги к фронту промерзания. Приводит к *морозному пучению* грунтов.

Морозобойные трещины – трещины, возникающие при промерзании грунтов и достигающие глубины до 75 % от глубины сезонного промерзания.

Мощность – в геологии и горном деле – толщина слоя, жилы, покрова и пр. пластинообразных тел, измеренная перпендикулярно их границам (нормальная М.) или по вертикали (вертикальная М.).

H

Навеска – количество вещества пробы, минимально необходимое для выполнения какого-либо анализа.

Наледь – бугор замерзшей воды на поверхности речного льда (речная Н.) или земли (грунтовая Н.). См. п. 6.5.

Наносы – в геологии – общее название рыхлых отложений, перекрывающих *коренные г. п.* или залежи п. и.

Напор – в гидрогеологии – разница глубин появления и установления п. в. в горных выработках; обычно измеряется в метрах. См. гл. 3.

Нарушения разрывные – см. *Дислокации дизъюнктивные*.

Нарушения складчатые – см. *Дислокации пликативные*.

Насыпной грунт – грунт, искусственно перемещённый с места его первоначального залегания в *земляные сооружения*. Н. г., перемещённые потоком воды, называются *намывными*.

Насыпь – участок дороги, сооружённый из насыпного грунта, в пределах которого проезжая часть дороги расположена выше уровня земли. Не путать с *подсыпкой*.

Негабарит – в горном деле – кусок г. п., образующийся при взрывных работах и превышающий установленные размеры. Затрудняет выемочно-погрузочные работы, поэтому Н. дополнительно подвергают вторичному дроблению.

О

Обвал – внезапное обрушение части обрыва, откоса или крутого склона вследствие потери сцепления с основным массивом из-за *выветривания* или потери опоры у основания склона (откоса). Часто вызываются землетрясениями и неразумной хозяйственной деятельностью. См. п. 6.4.

Обвалование – ограждение карьера или др. сооружения земляными *валами* (дамбами) для защиты от затопления поверхностными водами. Син. – Защитные дамбы, ограждающие валы.

Обломки – отломавшиеся или ограниченные трещинами отдельности (куски) скальной г. п.

Обломочная горная порода – *осадочная г. п.*, состоящая, в основном, из обломков. Могут быть сцементированными (скальными) – *конгломерат, песчаник* и др. или рыхлыми – *галечник, щебень, песок* и др.

Обнажение – в геологии – *выход коренных пород* из-под рыхлых образований на дневную поверхность.

Обогащение полезных ископаемых – первичная обработка руд, углей и пр. п. и. с целью удаления пустой породы. В результате обогащения

получаются продукты с более высоким *содержанием* полезного компонента – *концентраты* и отходы обогащения – *хвосты*.

Обработка проб – система приёмов, доводящая массу образца до минимально необходимой для дальнейших исследований величины без изменения *содержания* полезного компонента. Обычная последовательность О. п. – дробление, перемешивание и сокращение. См. п. 4.3.

Образец геологический – кусок г. п. с минимальным количеством выветрелых участков, отбитый от обнажения или из керна.

Обратная засыпка – заполнение *пазух* после устройства фундаментов. Должна выполняться глинистым грунтом с тщательным послойным уплотнением.

Обсадка скважины – закрепление стенок буровой скважины стальными трубами во избежание обвала стенок, иногда – для разобщения водоносных горизонтов.

Общее сейсмическое районирование (ОСР) – процедура назначения максимальной интенсивности землетрясения, которое можно, с некоторой вероятностью, ожидать в каждом пункте государства или группы государств. В РФ действует комплект карт ОСР-97 А, В и С. См. п. 5.2.

Огнеупоры – минералы или г. п., обладающие повышенной температурой плавления и используемые для получения огнеупорных изделий, – графит, корунд, кварцит, брусит, некоторые глины и др.

Окатанность – сглаженность, округлённость ребер и вершин *обломков*, приобретённые при столкновениях друг с другом во время переноса водой или ветром.

Оконтуривание тела полезного ископаемого – установление границ тела п. и. с помощью горных выработок, геофизических исследований и т. п. и нанесение этих границ на планы и разрезы. Различают два вида контуров:

- 1) нулевой – поверхность полного отсутствия п. и.;
- 2) рабочий (кондиционный) – поверхность, отделяющая кондиционные запасы от некондиционных. См. п. 4.6.

Описание обнажений – последовательная характеристика всех геол. признаков *обнажения* с его *привязкой*, зарисовкой, описанием и отбором образцов.

Оплывина – мелкий *оползень*, смещение вниз по склону маломощного (до 1–2 м) слоя грунта, насыщенного талыми, дождевыми или подземными водами до текучего состояния.

Оползень – отрыв грунтовых масс и перемещение их вниз по склону по наиболее неустойчивой, как правило, круглоцилиндрической поверхности скольжения. По глубине залегания этой поверхности различают О. поверхностные (оплывины) – до 1-2 м, мелкие – до 5 м, глубокие – до 20 м и очень глубокие. По состоянию сползающих масс – оползни–обвалы, пластичные оползни и оползни–потоки. См. п. 6.4.

Опробование месторождений полезных ископаемых – отбор и обработка проб (*образцов*) из различных точек тела п. и. для анализов, испытаний или исследований. О. – важный фактор промышленной оценки м-ния. См. *Проба*¹ и п. 4.3.

Ореол рассеяния – окружающие тело п. и. зоны, в которых содержание полезного компонента ниже, чем в самой залежи, но выше, чем во вмещающих породах. Выделяются О. механические (шлиховые), биогеохимические (солевые), газовые и др. О. являются важным *поисковым признаком* м-ний п. и.

Осадка – в механике грунтов и строительстве – сжатие грунта под влиянием внешних нагрузок, приводящее к опусканию поверхности или фундаментов зданий и сооружений. Предельно допустимые значения О. различных строений регламентированы нормативными документами.

Осадка при оттаивании – сжатие мерзлого грунта при оттаивании под действием собственного веса.

Осадочные горные породы – породы, образовавшиеся в условиях, близких к условиям на земной поверхности (как правило, в результате осаждения частиц из воды или воздуха). В момент образования это рыхлые осадки, со временем они обезвоживаются, уплотняются, литифицируются (окаменевают) и превращаются в скальные г. п., называемые осадочными сцементированными.

Типичные представители О. г. п.: рыхлые – галечно-гравийные и щебенисто-дресвяные грунты, *пески, глины, торф*; сцементированные – *аргиллиты, алевролиты, песчаники, конгломераты, брекчии, известняки, доломиты, каменные угли*. См. гл. 1 и 2.

Оскользень – *оползень*, происходящий по заранее сформировавшейся поверхности. Син. – Оползень с фиксированной поверхностью скольжения.

Осмотическое осушение – удаление воды из мелкодисперсных грунтов искусственно наложенным электрическим полем.

Основания зданий и сооружений – часть грунтового массива, воспринимающая нагрузки от зданий и сооружений.

Осов – быстрое поверхностное смещение рыхлого водонасыщенного грунта с крутых склонов при отсутствии выраженной поверхности скольжения. См. п. 6.4.

Осыпь – крупнообломочные продукты *выветривания* г. п., медленно соскальзывающие по склонам или откосам с крутизной более 20–30° слоем толщиной до 1–3 м и накапливающиеся у подножий в виде конусов или шлейфов мощностью до 10 м. Различают действующие (активные) и закреплённые (стабильные) О. См. пп. 6.1, 6.4.

Отвалы – искусственные насыпи из пустых г. п., некондиционных п. и. и отходов добычи, извлечённых при разработке карьера, а также от-

ходов других производств и мусора. Различаются внутренние О., расположенные за пределами карьера, и внешние – на дне отработанного пространства внутри карьера. О. правильной призматической формы называют штабелями или *буртами*, конической формы – террикониками.

Отдельность – форма, которую приобретают *глыбы* г. п. из-за естественного растрескивания по определенным поверхностям. Встречаются О. призматическая, плитчатая, параллелепипедальная, столбчатая и т. д.

Откачка – отбор воды из выработок, производимый для определения основных параметров водоносного горизонта (*дебит* и его зависимость от понижения уровня, *радиус влияния*, конфигурация *воронки депрессии* и её развитие во времени, свойства воды и т. д.), необходимых для проектирования водоотбора или водоотлива. Обычная продолжительность откачек – от нескольких суток до 2–3 месяцев.

Откос – искусственно созданная наклонная поверхность, ограничивающая грунтовый массив – карьер, выемку, насыпь и т. п. *См. Бровка, Подошва.*

Открытая разработка – извлечение (добыча) твердых п. и. с помощью *карьеров, разрезов* или *драгированием* дна водоёмов и водотоков. Намного безопаснее, производительнее и экономичнее подземных способов разработки. Основной недостаток – существенные, нередко необратимые нарушения окружающей среды.

Оценка месторождения – определение хозяйственного значения м-ния с точки зрения ценности п. и., размера залежей, кол-ва *запасов*, содержания полезных компонентов, возможности обогащения, рентабельности разработки и транспортировки и пр. оценочных критериев. Производится в процессе *поисков* и *разведки* месторождения.

Охрана геологической среды – комплекс законов, нормативных актов и мероприятий, устраняющих или локализирующих развитие опасных и неблагоприятных геологических процессов и явлений.

Ошибки прогноза – расхождения между предсказаниями и фактами, выявившиеся с течением времени. См. гл. 8 и *Прогнозирование*.

П

Пазуха – зазор между стенками строительного котлована и боковой гранью фундамента. После полного устройства фундамента заполняется грунтом (*обратная засыпка*).

Падение – направление наибольшего наклона плоского геол. тела вниз от горизонтальной плоскости. Ант. – Восстание. См. *Элементы залегания*.

Падь – пологая относительно широкая долина ручья или небольшой речки. Ответвления П. называются распадками.

Первичное залегание – залегание г. п. во время и сразу после их образования до воздействия на них каких-либо внешних факторов.

Перекрывающий слой (пласт) – слой, залегающий над другим слоем.

Перелеток – слой сезонно-мёрзлых грунтов, не успевший оттаять и пребывающий в мёрзлом состоянии 2–3 года, редко до 4–5 лет.

Перелопачивание – способ перемешивания материала больших проб. Проба собирается в конус, который затем перебрасывается лопатой на другое место; операция повторяется 2–3 раза.

Пески: 1. Множ. число от *Песок*. 2. Жаргон золотодобытчиков – рыхлые грунты любого зернового состава (от валунно-галечниковых и глыбово-щебенистых до песчаных и даже глинистых), содержащие золотую россыпь. Перекрываются *торфа'ми*, подстилаются *пло'тиком*. Жаргонные термины не рекомендуются применять, так как они противоречат

стандартизованным наименованиям, отражающим зерновой и вещественный состав грунтов и могут ввести в заблуждение.

Песок – рыхлая сыпучая осадочная г. п. с преобладанием частиц размером 0,05–2 мм. Используется как строительный материал – возведение насыпей и подсыпок, изготовление фильтров и бетонов. Син. – Песчаный грунт.

Пикет:

1) Точка с надписанным номером, обозначенная на местности столбиком, колышком, гвоздём в стене, кучкой камней и т. п. П. являются опорными точками для плановой *привязки* каких-либо наблюдений.

2) На дорогах – отрезок между соседними пикетными точками (100 м на железных, 50 м на автомобильных); счет ведется от предыдущей точки, т. е., если привязываемая точка наблюдения находится между ПК3 и ПК4 в 25 м от ПК3, то её адрес обозначается как «ПК3+25 м» или «на 25-м метре четвёртого пикета».

Пласт – см. *Слой*.

Пло'тик россыпи (жаргон золотодобытчиков) – коренное ложе, постель, основание, на котором залегает россыпное м-ние. Обычно представлен трещиноватыми скальными породами, поверхность которых может быть гладкой или ребристой (“щётка”). Неровности, карманы и трещины в *кровле* пло'тика обычно обогащены металлом, да и сама россыпь близ пло'тика наиболее богата металлом. См. *Пески, Торфа'*.

Плотность вещества – масса единицы его объёма, включая твёрдую, жидкую и газообразную фазы; обычно выражается в граммах на сантиметр кубический, тоннах на сантиметр кубический и т. д.

Плотность скелета – *плотность вещества* в сухом состоянии.

Плывун – насыщенный водой и/или газами песчаный, реже супесчаный или суглинистый грунт. П. течёт, как вязкая жидкость, обладающая некоторым *напором*. См. п. 6.3.

Поверхность скольжения – поверхность, по которой происходит (или произошло ранее) смещение грунтов при *оползнях* и *оскользнях*.

Подошва:

1) В геоморфологии – нижний край крутого обрыва, склона или откоса, ант. – *Бровка*.

2) В геологии – нижняя граница *слоя*, ант. – *Кровля*.

Подстилающий слой (пласт) – слой, залегающий под другим слоем.

Подсчёт запасов полезного ископаемого – определение количества и качества п. и. в недрах по результатам разведочных работ, исходный материал для проектирования горного предприятия и контроля при разработке. См. п. 4.8 и *Разведка м-ний, Кондиции, Запасы п. и., Категории запасов, Методы подсчета запасов, Учёт запасов*.

Поиски месторождений полезных ископаемых – комплекс работ, направленных на выявление и перспективную оценку *месторождений п. и.* Ведутся на основании изучения геол. строения района, анализа *поисковых критериев* и *признаков*.

Поисковая сеть – см. *Сеть*.

Поисковые критерии – факторы, свидетельствующие о возможности наличия какого-либо п. и. в районе исследований. П. к. могут являться благоприятные г. п., минералы-спутники, зоны разломов, геофизические аномалии и пр. Син. – *Поисковые предпосылки*.

Поисковые предпосылки – см. *поисковые критерии*.

Поисковые признаки – факторы, свидетельствующие о реальном наличии п. и. – прожилки рудных минералов в коренных породах, их обломки в рыхлых отложениях, ореолы рассеяния, геохимические, а иногда и геофизические *аномалии*, отвалы древних выработок и пр.

Полезное ископаемое – минералы или г. п., которые могут быть использованы в народном хозяйстве. Понятие П. и. условно – оно связано с

хозяйственными потребностями и с развитием техники и технологии извлечения и переработки сырья. Скопления П. и. образуют *залежи*.

Полускальные грунты – г. п. с жёсткими кристаллизационными или цементационными связями между зёрнами, имеющие в водонасыщенном состоянии *прочность* менее 5 МПа.

Понижение (при *водоотливе* и *водоотборе* подземных вод и при *откачках*) – разница в метрах между положением уровня воды в выработке в естественных условиях (статический уровень) и в процессе откачки (динамический уровень). *См. Уровень*.

Поры – небольшие пустоты в г. п., часто невидимые, вплоть до микроскопических размеров.

Порода горная – *см. Горные породы*.

Пресные воды – поверхностные и подземные воды с общей минерализацией менее 1 мг/л.

Приведённый радиус выработки – фиктивная величина, используемая при расчёте водопритока к выработкам некругового поперечного сечения. *См. п. 3.4*.

Привязка точки наблюдения – инструментальное или глазомерное определение пространственного расположения точки и нанесение её на топографический план или карту.

Природное давление – напряжение, создаваемое в любой точке грунтового массива весом вышележащих г. п. Определяется произведением средневзвешенной плотности вышележащей толщи (с учётом гидростатического взвешивания в водоносных слоях) на глубину точки и на ускорение свободного падения (принимается равным 10 м/с^2). *Син. – Бытовое давление*.

Проба¹ (в геологии) – материал, отобранный для выполнения необходимых исследований и определения качества минерала, г. п., грунта, воды и т. п. *См. п. 4.3*.

Проба² (в ювелирном и монетном деле) – содержание драгоценного металла в сплаве. Выражается числом весовых частей металла на 1000 частей сплава (напр., золото 586 пробы – означает, что в 1000 г сплава содержится 586 г золота), реже – в процентах (обычно для серебра). Проба изделия гарантируется постановкой на них клейма.

Пробная откачка – кратковременная (как правило, не более одной смены) *откачка* воды из выработки, производимая с целью ориентировочной оценки водоносности пород и качества воды.

Прогнозирование – в естественных науках – определение вероятных тенденций и перспектив развития каких-либо процессов и явлений на основе имеющихся данных. См. гл. 8.

Продувка буровых скважин и шпуров – удаление продуктов разрушения г. п. (*шлама*) с *забоя* выработки потоком сжатого воздуха, подаваемого через внутреннюю полость *бурильных труб*.

Пролювий – материал, отложенный временными водными потоками. Обычно образует *конусы выноса*. См. п. 6.2.

Промилле (‰) – внесистемная единица измерения, одна тысячная часть какой-то величины. Используется для выражения: 1) *Содержания* примесей в п. и., здесь $1 ‰ = 1 \text{ кг/тонну} = 1 \text{ г/кг} = 1 \text{ мг/г}$. 2) *Общей минерализации* (солёности) воды – $1 ‰ = 1 \text{ г/л}$. 3) *Уклона поверхности* (тангенс угла наклона) – $1 ‰ = 1 \text{ м/км}$. 4) *Пробы²* – $1 ‰ = 1 \text{ г/кг}$.

Промывка буровых скважин – удаление продуктов разрушения г. п. (*шлама*) с *забоя* скважины потоком промывочной жидкости или воды, подаваемой через внутреннюю полость *бурильных труб*.

Промывка (отмывка) шлиха – отделение тяжёлых фракций рыхлых (преимущественно песчаных и гравийных) грунтов путем взбалтывания и отмучивания пробы под водой, выполняемое обычно с помощью *лотка*.

Промывочная жидкость – жидкость (глинистый раствор или вода), используемая для *промывки* скважины при бурении.

Простирание – линия пересечения *контакта* плоского геол. тела с горизонтальной плоскостью. См. *Азимут простирания*.

Проходка выработок – совокупность операций, осуществляемых для образования выработок, напр., П. буровой скважины, П. колодца. При П. горизонтальных выработок (*штольни*, тоннели) применяется термин «проведение», при П. карьеров – «разработка», а при бурении глубоких скважин – «проводка».

Процесс – последовательная смена явлений в развитии чего-либо.

Процессы геологические – *процессы*, изменяющие состав, структуру, рельеф и глубинное строение Земли. Делятся на физико-геол. (природные) и инженерно-геол. (техногенные). Физико-геол. процессы подразделяются на эндогенные, обусловленные внутриземными причинами (извержения вулканов, землетрясения, цунами и пр.), и экзогенные, обусловленные внешними факторами (выветривание, склоновые процессы, эрозия, оврагообразование, подмыв берегов и пр.). См. пп. 5 и 6.

Процессы мерзлотные – геол. процессы, происходящие в промерзающих, мерзлых и оттаивающих грунтах. См. п. 6.5.

Процессы экзогенные – геол. процессы, происходящие на поверхности Земли и в верхних частях земной коры, вызванные внешними силами – колебаниями температуры, гравитацией, водными потоками, жизнедеятельностью и т. д. Приводят к изменению рельефа, а также состава и состояния г. п., нередко – к деформациям и авариям зданий и сооружений. См. гл. 6.

Процессы эндогенные – геол. процессы, вызванные внутриземными силами. Приводят к движению литосферных плит, образованию гор, изменению рельефа, состава и состояния г. п., а нередко и к катастрофическим явлениям (извержения вулканов, *землетрясения*, цунами). См. гл. 5.

Прочность горных пород R_c – см. п. 1.5.

Псаммиты – песчаные породы. См. *Классификация обломков*.

Псефиты – породы, состоящие, в основном, из обломков размером более 2 мм. См. *Классификация обломков*.

Пустые породы – г. п., вмещающие тела п. и. или заключенные внутри них; при открытых горных работах обычно складировются во внутренних и внешних *отвалах*.

Пучины – небольшие (обычно до 10–50 см) поднятия на поверхности земли и дорог, вызванные сезонным *морозным пучением* грунтов; после оттаивания образуют выбоины, рытвины, ямы, ухабы и колдобины.

Пучение грунта – увеличение его объёма при замерзании, вызванное миграцией влаги к фронту промерзания, и, в меньшей мере, – расширением воды при замерзании; различаются сезонное и многолетнее П. г.

Пьезометрический уровень – уровень установления напорных подземных вод в горных выработках.

Пьяный лес – деревья, наклонённые в разные стороны, часто с причудливо изогнутыми (обычно саблевидными) стволами. Признак оползневого склона. См. *Оползень*.

P

Радиус влияния R – расстояние от продольной оси выработки до той части водоносного слоя, где откачка п. в. не влияет на их уровень. Определяется методом кустовых откачек (редко) или по эмпирическим зависимостям. Син. – Радиус воронки депрессии.

Разбивка – топографическая операция по закреплению на местности («выносу в натуру») разведочных линий, мест проходки выработок и др. точек наблюдений, а также контуров запроектированных строений или дорог, предварительно намеченных на карте или плане.

Разведка месторождений полезных ископаемых – работы по определению запасов и качества п. и., формы и размеров отдельных тел; гор-

нотехнических условий эксплуатации; опасности геол. процессов и пр. характеристик, необходимых для промышленной оценки м-ний. См. п. 4.5 и *Р. предварительная, Р. детальная, Р. эксплуатационная, Прогнозирование.*

Разведка детальная – вторая стадия разведочных работ, проводимая только на тех м-ниях (или участках м-ния), которые намечены к эксплуатации в ближайшие годы. См. п. 4.5.

Разведка инженерно-геологическая – комплекс инженерно-геол. изысканий, направленных на получение информации, необходимой для проектирования строительных объектов. Обычно выполняется в две стадии – предварительная (для разработки проекта) и окончательная (для разработки рабочей документации).

Разведка предварительная – первая стадия разведочных работ, имеющая целью:

1) определение промышленной значимости всего м-ния или отдельной его части и целесообразности постановки детальной разведки. См. п. 4.5;

2) инженерно-геологическая – работы, проводимые для выполнения проекта строений или *поселений.* См. *Разведка инженерно-геологическая.*

Разведка эксплуатационная – третья стадия разведочных работ, продолжающаяся в течение всего периода эксплуатации м-ния по мере истощения ранее разведанных запасов. См. п. 4.5.

Разведочная сеть – см. *Сеть.*

Разлом – син. термина *Дислокация дизъюнктивная.*

Размягчаемость – см. п. 1.5.

Разрез угольный – *карьер* для добычи угля.

Разубоживание – засорение п. и. при его добыче пустыми вмещающими породами, из за чего содержание полезного компонента в добываемых

мой горной массе уменьшается, а обогащение и переработка п. и. затрудняются.

Разрыхляемость – способность грунта увеличиваться в объёме при разработке за счёт потери связей между частицами и снижения плотности их упаковки. Характеризуется величинами коэффициентов начального и остаточного разрыхления. См. п. 1.5

Рассев – разделение сыпучих материалов на фракции по крупности, осуществляемое на колонне сит с круглыми отверстиями диаметром 10 мм и менее. См. *Зерновой состав*.

Растворимость – см. п. 1.5.

Расчистка – неглубокая (до 1–1,5 м) открытая горная выработка в виде канавы, нередко ступенчатой, служащая для удаления наносов, перекрывающих коренные породы или залежи п. и. на склонах и обрывах.

Роза трещиноватости – графическое изображение результатов множества измерений *азимутов падения* трещин г. п. См. п. 1.7.

Роза-диаграмма трещиноватости – графическое изображение результатов множества измерений *азимутов и углов падения* трещин. Игрют важную роль при проектировании направления развития карьеров скальных г. п. См. п. 1.7.

Россыпь – тело, сложенное рыхлыми сыпучими грунтами с включением зёрен, обломков или кристаллов ценных минералов в промышленных концентрациях. По условиям залегания различаются Р. открытые (залегающие с поверхности или под почвенно-растительным слоем), погребенные (перекрытые пустыми породами) и подводные.

Рубашка – тонкая плёнка оксидов *Fe* или *Mn* на самородном золоте.

Руда – природное минеральное вещество, из которого возможно и выгодно извлекать различные металлы или минералы, являющиеся сырьём для промышленности.

Рудное тело – геол. тело любой формы, сложенное *рудами*.

Рудопроявление – скопление п. и., параметры которого до настоящего времени не выяснены, является *поисковым признаком* наличия м-ний. В процессе *разведки* может перейти в категорию *месторождения*.

С

Самородные металлы – металлы, встречающиеся в природе в чистом или почти чистом виде: *Au, Pt, Ag* и др.

Самородок – частица или кусок *самородного металла*, резко выделяющийся по размерам от других частиц этого металла в россыпи. Вес С. может достигать десятков и даже сотен килограммов.

Сапрпель – пресноводный *ил*, образующийся на дне озёр и болот при разложении растительных остатков и содержащий более 10 % органики. Чрезвычайно пористый, текучий, обладает низкой прочностью и очень сильной деформируемостью, неплохое удобрение.

Сейсмические (или сейсмоопасные) районы – территории, в пределах которых возможны землетрясения интенсивностью в 6 и более *баллов*. См. гл. 5.

Сейсмическое микрорайонирование (СМР) – уточнение сейсмичности конкретной площадки строительства сравнительно с сейсмичностью района, определенной по карте ОСР. См. п. 5.4 и *Сейсмичность, Общее сейсмическое районирование*.

Сейсмичность – характеристика региона, района или площадки строительства, определяемая интенсивностью и частотой происходящих здесь землетрясений. Син. – Балльность.

Сель (или силь) – бурный кратковременный поток, возникающий в крутых горных долинах в результате выпадения ливневых осадков и/или бурного таяния горных снегов и ледников. См. п. 6.2.

Сеть поисковая или разведочная – рациональная система размещения горнобуровых выработок и др. точек наблюдения на изучаемой площади,

позволяющая достичь намеченных целей с наименьшими затратами времени и средств. Чем сложнее геол. строение участка, чем меньше размеры геол. тел, чем дороже п. и. и чем выше требуемые *категории подсчёта запасов*, тем гуще сеть.

Синклиналь – складка обращённая выпуклостью вниз. См. *Антиклиналь, Складки*.

Ситовой анализ – см. *Рассев*.

Скальные грунты – класс *грунтов* с жёсткими (кристаллизационными или цементационными) связями между зёрнами.

Скважина – цилиндрическая буровая выработка небольшого (чаще всего 50–150 мм) диаметра и значительной глубины. Элементы С.: устье – выход на поверхность земли; ствол или стенки – боковая поверхность; забой – дно. См. п. 4.2, *Бурение* и др. связанные с ним термины.

Складки – пликативные *дислокации* слоистых толщ в виде волнообразного изгиба слоёв без разрыва их сплошности, состоящие из перемежающихся *антиклиналей и синклиналей*. Линия, соединяющая гребни или ложбины каждой волны, называется осью С., а наклоненные слои по обе стороны оси – крыльями; участки крыльев, прилегающие к оси С., называются её ядром.

Сланцеватость – свойство *метаморфических г. п.*, их способность раскалываться при ударе на плоские или волнообразно изогнутые плитки или пластинки разной толщины с примерно параллельными ограничениями. Г. п., обладающие сланцеватостью, образуют генетический ряд сланцев. См. п. 1.4.

Слой – геол. тело, ограниченное плоскими или криволинейными примерно параллельными поверхностями, длина и ширина которого намного больше его мощности (толщины). Верхняя граница С. называется *кровлей*,

а нижняя – *подошвой*. С., вмещающие подземные воды, часто называют водоносными горизонтами. Син. – пласт.

Сместитель – поверхность, по которой произошло смещение г. п. при образовании *разломов*. См. *дислокации дизъюнктивные*.

Содержание – количество какого-либо компонента (минерала, элемента) в любом веществе (г. п., п. и., воде и т. д.). Абсолютное С. выражается в г/м³, кг/т и т. д. или в мг/л, относительное – в процентах, *промилле* или в долях единицы. Син. – Массовая доля.

Солифлюкция – течение оттаивающего разжиженного грунта с очень пологих склонов, обычно по мёрзлomu основанию.

Стадии геолого-поисковых работ:

1). Региональные геологические исследования масштаба 1 : 200 000 или 1 : 100 000.

2) Геол. съёмка масштаба 1 : 50 000 или 1 : 25 000 с общими поисками;

3) Поиски м-ний п. и. и их оценка.

При удачном исходе поисковых работ выполняются геологоразведочные работы. См. п. 4.1.

Стадии геологоразведочных работ:

1). Предварительная разведка.

2). Детальная разведка.

3). Эксплуатационная разведка. См. п. 4.5.

Статический уровень – уровень поверхности подземных вод в выработках в природных условиях (без откачек и водоотбора). См. *Динамический уровень*, *Понижение*.

Степень выветрелости – см. *Выветрелость*.

Строительные материалы природные – скальные и нескальные г. п., используемые в строительных целях, в т. ч. как сырьё для производства кирпича, цемента, бетона и т. п.

Строительные свойства скальных г. п. (Син. – Физико-механические свойства, Геотехнические свойства). См. п. 1.5.

Структура¹ – совокупность признаков г. п., определяемая формой и размером её составных частей (зёрен, стекла, цемента, органических остатков и пр.), напр., полнокристаллическая, обломочная, чешуйчатая, органогенная и др.

Структура²:

1) Общее строение участка земной коры.

2) Тип строения земной коры (складчатая или дизъюнктивная С., “С. битой тарелки”, “клавишная С.” и т. п.).

Суффозия – вымывание потоком подземных вод отдельных частиц г. п. в растворённом или взвешенном состоянии. См. разд. 6.3.

Сырьё цементное – г. п., используемые для получения *цемента*. Сюда относятся: *известняк, мрамор, мергель, диатомит, трепел, опока, вулканические шлаки и пеплы.*

T

Тальвег – линия, соединяющая самые низкие точки *долины*.

Тело рудное – общее название скопления руды любой формы.

Текстура горных пород – совокупность признаков сложения г. п., обусловленная относительным расположением, ориентировкой и распределением её составных частей.

Тектоника:

1) Строение какого-либо участка земной коры, определяющееся совокупностью складчатых и разрывных дислокаций и историей их развития. Син. – *структура²*.

2) Наука о строении, движении, развитии и деформациях земной коры. Син. – Геотектоника.

Тектонические процессы – геол. процессы, связанные с перемещениями отдельных блоков земной коры.

Террасы – уступы и ступени в рельефе высотой до сотни метров с почти горизонтальной верхней поверхностью, ограниченные с низовой стороны обрывом или крутым склоном и прислонённые к более высоким формам рельефа. Бывают речными, озёрными, морскими, солифлюкционными и др.

Техника разведки:

1) Приёмы проведения геологоразведочных работ – проходка выработок, бурение, взрывные работы, откачки и т. п..

2) Технические средства этих работ – буровые станки, насосы, дробилки и т. д.

Торф – первая стадия превращения растительной массы в ископаемый уголь, горючая рыхлая г. п., состоящая из не полностью разложившихся болотных растений. Очень лёгкий, чрезвычайно сильно сжимаемый. Основное применение – топливо и теплоизоляционный материал.

Торф'а (жаргон золотодобытчиков) – рыхлые грунты любого состава (от валунно–глыбовых до песков, глин и истинного торфа), перекрывающие золотоносную россыпь («пески»). Термин излишний (практически син. термина «вскрыша»), может ввести в заблуждение, т. к. созвучен стандартному наименованию «торф, мн. – торфы», обозначающему грунт преимущественно органического состава. Применять не рекомендуется.

Траншея – сравнительно неглубокая открытая горизонтальная *выработка* трапецеидального сечения значительной длины. В горном деле различаются Т.:

- 1) разведочные;
- 2) капитальные – для проезда с поверхности к забоям, син. – дорожная выемка, уклон;

- 3) разрезные – создают первоначальный фронт работ в карьере;
- 4) дренажные – для отвода воды.

Трещины – разрывы в г. п., перемещения по которым незначительны или отсутствуют совсем. См. п. 1.7.

Трещины вторичные – трещины, которые образовались после окончательного формирования данной г. п. Могут быть *тектоническими* и *экзогенными*.

Трещины выветривания – нетектонические трещины в г. п., возникающие близ поверхности Земли, в основном, из-за колебаний температуры воздуха. Т. в. обычно бессистемны, т. е. их ориентировка неупорядочена, хаотична.

Трещины нетектонические – трещины, образование которых не связано с движениями блоков земной коры. К ним относятся Т. *первичные*, *выветривания*, *обвалов*, *разгрузки* и др. Чаще всего являются *экзогенными*.

Трещины обвалов, оползней и провалов – нетектонические трещины, возникающие при движении больших масс г. п. под действием силы тяжести. Зародыш будущего обрушения или оползания.

Трещины первичные – нетектонические трещины, которые образуются в процессе формирования г. п.: остывания магмы и лавы, усыхания водных осадков и физико-химических их изменений. Ориентировка Т. п. в пространстве закономерна, в результате чего г. п. оказывается рассечённой 3–4 системами трещин. Приводят к образованию *отдельности*.

Трещины разгрузки – нетектонические трещины, возникающие в результате разрядки внутренних механических напряжений на границах полостей в г. п. (обрывы, склоны, откосы карьеров, котлованов и т. п.); в большинстве случаев они параллельны границам полости. По Т. р., выходящим на поверхность земли, со временем происходят обвалы, оползни и оскользящие. Син. – Трещины бортового отпора, трещины отседания.

Трещины тектонические – трещины, образующиеся в результате *тектонических процессов*. К ним относятся трещины отрыва, скалывания и *кливажа*.

Трубы бурильные – стальные трубы, предназначенные для передачи механического воздействия (вращение, осевое давление, удары, вибрация) от бурового станка к породоразрушающему инструменту и для доставки к забою скважины промывочной жидкости или воздуха.

Трубы обсадные – стальные цельнотянутые трубы, применяемые для крепления неустойчивых стенок скважин.

Тысячная:

- 1) В инженерных дисциплинах син. термина *«промилле»*.
- 2) В военном деле – единица измерения углов – $1/6000$ полного угла, примерно 3,5 минуты. Син. – Деление угломера.

У

УГВ – общепринятое сокращение термина «уровень грунтовых вод».

Угол падения – см. *Элементы залегания*.

Уклон:

- 1) В инженерном деле тангенс угла наклона чего-либо относительно горизонтальной плоскости. См. *промилле*.
- 2) В горном деле – наклонная выработка, проходимая с поверхности земли или из *шахты*.

Уровень грунтовых вод – отметка или глубина свободной поверхности (зеркала) грунтовых вод. Общепринятая аббревиатура – УГВ.

Уровень подземных вод – отметка или глубина природного положения свободной (для грунтовых вод) или напорной поверхности подземных вод в данном месте по отношению к любой плоскости сравнения. Син. – *Статический уровень*.

Условные обозначения – то же, что *легенда*.

Устье горной выработки – место пересечения выработки с поверхностью, от которой начата её проходка. *См. Забой.*

Уступ – в карьерах – часть рабочего борта карьера в форме ступени, разрабатываемая с применением самостоятельного комплекса горного и транспортного оборудования. Крутизна откоса *У.* и его высота зависят от физико-механических свойств г. п. и применяемого оборудования. Высота *У.* обычно составляет 5–30 м для вскрышных и 10–20 м для добычных *У.*

Учёт запасов – отражение изменения запасов п. и. по мере разведки и разработки м-ния. Ведётся по категориям запасов и может быть нарастающим (до начала эксплуатации) и балансовым. *У. з.* является обязательным для всех геологоразведочных и горнодобывающих предприятий, на его основе производится государственный учёт запасов по состоянию на начало каждого года. *См. Баланс запасов, Категория запасов.*

Ф

Физико-механические свойства скальных г. п. – Син. – Строительные свойства, Геотехнические свойства (*см.*)

Фильтр – устройство для отделения твердых примесей от жидкостного или газового потока пропусканием сквозь пористый материал, массив или конструкцию. Почти в обязательном порядке устраиваются в водозаборных и дренажных скважинах для предотвращения выноса мелких частиц грунта из водоносного слоя в ствол скважины. В зависимости от зернового состава грунтов применяются *Ф.* дырчатые, обмоточные, сетчатые и т. д.

Фильтр обратный – несколько слоёв сыпучих грунтов, уложенных в порядке возрастания крупности частиц по направлению водяного потока, предохраняющих защищаемый слой от выноса частиц и вызывающих этим деформации вышележащего грунтового массива. *Ф. о.* обычно устраиваются в низовой части дамб и в основании нерабочих откосов карьеров для

предотвращения возникновения суффозионных оползней. См. пп. 6.3, 6.4 и *Оползни, Суффозия*.

Фильтрация – движение жидкостей и газов в пористой или трещиноватой среде.

Фоновое содержание – среднее содержание элементов или минералов в г. п. определённого типа вдали от м-ний п. и. Превышение содержания чего-либо над фоновым в 2–3 раза может являться *поисковым признаком*.

Форма геологических тел – выделяют три основных вида: изометричные (гнезда, интрузивные тела), плоские (слои, пластообразные залежи, жилы) и вытянутые (речные россыпи, трубки взрыва). Играет основную роль при определении конфигурации поисковой и разведочной *сети*.

Форшок – относительно слабые землетрясения, предшествующие основному толчку.

Фракция – компонент нескального грунта, выделяемый:

- 1) по размерам зерен (галечниковая, гравийная и т. п. или крупнее 10 мм, от 10 до 5 мм и т. д.);
- 2) по плотности зёрен (тяжелая и легкая);
- 3) по химическому составу (органическая, коллоидная);
- 4) по магнитным свойствам (магнитная, немагнитная) и т. д.

Фундамент – в строительстве – инженерная конструкция, передающая нагрузку от здания или сооружения на грунты *основания*.

X

Хвостохранилища – места складирования *хвостов*.

Хвосты – в горном деле – отходы процесса получения концентрата при промышленном обогащении п. и., состоящие, в основном, из пустой породы. Могут являться попутным сырьём, т. е. находить применение в

других отраслях промышленности или в строительстве. Известны случаи, когда вчерашние хвосты со временем становились важными полезными ископаемыми.

Ц

Цветные металлы – промышленное название всех металлов, кроме железа и титана.

Цемент¹ – в строительстве – название группы гидравлических вяжущих материалов. В состав Ц. входят тонкоразмолотые продукты обжига известняка, глины и др. г. п. Основное применение Ц. – получение бетона.

Цемент² – в геологии – минеральное вещество, заполняющее пространство между обломочными зернами г. п. и скрепляющее их между собой. Ц. по прочности может быть слабым и прочным, по минеральному составу – известковым, кремнистым, железистым, глинистым и т. д.

Цементация горных пород – повышение монолитности и уменьшение водопроницаемости трещиноватых скальных пород путём нагнетания в них жидкого цементного раствора через систему скважин. Применяется для борьбы с *обвалами* на откосах карьеров и дорожных выемок.

Цунами – огромные, разрушительной силы волны (обычно 3–7 подряд), возникающие при некоторых подводных землетрясениях. При подходе к берегам высота волны может достигать 30–40 м (в сужающихся бухтах – иногда до 80 м). Длина волны (расстояние между соседними гребнями) – десятки километров, скорость – 150–250 км/ч.

Ч

Чаша оттаивания – верхняя часть массива вечномерзлых грунтов, оттаявшая под воздействием теплового поля здания или сооружения. При

отсутствии специальных мер глубина Ч. о. отапливаемых строений примерно равна их двойной ширине.

Четвертичные отложения – отложения, образовавшиеся в течение *четвертичного периода* и представляющие собой рыхлые покровы *коренных пород*, реже – скальные *эффузивные г. п.*

Ш

Шахта – горное предприятие, осуществляющее подземную разработку п. и. Включает наземные сооружения (надшахтные и административно-хозяйственные здания, склады, терриконы), открытые (шахтные стволы) и закрытые (подземные) горные выработки.

Шахта разведочная – открытая вертикальная горная выработка с площадью поперечного сечения больше $4\text{--}5\text{ м}^2$, предназначенная для геологоразведочных или опытных инженерно-геол. работ.

Шахтный колодец – вертикальное водозаборное сооружение большого поперечного сечения ($5\text{--}20\text{ м}^2$) и небольшой (до $15\text{--}30\text{ м}$) глубины. Колодцы меньшего сечения с деревянной крепью, сооружаемые в индивидуальном или коллективном порядке, называются бытовыми колодцами.

Шкала интенсивности землетрясений – см. *Интенсивность (сила) землетрясения.*

Шкала Рихтера – шкала, позволяющая оперативно (за $15\text{--}30$ мин) определять интенсивность землетрясения по результатам обработки сейсмограмм с ошибкой до $0,5$ балла.

Шлам буровой – смесь частиц разрушенных г. п. и бурового снаряда, истирающего материала и промывочной жидкости, образующаяся при бурении скважин.

Шлих – концентрат минералов, полученный при промывке рыхлых или искусственно раздробленных пород. Ш. обогащен тяжелой фракцией

(в основном, рудные минералы, драгоценные металлы и камни и пр.), в нём могут обнаружиться самородки золота и платины.

Шлиховая съёмка – метод поисков тяжелых металлов и минералов, заключающийся в отборе и промывке проб рыхлых приповерхностных отложений. См. *Ендовка, Лоток, Шлих*.

Шлюз (в практике разработки россыпей) – узел промывочных приборов – наклонный желоб, перегороденный планками, в котором при промывке осаждается *шлих*.

Шпунтовая стенка – сплошная стенка, образованная забитыми в грунт металлическими шпунтовыми сваями специального сечения (шпунтинами). Син. – Шпунтовое ограждение.

Шпур – цилиндрическое отверстие диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м, получаемое в результате бурения в заранее заданном направлении. Предназначены чаще всего для размещения заряда взрывчатых веществ, реже – для установки анкерной крепи, откачки или нагнетания воды.

Штольня – открытая (выходящая на поверхность земли) горизонтальная или слабо наклонная горная выработка, тупиковый тоннель. Ш. могут быть разведочными, эксплуатационными и вспомогательными (водоотлив, вентиляция, откатка г. п.). Проходка Ш. производится на участках с изрезанным рельефом.

Шурф – открытая вертикальная горная выработка прямоугольного или круглого (“дудка”) сечения площадью до 2,5 м² и глубиной от 2–3 до 10–20 м, редко более. Применяется в геологоразведочных, инженерно-геол. и добычных целях.

Щ

Щебень – почти не окатанные остроугольные обломки со средними размерами 10–200 мм, возникшие при физическом выветривании г. п. или

в результате их дробления. По преобладающей величине обломков выделяют Щ. очень крупный (более 100 мм), крупный (50–100 мм), средний (25–50 мм) и мелкий. Щебнем называются также рыхлые г. п., сложенные преимущественно обломками такого размера и формы, в этом случае правильный термин “щебенистый грунт”.

Э

Экспликация – легенда, составленная в виде таблицы и содержащая объяснение и оценку применённых условных обозначений.

Экзогенные процессы – геол. процессы, происходящие близ поверхности Земли при участии температурных колебаний, солнечного излучения, силы тяжести, действий ветра, воды, газов, растений и животных. К ним относятся выветривание, склоновые процессы, деятельность поверхностного и подземного водного стока, мерзлотные процессы, деятельность рек, морей и озёр и т. п. Э. п. сглаживают и выравнивают поверхность Земли и формируют осадочные г. п. См. гл. 6.

Элементы залегания – линии и углы, определяющие положение геол. плоскостей (слои, контакты, трещины, жилы, линии разломов и т. п.) в пространстве:

1) азимут простирания – угол между направлением на север и горизонтальной линией на поверхности плоского тела (линией простирания);

2) азимут падения (или восстания) – угол между направлением на север и линией максимального наклона вниз (или вверх) поверхности этого тела (линии падения или восстания);

3) угол падения (или восстания) – максимальный угол наклона тела к горизонтальной плоскости. Измеряется с помощью *горного компаса*.

Элювий – продукты выветривания г. п., оставшиеся на месте своего образования. Имеет различный механический состав – от глин до глыб, книзу постепенно переходит в подстилающие (материнские) г. п. Отличается отсутствием слоистости, сортировки и окатанности, весьма неоднороден как в плане, так и по вертикали. *См. Выветривание.*

Эндогенные процессы – геол. процессы, происходящие при участии внутренней энергии Земли, – движение материков, глубинный магматизм, вулканические извержения, *землетрясения, цунами* и др.

Эпицентр землетрясения – участок земли, расположенный над *гипоцентром землетрясения*, район в котором *интенсивность* землетрясения максимальна и разрушения наиболее велики.

Эпицентральное расстояние – расстояние между *эпицентром* землетрясения и рассматриваемой точкой.

Эрозия – процесс разрушения г. п. водными потоками. Различаются Э. плоскостная (смыв), линейная (струйный размыв и оврагообразование) и речная (боковая и донная).

'Эфель, или эфе'ля (старательский жаргон), – мелкая и лёгкая фракция г. п., уносимая водой при промывке. Может содержать значительное кол-во очень мелкого, видимого только под лупой золота.

Эффузивные породы – г. п., возникшие в результате застывания излившейся на поверхность лавы.

Я

Явления инженерно-геологические – результат процессов, возникающих в геол. среде под воздействием хозяйственного освоения территории, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, включая карьеры, дороги и пр. Наиболее часты и типичны:

1) осадка инженерных объектов, вызванная их давлением на грунты основания или оттаиванием вечномёрзлых грунтов;

2) выпучивание фундаментов в результате промерзания–оттаивания грунтов;

3) деформации откосов карьеров, отвалов, дорожных выемок и насыпей – обвалы, осыпи, оползни и т. п.;

4) подтопление и заболачивание территорий и т. д.

Явления физико-геологические – результат процессов, происходящих в геол. среде в ненарушенных человеком природных условиях в результате развития природных геологических процессов.

Учебное издание

Пичкунов Александр Петрович

ГОРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Компьютерный набор *А. П. Пичкунова*

Дизайн обложки *А. П. Пичкунова, Е. И. Саморядовой*

Печатается с авторского оригинала-макета

Подписано в печать 10.10.18. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 10,1. Тираж 40 экз. Заказ 349.

Издательство Тихоокеанского государственного университета.

680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства Тихоокеанского государственного университета.

680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.