

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
среднего профессионального образования

«ЙОШКАР-ОЛИНСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной работе

 Н.В. Щеглова
« 5 » сентября 2023 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

КУРС ЛЕКЦИЙ

**по теме 1.1 Инженерно-геологические
исследования строительных площадок**

**ПМ.01 УЧАСТИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДА-
НИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

для студентов специальности

среднего профессионального образования

**08.02.01 СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДА-
НИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Йошкар-Ола
2023

Составитель: Крылова К.В., преподаватель первой квалификационной категории
Рецензент: Васенева Е.К., преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ РМЭ «ЙОСТ»

Курс лекций по теме 1.1 Инженерно-геологические исследования строительных площадок ПМ.01 Участие в проектировании зданий и сооружений для студентов специальности среднего профессионального образования 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

58 с., ил.

Курс лекций содержит лекционный материал по теме 1.1 Инженерно-геологические исследования строительных площадок ПМ.01 и может быть использован преподавателями и студентами среднего профессионального образования специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений в качестве теоретического материала для аудиторной и самостоятельной работы по данной дисциплине.

Одобрено

на заседании методической цикловой комиссии профессий и специальностей строительного
профиля ГБПОУ Республики Марий Эл
«Йошкар-Олинский строительный техникум»
Протокол № 1 от «05» сентября 2023 г.

Председатель МЦК _____



Е.К. Васенева

Содержание

Введение.....	4
Тема 1. Геологическое строение и возраст горных пород.....	8
Тема 2. Минералы горных пород.....	12
Тема 3. Горные породы и процессы в них	25
Тема 4. Грунтоведение.....	36
Тема 5. Геоморфология.....	40
Тема 6. Гидрогеология.....	44
Тема 7. Инженерно-геологические изыскания.....	53
Тема 8. Понятие о геологической карте и разрезе.....	55
Литература.....	58

Введение

Термин *геология* состоит из двух греческих слов: «гео» - земля и «логос» знание, наука. Следовательно, геология – наука о Земле. Но землю изучают и география, геофизика, геохимия, но подходы у этих наук к изучению Земли разные.

География изучает устройство земной поверхности, ее ландшафты, атмосферу и гидросферу планеты и их взаимодействие, а также их взаимоотношения земных оболочек с населяющим планету органическим миром.

Геофизика занимается изучением внутреннего строения Земли, физического состояния недр, гравитационного, магнитного, теплового и электрического полей Земли.

Геохимия изучает химическое строение Земли и ее отдельных оболочек, поведение и миграцию химических элементов, их изотопов и соединений.

***Геология** – наука о строении Земли, ее происхождении и развитии, основанная на изучении горных пород и земной коры в целом всеми доступными методами с привлечением данных астрономии, астрофизики, физики, химии, биологии и др. наук.*

Как видно по определению объект исследований весьма объемён и сложен, поэтому в геологии существует более 100 специальностей и специализаций, связанных с химией, физикой, биологией, математикой и кибернетикой, астрономией и астрофизикой и т.д.

С некоторой долей условности геологию можно разделить на два направления: *практическую или прикладную и теоретическую.*

Геология прикладная объединяет следующие отрасли: *геологию полезных ископаемых (рудных, нерудных, горючих), гидрогеологию (пресных, минеральных и термальных вод), инженерную геологию, нефтепромысловую, рудничную, мониторинг опасных геологических процессов (эндогенных и экзогенных), космическую геологию и т. д.*

Теоретические проблемы геологии рассматриваются в рамках следующих наук:

1. минералогии, петрологии, кристаллографии, кристаллохимии, литологии, геохимии,
2. динамической геологии с разделами геотектоника, геоморфология, вулканология, сейсмология,
3. историческая геология с разделами палеогеография и палеотектоника, стратиграфия, палеонтология, экологическая геология,
4. региональная геология.

Основные понятия

Геология полезных ископаемых раздел геологии, изучающий условия образования и закономерности распространения в земной коре полезных ископаемых, особенности их строения и связи рудных тел с вмещающими их породами.

Полезное ископаемое – природное скопление минералов в земной коре, которое может быть использовано в народном хозяйстве. Скопления полезных ископаемых образуют месторождения.

Гидрогеология – наука о подземных водах: об их происхождении, условиях залегания, законах движения, режиме, физических и химических свойствах.

Инженерная геология – отрасль геологии изучающая геологические условия и динамику верхних горизонтов земной коры в связи с инженерной деятельностью человека.

Нефтепромысловая геология – изучает вопросы разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений.

Рудничная геология – геол. обслуживание рудников в процессе эксплуатации месторождения, поиск и доразведка, обеспечение добычи.

Мониторинг опасных геологических процессов (ОГП) – регулярные наблюдения за условиями и динамикой развития ОГП в пространстве и во времени с целью прогнозирования их возможного негативного (катастрофического) развития и выработке мероприятий по предупреждению отрицательных экологических последствий.

Минералогия (поздне. лат. *minera* – руда) – наука о минералах.

Петрология – наука всесторонне изучающая магматические и метаморфические г.п. с точки зрения их вещественного состава, геологических особенностей и генезиса.

Кристаллография – наука о кристаллах и кристаллическом веществе; делится на геометрическую, физическую и химическую. Кристаллохимия – раздел кристаллографии.

Литология – наука о составе, структурах, текстурах и генезисе осадочных горных пород, включая и руды.

Геохимия – наука о распределении (концентрации и рассеянии) и процессах миграции химических элементов в земной коре и насколько возможно в Земле в целом.

Динамическая геология – раздел геологии, изучающий процессы, происходящие на поверхности Земли и в её недрах.

Историческая геология – раздел геологии, изучающий историю и закономерности развития Земли с момента образования земной коры до современного её состояния.

Стратиграфия – раздел исторической геологии, охватывающий вопросы исторической последовательности, первичных взаимоотношений и географического распространения осадочных, вулканогенных и метаморфических образо-

ваний, слагающих земную кору и отражающих естественные этапы развития Земли и населяющего её органического мира.

Региональная геология – раздел геологии, изучающий геологическое строение отдельных участков земной коры (целых континентов, складчатых систем, платформ или их крупных частей).

Все перечисленные науки базируются на огромном естественном полигоне, который зовется планета Земля. Все разработки и исследования начинаются с полевых наблюдений и носят название **полевая геология**. Окончательная обработка материалов полевых исследований производится в **камеральный период**.

Сейчас, как и раньше, основным инструментом при полевых исследованиях является человек, вооруженный знаниями и опытом предыдущих поколений геологов. Кроме горного компаса и геологического молотка у современного геолога на вооружении имеются аэро- и космо съемка, техника для проходки поверхностных и подземных горных выработок и буровых скважин, геохимические и геофизические методы для производства геологического картирования и поисков полезных ископаемых.

Объектами геологических исследований являются:

- природные тела, слагающие верхние горизонты твердой оболочки Земли, т.е. минералы, руды и горные породы;
- различные геологические процессы, в результате которых появляются, развиваются и исчезают природные тела, а также формируется рельеф земной поверхности;
- взаимное расположение природных тел в земной коре, которые определяют геологическое строение и геологическую структуру, время их возникновения и историю развития;
- причины и закономерности возникновения и развития геологических процессов, а также закономерности развития Земли.

Специфические особенности геологических объектов и процессов:

- исключительно большие масштабы, могут захватывать целые континенты;
- исключительно большая длительность воздействия, охватывают сотни миллионов лет;
- высвобождение огромных количеств энергии в короткое время, землетрясения, гигантские обвалы;
- невозможность проведения экспериментов, соизмеримых по масштабам, времени и количеству факторов влияния.

Вследствие этого судить о процессах, проявившихся в образовании различных горных пород, руд и минералов, геологических напластований и структур, можно лишь по их конечным результатам, которые тщательно изучаются. Понять действие геологических процессов возможно только путем восстановления их природы и истории развития.

Геология обладает собственными методами исследования.

В настоящее время геологические работы начинаются с предварительного изучения интересующей территории или объекта – имеющихся материалов предыдущих исследований; фотографий, полученных с самолета и из космоса, картографических материалов и данных других специальных исследований.

Основной этап работ начинается с полевых исследований, описания состава горных пород, типа, характера напластований, условий залегания, взаимоотношения слоев по естественным и искусственным (канавы, шурфы, скважины) обнажениям. Для более точного определения типов пород, их минерального и химического состава, производится отбор образцов и проб различных типов. В толщах осадочных пород ведется поиск и отбор ископаемых остатков флоры и фауны, для определения возраста отложений. Образцы и пробы обрабатываются в специализированных лабораториях как во время полевого, так и во время камерального периодов.

Полевые и камеральные работы завершаются составлением отчета с комплектом геологических карт и разрезов (*геологическое картирование*).

В 20 веке геологические исследования с континентов распространились на Мировой океан. Появилась *морская геология*. Это было вызвано тем обстоятельством, что на дне и под дном морей и океанов были найдены различные полезные ископаемые в больших количествах. Прежде всего это нефть и газ – 40% мировой добычи, фосфориты, железо-марганцевые руды, монцанитовые россыпи и т.д. Нефть и газ добываются со специальных платформ.

Геология, как и любая естественная наука, собирает факты, обобщает их различными методами и способами, которые помогают выявить закономерности, а также выдвигает гипотезы и теории, которыми объясняются геологические явления.

В геологии осуществляется синергетический подход к обобщению фактов, т.е. все природные явления и предметы, а не только геологические, рассматриваются всесторонне, в их естественной взаимосвязи и взаимозависимости, идет поиск противоречий и закономерностей, с помощью которых раскрывается движущая сила развития, вскрывается переход количественных взаимоотношений в качественные, объясняются природа и ход эволюционных развитий.

Построения ведутся на основе метода *актуализма*.

Так как при развитии Земли условия в её недрах и на поверхности существенно изменялись, то для реконструкции геологических событий прошлого применяется метод *сравнительной планетологии* и метод *сравнительно-исторического анализа*.

Экспериментальные исследования: синтез минералов (алмазов, рубинов, сапфиров, топаза, кварца, и т. д.), в петрологии плавление и синтез горных пород, в геотектонике - воспроизведение деформаций горных пород, слагающих литосферные плиты.

Широко применяется *математическое* или компьютерное *моделирование*.

Тема 1. Геологическое строение и возраст горных пород

Земля – одна из 9 планет Солнечной системы, а Солнце представляет собой самую рядовую звезду типа желтого карлика, находящуюся в Галактике Млечного Пути, одной из сотен тысяч галактик в наблюдаемой части Вселенной.

Форма и размеры Земли

Исследования формы Земли при помощи современных методов позволили уточнить форму и размеры Земли, которые были вычислены геодезистом А.А. Изотовым в 1940г (эллипсоид Красовского).

Основные параметры:

- | | |
|--|--|
| – экваториальный радиус, a | 6378.245 км; |
| – Полярный радиус, c | 6356.863 км; |
| – Полярное сжатие, $(a-c/a)$ | 1/297.3 |
| – Площадь поверхности около | 5210 млн км ² ; |
| – Объем | $1083 \cdot 10^{12}$ км ³ ; |
| – Масса Земли | $5.976 \cdot 10^{18}$ т; |
| – Средняя плотность | 5.52 г/см ³ ; |
| – Средняя плотность горных пород на земной поверхности | 2.8 г/см ³ . |

Разница значений плотностей указывает на то, что в недрах Земли должны находиться очень плотные породы.

Наиболее высокая точка г. Эверест (Джомолунгма) 8848м, наибольшая глубина 11022 м, т.о. размах рельефа составляет 19870 м.

Гипсографическая кривая.

- Средняя высота материков 850 м;
- Средняя глубина океанов 3800 м;
- Земная поверхность: океан – 70.8 %; суша – 29.2 %.

Внешние и внутренние оболочки Земли

Поверхность Земли – поверхность раздела.

Атмосфера. Верхняя граница 700-800 км, или даже 900-1000 км, а с учетом экзосферы 2000-3000 км, в настоящее время содержит $5.3 \cdot 10^3$ трлн т воздуха, что составляет одну миллионную часть массы Земли, около 90 % массы атмосферы приходится на нижние 10 км. Плотность воздуха на уровне моря $1.3 \cdot 10^{-3}$ г/см³.

Тропосфера. До 10-12 км, формируются погода и климат, мощные воздушные течения, циклоны и антициклоны.

Сухой воздух состоит: азот 78.08%, кислород 20.95%, аргон 0.93%, углекислый газ 0.03%, в малых количествах благородные газы и водород. Пыль природная и антропогенная.

Температура медленно понижается до минус 60-70°C на высотах 10-12 км.

Стратосфера. До 50 км. До 40 км температура от -40 до -50 °C, затем быстро возрастает до +15 °C. В наст. время обнаружена активная циркуляция воздуха в стратосфере. Важно наличие озонового слоя на высотах от 17 до 30 км, который задерживает ультрафиолет.

Мезосфера. Высоты 50-80 км. Газовый состав, с преобладанием кислорода и азота, очень устойчив. Температура от нижней границы к верхней понижается от -70 до -90°C.

У верхней границы образуются серебристые облака, состоящие из мелких кристалликов льда.

Термосфера. (Верхняя граница около 800-1000 км). Наиболее разреженный слой с повышенной ионизацией с существенным повышением температуры. Температура изменяется от -90 °C на h около 80 км до 400 °C при h около 200 км.

Гидросфера располагается между атм. и твердой земной поверхностью. Прерывистая водная оболочка земли, куда кроме Мирового океана входят все наземные и подземные воды.

В составе Гидросферы 3 осн. типа: океаносфера (моря и океаны); воды суши; ледники.

Промежуточное положение – подземные воды, сосредоточенные в литосфере, но тесно связанные с водами Г-сферы.

По В.И. Вернадскому количество вод оценивается:

Океаны – 1370млн. км³;

На суше – 4млн. км³;

Материковых льдов – 16-20млн. км³

Подземных – 400млн. км³.

Всего - 1.8млрд. км³.

Химический состав гидросферы различен для вод суши и мирового океана. В океанской воде, в среднем 35 г солей в 1 л. Пресные воды до 1 г/л.

Гидросфера играет в геологической истории развития Земли одну из самых важных ролей. В её пределах возникла и развивается жизнь, проходят сложнейшую эволюцию земные организмы. В гидросфере образуются и развиваются своеобразные ландшафты, осадочные горные породы и рельеф Земли.

Биосфера. Оболочка Земли в которой сосредоточена жизнь, - была выделена в 1875 г. австрийским геологом Э. Зюссом, однако её особое значение для геологических и геохимических процессов было выявлено значительно позже акад. В.И. Вернадским. Биосфера окружает Землю сплошной оболочкой. Только кратеры действующих вулканов, потоки не застывшей лавы и, может быть, некоторые замкнутые водоемы с особенно высокой концентрацией мин. солей и кислот могут считаться временно безжизненными, но только временно.

Нижняя граница биосферы (по Вернадскому) «должна лежать выше областей, где господствуют горячие пары воды и температура не опускается ниже 100 °C, в среднем на уровне 3-4 км от уровня геоида», т.е. положение этой границы определяется предельной температурой, при которой могут существовать простейшие организмы.

По подсчетам Вернадского масса живой органической материи на Земле - 0.001 % от массы земной коры. Большая её часть в океане в виде планктона.

Геологическое значение живых организмов огромно. Пропускают через себя и перерабатывают большое количество вещества. За 13 лет организмы пропускают через себя такое количество углерода, которое в 10 раз превышает все его содержание в земной коре. В.И. Вернадский считает весь кислород атмосферы продуктом жизнедеятельности организмов. Скопления каменного угля, торфа, нефти, мела, известняков (органогенных), фосфоритов, многих железных и марганцевых руд и т.п. – результат жизнедеятельности организмов, также как и почвы результат взаимодействия их с горными породами.

20-22 элемента могут концентрироваться в организмах в значительных количествах. Это Pb, Zn, Ni, Pt, Be, U, редкие земли и другие элементы.

По концентрации элементов в растениях – геоботанический метод поисков.

Земная кора. Представления о составе и физическом состоянии земных глубин основывается на комплексных геофизических исследованиях недр Земли. Главным является сейсмический метод (греч. «сейсма» - сотрясение), основанный на изучении путей и скоростей распространения внутри Земли упругих колебаний, возникающих при землетрясениях и вызванных искусственными взрывами.

Продольные волны - частицы материи колеблются в направлении движения волны (вдоль сейсмического луча). При этом создаются участки сжатия и расширения, распространяющиеся во все стороны от очага землетрясения (реакция среды на изменение объема). Продольные волны могут распространяться в твердых, жидких и газообразных средах, идут быстрее других и первыми приходят к наблюдателю.

Поперечные волны (реакция среды на изменение формы) распространяются только в твердых телах. Частицы материи колеблются в плоскости, перпендикулярной направлению сейсмического луча.

При анализе изменения скоростей сейсмических волн (естественных и искусственных), проходящих через земной шар (сейсмическое зондирование), выделяют три главные сферы Земли, отделенных друг от друга поверхностями раздела, где резко меняются скорости волн.

Земная кора – это твердая внешняя оболочка Земли. Её мощность колеблется от 5-20 (12) км в океанах до 30-40 км в равнинных областях и до 50-75 км в горных регионах.

При $M_{cp}=33$ км, $P_{cp}=2.8$ г/см³ масса коры составит $4.7 \cdot 10^7$ трлн т, или 0.8% всей массы Земли. До недавнего времени этот слой называли **сиалью** (кремний и алюминий), в отличие от нижних слоев, которые называли **симой** (кремний +магний).

В действительности земная кора состоит из легкоплавких силикатов с преобладанием алюмосиликатов. Больше всего в земной коре содержится кислорода (49.13%), кремния (26%), и алюминия (7.45%). Кислород в земной коре содержится в форме оксидов, в среднем: SiO₂ – 58%; Al₂O₃ – 15%; FeO и Fe₂O₃ – 8%; CaO – 6%; MgO и Na₂O – 4%; K₂O – 2.5%

Граница земной коры от нижележащей мантии характеризуется возрастанием скорости сейсмических волн: продольных от 5.57-7.6 до 7.9-8.3 км/с; поперечных от 3.36-3.7 до 4.5-4.7 км/с.

Поверхностный раздел открыт югославским сейсмологом А. Мохоровичичем и назван поверхностью Мохоровичича или Мохо.

Мантия Земли распространяется под земной корой до глубины 2900 км от поверхности.

Её делят на две части: верхнюю – слои «В» и «С» до глубины 900-1000 км;

Нижнюю – слои «D» и «D₁» глубины от 900-1000 до 2900 км.

Слой «В» - Гутнберга, а слой «С» - переходный или слой Голицина.

В слое «В» - **астеносфера**. Под континентами 80-120 до 200-250 км, под океанами от 50-60 до 300-400 км. Астеносфера является волноводом - Дж Баррелл, 1916 г.

Верхняя часть мантии (твердая) вместе с земной корой – литосфера.

К астеносфере приурочено большинство зарегистрированных очагов промежуточных землетрясений. Полагают, что в ней возникают магматические очаги, что это наиболее вероятная зона проявления подкоровых конвекционных течений и зарождения вертикальных и горизонтальных движений земной коры, т.е. важнейших эндогенных процессов, имеющих непосредственное отношение к становлению земной коры, к её деформациям, строению и составу. *Поэтом астеносферу вместе с перекрывающей её частью верхней мантии и земной корой объединяют в **тектоносферу**.*

Ниже астеносферы скорость продольных волн резко возрастает, достигая на глубинах 900-2000 км 11.3 – 11.4 км/с.

В нижней мантии скорости поперечных волн хотя и продолжают расти, но значительно медленнее, чем в слое «С» верхней мантии, достигая на глубинах 2700-2900 км 13.6 км/с.

На глубине 2900 км намечается новый раздел сейсмического характера, который отделяет мантию от ядра. Здесь скорости продольных волн скачкообразно падают с 13.6 км/с в основании мантии до 8.1 км/с в ядре.

Ядро Земли. В нем выделяются внешнее, переходное и внутреннее ядра.

Внешнее на глубине 2900 до 4980 км, переходное – до глубин 51120 км, а внутреннее ядро находится ниже.

Скорость распространения продольных сейсмических волн (Р) в нижней части земной коры в среднем составляет 6.5-7.4 км/с, а поперечных (S) – около 3.73.8 км/с.

Тема 2. Минералы горных пород

Минерал (фр. *minéral*, от позднелат. *minera* — руда) — природное тело с определённым химическим составом и кристаллической структурой, образующееся в результате природных физико-химических процессов и являющееся составной частью Земной Коры, горных пород, руд, метеоритов. Изучением минералов занимается наука минералогия.

Известно около 2200 минералов, а число их названий с разновидностями более 4000. Последнее объясняется тем, что многие минералы имеют несколько названий (синонимы). Кроме того, разновидности минералов получают самостоятельные названия благодаря отклонениям от химического состава, цвета и других свойств. Широко распространенных в природе минералов насчитывается около 450 видов, остальные встречаются редко.

Названия минералов даются по характерным физическим свойствам, по химическому составу или по месту, где они были впервые обнаружены. Многие минералы названы в честь учёных открывших или описавших их.

Физические свойства минералов

Физические свойства минералов имеют большое практическое значение и очень важны для их диагностики. Они зависят от химического состава и типа кристаллической структуры. Выделяют основные свойства и особые.

Все основные свойства проявляются (кроме особых) у каждого минерала. Часто разные по химическому составу минералы бывают внешне похожи по одному или нескольким свойствам. Например, по цвету, блеску, прозрачности минералы кварц и кальцит похожи и их трудно отличить по этим свойствам. Но по другим свойствам - твердости и спайности они резко отличаются друг от друга. Эти свойства для них являются диагностическими признаками. Таким образом, свойства минералов, по которым их можно определить или отличить друг от друга являются их диагностическими признаками.

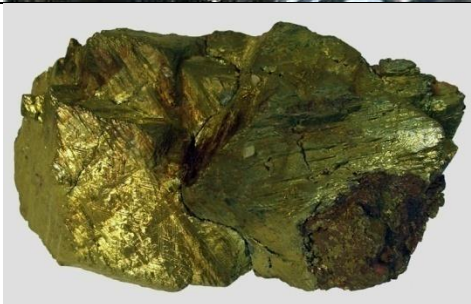
Цвет

Цвет — способность минерала отражать или пропускать через себя ту или иную часть видимого спектра.

Минералы могут иметь самые различные цвета и оттенки. Цвет минералов зависит от их внутренней структуры, от механических примесей и главным образом от присутствия элементов-хромофоров, т.е. носителей окраски. Известны многие элементы-хромофоры: таковы хром, ванадий, титан, марганец, железо, никель, кобальт, медь, уран, и некоторые другие. Эти элементы могут быть в минерале главными, или могут быть в виде примесей.

Таблица 1 - Минералы - эталоны цвета

Цвет	Минерал-эталон цвета	Рисунок
синий	лазурит, сапфир	
зеленый	малахит	
золотисто-желтый	ЗОЛОТО	
красный	киноварь	

свинцово-серый	молибденит		
черный	магнетит		
латунно-желтый	халькопирит		
бурый	лимонит		

Цвет черты

Минералы, твёрдость которых невелика (до 6), оставляют черту на неглазурованной фарфоровой пластинке (бисквит). Цвет черты, или цвет минерала в порошке может отличаться от цвета самого минерала.

Определение цвета черты

Цвет черты определяется путем царапания минералом по шероховатой белой поверхности (обычно используются фарфоровые пластинки — «бисквит»), на которой и остаётся «черта» характерной окраски.

Ощутимо надавливая на минерал, проведем на пластинке широкую черту. Если она недостаточно ярка, то следует провести ее еще несколько раз. У некоторых минералов уже первая черта хорошо заметна и густа (непросвечивающая) и иногда так интенсивно окрашена, что выглядит черной. Такую черту следует размазать, чтобы точно определить ее цвет.

В некоторых случаях, особенно когда минерал тверже, чем пластинка, черты не образуется. Тогда осколок минерала разбивается молотком или размаывается в ступке, а цвет полученного порошка определяется, на белом фоне.

Если минерал тверже бисквита, а у него твердость 5-6 (шкала Мооса), то считается, что цвета черты у него нет.

Блеск

Различают минералы с металлическим и неметаллическим блеском. **Металлический** блеск имеют те минералы (не зависимо от их окраски), которые дают черную черту на бисквите (неглазированная поверхность фарфора).

Металловидный или полуметаллический блеск имеют темноокрашенные минералы, дающие, однако, более слабую темную или цветную густо окрашенную черту (например хромит, лимонит).

Среди **неметаллических** блесков выделяют:

алмазный — очень интенсивный, характерный для некоторых прозрачных минералов с высоким показателем преломления (алмаз, сфалерит, реальгар и др.). Алмазный блеск переходит в металлический при уменьшении прозрачности минерала;

стеклянный — подобный отражению света от стекла, имеет обширные пределы. Типичный пример этого блеска можно наблюдать на кристаллических плоскостях кварца;

жирный имеющий меньшую интенсивность, чем стеклянный, похожий на отражение света от замасленной гладкой белой бумаги. Из минералов жирным блеском обладает опал;

матовый — имеет незначительную интенсивность или же практически ее лишен. Проявляется главным образом у землистых веществ, таких как каолин, вад и др.

Характерные типы блеска, обусловленные структурой минералов, следующие:

перламутровый — аналогичен отражению света от внутренних сторон раковин моллюсков. Он свойствен минералам тонкополосчатого строения (некоторые кальциты и опалы), а также обладающим совершенной спайностью (слюды, гипсы и др.). При такой спайности в минерале возникают тонкие трещинки вдоль плоскостей спайности, от которых отражается свет; наложение (интерференция) отраженного света и проявляется в виде пестрых окрасок;

шелковистый — характерный для волокнистых минералов, таких как хризотил, гипс, волокнистый кварц и др.

Восковой блеск - если не знаете, как выглядит воск, то, в принципе, можно посмотреть на стеариновую свечку. Что значит, не блестит? Блестит, точнее, отсвечивает тусклым блеском.

Определение блеска минерала

Металлический и неметаллический блеск различаются на глаз. Переходную форму — полуметаллический блеск — очень тяжело определить однозначно.

Степень интенсивности металлического блеска обычно не определяется, но в большинстве случаев он сильный (как, например, у пирита или галенита).

Отражение света при неметаллическом блеске связано с рядом таких факторов, как гладкость отражательной поверхности, прозрачность минерала, величина двупреломления, строение агрегата (т. е. сростка кристаллов) и т. п. Поэтому при неметаллическом блеске мы различаем как степень его интенсивности, так и его виды, обусловленные структурой минерала.

Твердость минерала

Твердость минерала — это способность его противостоять механическому воздействию — царапанию острым инструментом или другим минералом. Для практических целей пользуются эмпирической шкалой твердости, предложенной в начале XIX в. австрийским минералогом Моосом.

Шкала Мооса

1. тальк	6. полевой шпат
2. гипс	7. кварц
3. кальцит	8. топаз
4. флюорит	9. корунд
5. апатит	10. алмаз

Определение твердости минерала

Твердость определяется следующим образом. На поверхности исследуемого минерала выбирают гладкую площадку и, взяв минерал из шкалы Мооса, проводят им по ней под острым углом с нажимом. Если на поверхности исследуемого образца остается царапина, то его твердость меньше, чем у эталонного минерала. Необходимо убедиться в том, что на исследуемом образце остается именно царапина (углубление), а не порошок эталонного образца. Используя последовательно эталонные минералы от самого мягкого до наиболее твердого, добиваются такого положения, когда испытуемый образец располагается по своей твердости между двумя эталонными или испытуемый образец царапается эталонным и сам царапает его. В первом случае твердость исследуемого образца оценивается средней величиной, во втором — равна твердости эталонного. Например, если какой-нибудь минерал царапается кварцем и не царапается ортоклазом, то его твердость равна 6,5. Если же другой минерал царапается кальцитом и сам оставляет на нем царапину, то его твердость 3.

(При отсутствии шкалы Мооса твердость минералов можно определить и другими способами. Так, у графита мягкого карандаша твердость око-

ло 1. Минералы с такой твердостью пишут на бумаге, не оставляя на ней царапины. Минералы с твердостью до 2 царапаются ногтем; железный гвоздь, проволока имеют твердость 4 (бронзовая монета 3,5—4), стекло — 5, стальной нож, игла — 6. Кварц, имеющий твердость 7, широко встречается в природе. Следует иметь в виду, что отдельные минералы могут обладать различной твердостью в разных направлениях. Например, твердость дистена вдоль удлиненной грани равна 4, а перпендикулярно к ней — 6. Чтобы определить твердость минерала, представляющего собой порошкообразный или землистый агрегат, необходимо потереть этим порошком эталонный образец. Если последний покроется царапинами, то твердость эталона меньше, чем исследуемого образца.

ШКАЛА ТВЕРДОСТИ МООСА

					
1. ТАЛЬК	2. ГИПС	3. КАЛЬЦИТ	4. ФЛЮОРИТ		
					
5. АПАТИТ	6. ОРТОКЛАЗ	7. КВАРЦ	8. ТОПАЗ	9. КОРУНД	10. АЛМАЗ

Рисунок 1 – Шкала Мооса

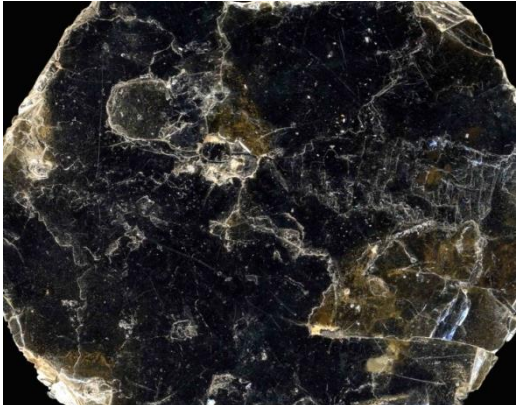
Спайность

Это способность кристаллов раскалываться по определённым кристаллографическим плоскостям с образованием блестящих поверхностей. Спайность может проявляться в одном, двух, трёх, четырёх и шести кристаллографических направлениях.

Определение спайности минерала

Степень совершенства проявления спайности исследуемого минерала определяется путем ее сопоставления, с данными 5-ступенчатой шкалы (таблица 2).

Таблица 2 – Определение спайности минерала

Спайность	Характеристика	Минерал
Спайность весьма совершенная	проявляется в способности кристалла расщепляться на тонкие пластинки. Получить излом иначе, чем по спайности в этих кристаллах чрезвычайно трудно (слюда, молибденит).	 Слюда
Спайность совершенная	проявляется при ударе молотком в виде выколов, представляющих собой уменьшенное подобие разбиваемого кристалла. Так, при разбивании галита получают мелкие правильные кубики, при дроблении кальцита – правильные ромбоэдри (топаз, хромдиопсид, флюорит, барит).	 Селенит
Спайность средняя (ясная)	на обломках кристаллов отчетливо наблюдаются как плоскости спайности, так и неровные изломы по случайным направлениям (полевые шпаты, пироксены).	 Малахит

Спайность несовершенная	обнаруживается с трудом при тщательном осмотре неровной поверхности скола минерала (апатит, касситерит).	 Апатит
Весьма несо- вершенная	практически отсутствует (кварц, пирит, гранат).	 Кварцит

Излом

При раскалывании минералов, лишенных спайности или обладающих плохой спайностью, возникают незакономерные поверхности излома, который по внешнему облику характеризуется как:

- раковистый** (опал),
- неровный** (пирит),
- ровный** (вюрцит),
- занозистый** (актинолит),
- крючковатый** (самородное серебро),
- шероховатый** (диопсид),
- землистый** (лимонит).
- сахаровидный** (апатит)
- ступенчатый излом** (галенит, галит)

Для минералов с весьма совершенной и совершенной спайностью чаще наблюдается ровный и ступенчатый изломы.

Плотность (удельный вес) минералов

Плотность минералов измеряется в граммах на см³ (г/см³) и в значениях, у разных минералов, колеблется от 1 (жидкие битумы) до 23 (осмистый иридий). Основная масса минералов имеет плотность от 2,5 до 3,5, что определяет среднюю плотность земной коры в 2,7 - 2,8 г/см³.

Удельные веса (плотность) минералов определяются в основном двумя способами:

- Методом вытеснения жидкости, т. е. путем взвешивания образца и измерения объема вытесненной им воды в сосуде. Так называемый весовой метод.
- Путем определения потери в весе минерала, погруженного в воду (абсолютный вес образца делят на потерю им веса в воде), т.е согласно закону Архимеда.

Минералы по плотности условно можно разделить на три группы:

- Легкие, плотность до 3,0 г/см³
- Средние, от 3,0 до 4,0 г/см³
- Тяжелые, плотность более 4,0 г/см³

Некоторые минералы легко узнаются по большой плотности (барит - 4,5, церрусит - 6,5). Минералы, содержащие тяжелые металлы, имеют большую плотность. Наибольшую плотность в мире минералов имеют самородные элементы - медь, серебро, золото, минералы группы платины.

Определение плотности: на практике удельный вес определяется лишь приблизительно, взвешивая на руке с оценкой – тяжелый (более 4 г/см), средний (сравнивая с тяжелыми и легкими минералами), легкий(менее 3 г/см).

Особые свойства минералов

Оптические свойства



Побежалость

Рисунок 2 - Побежалость

Побежалость - пёстрая или радужная окраска приповерхностного слоя. Она объясняется появлением тонких поверхностных плёнок за счёт изменения, например окисления, минералов.

Побежалость выглядит так, словно на камень плеснули бензин, и он теперь переливается на солнце всеми цветами радуги. Однако все дело в том, что свет отражается от множества мелких трещин и плоскостей на изломе камня и, смешиваясь, отраженные лучи дают вот такой изумительный эффект. Словно все цвета пробежали по невзрачному обломку.

Иризация (назв. от лат. «ирис» — радужная оболочка глаза, по подобию цветового спектра) — оптический эффект, проявляющийся у некоторых минералов в виде радужного цветового сияния при ярком освещении на ровном сколе камней и особенно после их полировки. Голубовато-белое до светло-синего, иногда с золотистыми, жёлтыми и красноватыми отливами, мерцание под поверхностью, меняющееся при малейшем повороте камня, часто наблюдается у калиевого (адуляр) и кальциево-натриевого (олигоклаз) полевых шпатов как следствие интерференции световых волн на их полисинтетически сдвоенных пластинках («лунный камень», «беломорит»). Иризация отмечается также у некоторых корундов и кварцев, изредка — у бериллов и диопсидов.

Прозрачность — это способность минералов пропускать свет. По этому признаку минералы разделяются на непрозрачные (пирит), полупрозрачные (халцедон), прозрачные (горный хрусталь).

Определение прозрачности:

К **прозрачным** относится, например, горный хрусталь — разновидность кварца. Горный хрусталь прозрачен, как чисто вымытое стекло, и если положить его на книжную страницу, то текст будет видно совершенно отчетливо. Необходимо отметить, что прозрачные камни бывают бесцветные (тот же горный хрусталь или алмаз), а могут быть окрашенными в разные цвета, например, в розовый (топаз), или в желтый (цитрин).

полупрозрачные — текст сквозь них вы не прочитаете, но смутные очертания книги разглядите.

просвечивающие — если взять такой кристалл и смотреть сквозь него на солнце, то вы увидите светлый круг или даже пятно, не более того.

прозрачные (просвечивающие) в тонкой пластине или в тонком крае. Звучит непривычно, но все просто. Сожмите пальцы одной руки вместе и посмотрите через них на свет (например, на комнатную лампу). Краешки пальцев будут просвечивать — там они соприкасаются кожей, а кожа почти прозрачна. Ровно также будут просвечивать камни в остро сколотых уголках, например, кремнь. И так же просвечивает распиленный на тонкие пластины (шлифы) агат или морион.

Двойное лучепреломление

Двулучепреломление. То есть луч (света) преломляется дважды. Берем прозрачный кристалл кальцита (исландского шпата), кладем его на текст и видим... что запись двоится. Проходящий через кристалл луч света действительно распадается на два, один из которых движется быстрее, а другой медленнее. Поэтому мы с вами видим два изображения.

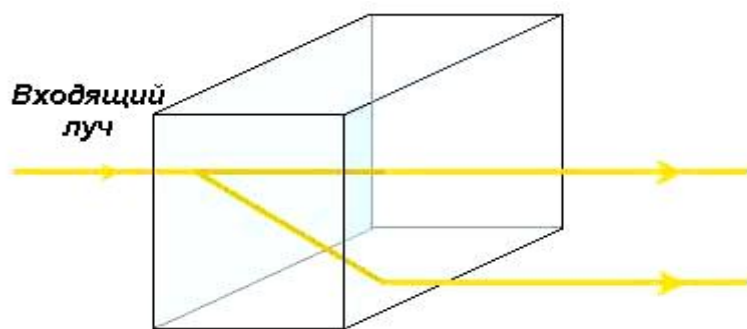


Рисунок 3 - Двойное лучепреломление

Свечение

Многие минералы, не светящиеся сами по себе, начинают светиться при некоторых специальных условиях (при нагревании, действии рентгеновскими, ультрафиолетовыми и катодными лучами, при разламывании, царапании и т. д.).

Различают фосфоресценцию, люминесценцию, термолюминесценцию и триболюминесценцию минералов.

Фосфоресценция—способность минерала светиться после воздействия на него теми или другими лучами (виллемит).

Люминесценция — способность светиться в момент облучения (шеелит при облучении ультрафиолетовыми и катодными лучами светится голубым светом).

Термолюминесценция — свечение при нагревании (флюорит, апатит).

Триболюминесценция — свечение в момент царапания иглой или раскалывания (слюды, корунд).

Механические свойства

Магнитность. Характерна для немногих минералов. Наиболее сильными магнитными свойствами обладает магнетит. Минералы, обладающие сильным полярным магнетизмом, называются ферромагнитными. Магнитность зависит от содержания главным образом двухвалентного железа, обнаруживается при помощи обычного магнита.

Хрупкость – прочность минеральных зерен (кристаллов), обнаруживающаяся при механическом раскалывании. Хрупкость иногда путают с твердостью. Но это не так. Некоторые твердые минералы могут с легкостью раскалываться, т.е. быть хрупкими (например, алмаз).

Ковкость.

Ковкость минералов в том, что они могут быть легко расплющены на тонкие пластинки. Пример: самородное золото, медь и т.п.

Гибкость.

Гибкость, свойство изгибаться, характерна для многих минералов. Так, гибкие листочки имеют кристаллы молибденита, хлоритов, талька, гидрослюд, но только у обычных слюд (мусковита, биотита и других) листочки в то же

время и упругие, - они восстанавливают первоначальное положение при снятии напряжения.

Определение хрупкости, рассыпчатости и ковкости.

Эти отличительные признаки характеризуют связность минерала. Чтобы их установить, осколок минерала положим на наковаленку и ударим по нему молотком. Если минерал разлетится на несколько кусков, то мы имеем дело с веществом хрупким, если рассыплется в порошок, который останется под молотком, - рассыпчатым. Если же осколок лишь расплющивается, но при этом сохраняет целостность и при последующих ударах становится все тоньше - минерал ковкий.

Прочие свойства минералов

Растворимость и вкус

Здесь классическим примером сразу для двух свойств является каменная соль, а точнее два минерала – галит (из него делают обычную поваренную соль) и сильвин. Оба они растворимы в воде (можете проверить, растворив щепотку соли) и имеют примечательный вкус. Галит просто соленый, а вот сильвин горько-соленый, причем настолько, что если у вас хватит храбрости осторожно его лизнуть, то покажется, что камень слегка щиплется.

Запах минералов

Запах проявляется при горении, трении, растирании в порошок. Если резко ударить по пириту, ощущается запах сернистого газа. При трении двух кусков фосфорита появляется запах жженой кости. Специфическим запахом обладает каолинит при смачивании его водой. При ударе по арсенопириту проявляется запах мышьяка.

Пьезо - и пьезоэлектрические свойства минералов

Пьезоэлектричество- это явление, когда под действием давления вдоль полярной оси кристалла на её концах концентрируются положительные и отрицательные заряды. Пьезо - и пьезоэлектрические. Пьезоэлектричество - это явление, когда под действием давления вдоль полярной оси кристалла на её концах концентрируются положительные и отрицательные заряды

Реакция с кислотами

Реакция с соляной кислотой - происходит выделение углекислого газа, реакция хорошо наблюдается визуально.

Тема 3. Горные породы и процессы в них

Горные породы - это природные минеральные агрегаты, образующиеся в земной коре, устойчивые по составу, строению и залегающие в виде самостоятельных тел. Состав, строение и условия залегания горных пород в земной коре определяются условиями их происхождения - генезисом. По этому признаку горные породы подразделяются на магматические (глубинные и излившиеся), осадочные (обломочные, хемогенные и органогенные) и метаморфические.

В производственно-строительной деятельности человека горные породы именуют **грунтами**. В таблице 3 приводится инженерно-геологическая классификация грунтов. Она содержит четыре класса грунтов. В ее состав входят природные и техногенные минеральные образования. Названия грунтов регламентированы ГОСТ25100-2020 и обусловлены природой структурных связей, происхождением, составом и строительными свойствами.

Таблица 3 - Инженерно-геологическая классификация грунтов

I класс - природные скальные грунты

Классы грунтов	Группы	Подгруппы грунтов	
1	2	3	
Скальные (с жесткими структурными связями: кристаллизационными и цементационными)	Скальные, полускальные	Магматические	Интрузивные, эффузивные
		Метаморфические	
		Осадочные	Силикатные, карбонатные, кремнистые, сульфатные, галоидные

II класс - природные дисперсные грунты

Дисперсные (с механическими, водно-коллоидными связями)	Связные	Осадочные	Минеральные, органоминеральные, органические
	Несвязные	Осадочные	Минеральные (силикатные, карбонатные, полиминеральные)

III класс - природные мерзлые грунты

Мерзлые (с криогенными структурами).	Скальные	Промерзшие	Интрузивные, эффузивные, метаморфические, осадочные
	Полускальные		Эффузивные, осадочные
	Связные Ледяные		Осадочные

		Конституционные (внутригрунтовые), Погребенные, пещерно-жилые.
--	--	---

IV класс - техногенные грунты (скальные, дисперсные и мерзлые)

1	2	3
Скальные	Скальные, полускальные	Природные образования, измененные в условиях естественного залегания (физическим, химическим воздействиями)
Дисперсные	Связные	Природные образования, измененные в условиях естественного залегания (физическим, химическим воздействиями)
	Несвязные	Природные перемещенные образования (намывные, насыпные) Антропогенные образования (насыпные, намывные)
Мерзлые	Скальные, полускальные	Природные образования, измененные в условиях естественного залегания (физическим, химическим воздействиями).
	Связные, несвязные, ледяные	Природные образования, измененные в условиях естественного залегания (физическим, химическим воздействиями).
		Природные перемещенные образования (намывные, насыпные)
		Антропогенные образования (намывные, намороженные), измененные тепловым или химико-физическим воздействием

Визуальная диагностика горных пород включает определение структур, цвета, минерального состава, плотности и твердости минералов (таблица 4) .

Структуры горных пород

Зернистая структура. Минералы представлены зернами, хорошо различимыми без увеличения. По крупности зерен выделяют структуры крупнозернистые, среднезернистые, мелкозернистые и тонкозернистые. По однородности размеров зерен различают структуры равномернозернистые (гранит) и неравномернозернистые (порфировидный гранит).

Структура порфировая. На однородном фоне выделяются зерна отдельных минералов (порфирит).

Структура обломочная. Обломки различной величины, формы и цвета сцементированы в сплошную массу (конгломерат).

Структура плотная, скрытокристаллическая. Зерна неразличимы глазом (опал, халцедон).

Структура землистая. Породы внешним видом напоминают рыхлую почву, легко растираются между пальцами (глина, мел).

Структура пористая. Ясно видны поры. Породы легкие (пемза).

Структура зернисто-сланцеватая. Чередуются полосы зернистого и сланцеватого сложения (гнейс).

Структура сланцеватая. Способность горных пород при ударе раскалываться на плитки (глинистый, слюдяной сланцы).

Несцементированные обломки. Обломки разной величины и формы находятся в несцементированном виде (галечник, гравий песок).

Минералы горных пород условно разделяют по **твердости** на три группы: Низкая твердость(<3), средняя твердость (3-4 , высокая твердость (>5-6) .

Минеральный состав. Каждая группа пород включает обязательный набор минералов. Например, гранит состоит из кварца, полевых шпатов, слюд (второстепенные минералы – роговая обманка).

Окраска горной породы. Указывает косвенно на состав минералов.

Примеры темной окраски – серая, темно -серая, зеленовато-серая, темно-зеленая, черная.

Примеры светлой окраски – белая, светло-серая, желтоватая, розовая, красноватая.

Плотность. Легкие горные породы – пемза. Горные породы средней плотности - гранит, липарит. Тяжелые породы – габбро, базальт.

Таблица 4 - Магматические горные породы

1.Глубинные (интрузивные) горные породы

Н п/п	Породы	Основные минералы	Диагностические признаки	Применение в строительстве
1	2	3	4	5
1	Гранит	Кварц, полевые шпаты, небольшое количество слюды и темноцветных минералов.	Цвет светло-серый, розовый, желтоватый, темно-красный. Преобладает полевой шпат, содержание кварца 25-30%, <i>Структура</i> зернистая, полнокристаллическая, малая плотность(2,6-2,7 т/м ³), большая твердость.	Облицовочный и строительный камень, щебень, детали машин и агрегатов

2	Диорит	Полевые шпаты: плагиоклаз (~50%), ортоклаз и микроклин (~25%); темноцветные минералы (~25%): авгит, биотит, роговая обманка.	Цвет серый, темно-серый, зеленовато-серый; светлее, чем габбро. Полевой шпат обычно сероватый. Кварц отсутствует. Полнокристаллическая <i>структура</i> : среднезернистая и мелкозернистая, небольшая плотность (2,7-2,9 т/м ³)	Такое же, как и гранита
3	Габбро	Плагиоклаз (лабрадор ~ 60%), темноцветные минералы : оливин, пироксен, редко роговая обманка.	Окраска темно-зеленая, черная. Структура полнокристаллическая, крупно- и среднезернистая, кварц отсутствует, синеватый отлив лабрадора на плоскостях спайности, большая плотность (2,8-3,3 т/м ³)	Облицовочный материал, мощение мостовых

Продолжение табл.4

2.Излившиеся (эффузивные) горные породы

1	2	3	5	6
4	Обсидиан	Вулканическое стекло кислого, среднего и основного состава	Цвет черный, сургучный, темно-серый, стеклянный блеск. <i>Структура</i> стекловатая, плотная, раковистый излом, плотность 2,2-2,4 т/м ³	Добавки в цементы, производство стекла, перлита, поделочный камень
5	Липарит	Вулканическое стекло, полевые шпаты, кварц	Окраска белая, желтоватая, светло-серая, красноватая. <i>Структура</i> скрытокристаллическая. Различаются мелкие зерна кварца, полевых шпатов; плотность 2,1-2,6 т/м ³	Строительный камень, щебень, изготовление стекла

6	Вулканический туф	Сцементированные обломки вулканического стекла, застывшей лавы и вулканического пепла.	Окраска от кремовой до кирпично-красной и темно-серой. <i>Структура</i> обломочно-пористая. Низкая прочность, плотность (1,4-2,5 т/м ³).	Облицовка, хороший теплоизолятор, материал для красок, добавок к цементам и подделок
7	Порфирит	Аморфная масса, крупные вкрапления зерен полевого шпата	Цвет темно-зеленый, темно-серый. <i>Структура</i> порфировая. Зерна полевых шпатов изометричные, обычно тусклые, светло-серые, желтоватые, зеленоватые. Средняя плотность (2,7-2,9 т/м ³)	Строительный камень, щебень, кислотоупорный материал
8	Базальт	Аморфная масса, плагиоклаз (лабрадор- 60%), оливин, пироксен, редко роговая обманка.	Окраска черная, темно-серая. <i>Структура</i> плотная, тонкозернистая неровный излом, темная окраска, большая плотность (2,7-3,2 т/м ³)	Строительный камень, каменное литье, кислотоупорный материал.

Продолжение табл. 4
Осадочные горные породы
3.Обломочные рыхлые горные породы.

1	2	3	5	6
1	Галечник/ Щебень	Несцементированные обломки горных пород размером 10–200 мм (окатанные - галечник, угловатые - щебень)	Окраска разнообразна и зависит от состава обломков, чаще всего серая. Характерны большие размеры несцементированных обломков	Материал для дорожных насыпей, производство строительных материалов

2	<u>Гравий</u> (окатанные обломки) <u>Дресва</u> (угловатые обломки)	Несцементированные Обломки горных пород и минералов размером 2–10 мм.	Окраска разнообразная и зависит от состава обломков, Большая водопроницаемость, сыпучесть несцементированных обломков	Строительный материал, устройство дренажей
3	Песок	Обломки кварца, полевых шпатов, реже глауконита, кальцита, слюды, магнетита. Размер обломков 2 – 0,05 мм	Окраска непостоянная и зависит от состава обломков. Сыпучесть и малые размеры окатанных зерен	Изготовление бетона, Строительство дорог, дренажей, стекольное производство.
4	Глина	Глинистые минералы: монтмориллонит, каолинит, гидрослюда; полевые шпаты, кварц, карбонаты. Содержание частиц < 0,005 мм превышает 30%	Окраска серая с оттенками зеленого, желтого, бурого. Землистое <i>строение</i> . Водонепроницаема. От царапания ногтем остается блестящий след. Жирная на ощупь и пластичная при увлажнении	Устройство насыпей, гидроизоляции. Производство керамики, керамзита, вяжущих материалов.
5	Суглинок	Состав – см. состав глины. Содержание частиц < 0,005мм - 10–30%	Цвет серый с оттенками желтого, бурого. Землистое <i>строение</i> . Низкая водопроницаемость. При растирании пальцами ощущаются песчинки, пластичный при увлажнении.	Устройство дорожных насыпей. Производство кирпича

6	Супесь	Состав – см. состав глины. Содержание частиц <0,005 мм - 3–10%	Цвет серый с оттенками желтого, бурого, зеленого. <i>Структура</i> землистая, слабосвязанная. При увлажнении легко рассыпается. Растирается пальцами в тонкий порошок. Неводостойкая.	Устройство дорожных насыпей. Производство кирпича
---	--------	---	--	---

4. Обломочные сцементированные горные породы

7	Конгломерат	Сцементированные <u>окатанные</u> обломки горных пород и минералов. Природный цемент: опал, халцедон, карбонаты, гипс, окислы железа, глинистые минералы.	Цвет зависит от состава цемента и обломков. <i>Структура</i> обломочная. Плотность 1,9-2,5 т/м ³ .	Строительный, облицовочный камень, щебень
8	Брекчия	Сцементированные <u>угловатые</u> обломки горных пород и минералов. Цемент – см. состав конгломерата	Цвет зависит от состава цемента и обломков. <i>Структура</i> обломочная. Плотность 1,9-2,5 т/м ³ . Превышает по прочности конгломерат	Облицовочный камень, щебень
9	Песчаник	Сцементированные <u>окатанные</u> обломки (0,05-2,0 мм) кварца, полевых шпатов, темно-цветных минералов и др.	Цвет зависит от состава цемента и обломков. <i>Структура</i> обломочная, однородная, пористая; грубый на ощупь, видны песчаные частицы.	Мощение улиц, облицовка, щебень, стеновой камень; производство стекла.
10	Алевролит	Скрепленные природным цементом пылеватые частицы кварца, полевых шпатов, карбонатов и в	Цвет серый с оттенками желтого, бурого, зеленого. <i>Структура</i> плотная или тонкозернистая, однородная, слоистая, иногда пористая; шершавый на	Иногда используется для отсыпки насыпей дорог

		меньше степени других минералов.	ощупь, царапает стекло.	
11	Аргиллит	Глинистые минералы, в меньшей степени кварц, полевые, шпаты, карбонаты и другие минералы. Цемент- см. состав конгломерата	Цвет серый с оттенками желтого, бурого, зеленого. <i>Структура</i> плотная, однородная, иногда слоистая; в воде не размокает, намного прочнее глины, скользит по стеклу.	Иногда используется для отсыпки насыпей дорог

5. Хемогенные горные породы

1	Известняк	Кальцит	Цвет: от белого до черного. <i>Структура</i> однородная, скрытокристаллическая, тонкозернистая, пористая. Активно реагирует с кислотой, не царапает стекло. Плотность 2,0-2,6 т/м ³	Стеновой и облицовочный камень, щебень, производство извести, вяжущих
2	Мергель	Глинистые минералы, кальцит (около 50%), реже доломит.	Цвет от светло- до тёмно-серого, бурый. <i>Структура</i> однородная, тонкозернистая; после реакции с кислотой остается глинистая пленка.	Производство цемента
3	Гипс	Преимущественно гипс	Цвет чаще белый, серый, реже розовый. <i>Структура</i> скрытокристаллическая, иногда волокнистая; слабо растворим в воде; легко царапается ногтем.	Сырье для производства алебаstra, гипсолита, цемента, штукатурки

6. Органогенные горные породы

1	Известняк-ракушечник	Кальцит.	Цвет белый, серый, желтый, желто-бурый. <i>Структура</i> органогенная, пористая. Активно реагирует с кислотами. Мягче стекла. Практически не растворим в воде.	Стеновой камень, щебень, производство извести, вяжущих
2	Мел	Кальцит, примеси.	Цвет белый. <i>Структура</i> землистая, скрытокристаллическая, микропористая. Размокает в воде, вскипает под действием кислоты.	Строительный материал, производство извести
3	<u>Диатомит</u>	скрепленные рыхлым цементом панцири (<i>опал</i>) диатомовых водорослей	Цвет светло-серый, кремовый. Структура землистая, однородная. Крошится руками, царапает стекло, размокает в воде, прилипает к языку, инертен к кислотам. Плотность <u>диатомита</u> 0,4-0,9 т/м ³ , <u>трепела</u> 0,5-1,3 т/м ³ .	Огнеупорные изделия, фильтры, керамика, кирпич, звукоизоляция, теплоизоляция.
	<u>Трепел</u> –	Сцементированные круглые зерна <i>опала</i> с небольшой примесью микрофауны		
4	<u>Опока</u> –	Сцементированные частицы <i>опала</i> с примесью глинистых минералов и остатков микрофауны	Цвет серовато-белый, кремовый, до черного. <i>Структура</i> землистая, однородная, плотная. При ударе образует раковистый излом. Плотность 1,2-1,5 т/м ³	Огнеупорные изделия, фильтры, керамика, кирпич, звукоизоляция, теплоизоляция.

7. Метаморфические горные породы зернистые (массивные)

1	2	3	4	5
1	Кварцит	Кварц, примеси.	Окраска серая, красная, лиловая, зеленая. Структура мелко-зернистая. Высокая прочность, блестящая поверхность в изломе. Похож на мрамор, но тверже (царапает стекло), не реагирует с кислотами.	Строительный и облицовочный камень, щебень, изготовление огнеупорных кирпичей.
2	Мрамор	Кальцит с примесью доломита	Цвет белый, но часто изменен примесями. Структура зернисто-кристаллическая. Вскипает в кислоте, низкая твердость (3,0). Зерна имеют совершенную спайность. Плотность 2,5-2,9 т/м ³	Облицовочный декоративный камень, заполнитель цветных бетонов; стекольная промышленность

Метаморфические горные породы сланцеватые

3	Гнейс	Кварц, полевые шпаты, слюда, иногда роговая обманка.	Окраска и состав как у гранита. Структуры зернистые, сланцеватые, очковые, плейчатые. Высокая прочность. Плотность 2,5-2,9 т/м ³ .	Строительный камень, щебень
4	Сланец глинистый	Глинистые минералы, кварц, полевые шпаты, слюда,	Темно-серый, реже зеленоватый, бурый. Блеск тусклый. Структура сланцеватая. Легко колется на плитки; не размокает в воде. Плотность 2,1-2,4 т/м ³	Дорожное строительство, устройство насыпей, изготовление керамзита, кровли.
5	Филлит	Слюда(серицит), хлорит, реже кварц, полевые шпаты	Окраска темно-серая, зеленоватая, бурая, черная (аспидный сланец). Структура тонко-сланцеватая. Блеск шелковистый. Прочнее гли-	Изготовление кровли

			нистого сланца	
--	--	--	----------------	--

1	2	3	4	5
6	Сланец сланцевой (кристаллический)	Слюда, кварц, немного темно- цветных мине- ралов	Окраска, серая, черная. Блеск яркий из-за слю- ды. Структура сланцева- тая. Легко расщепляется.	Дорожное строитель- ство, иногда в виде щебня
7	Сланец хлоритовый	хлорит, тальк, кальцит	Окраска темно-зеленая. Структура сланцеватая. Жирный на ощупь, легко царапается	Изготовле- ние теплоак- кумулирую- щих матери- алов.

Тема 4. Грунтоведение

Грунты как горные породы

Грунты – это горные породы, находящиеся в сфере действия инженерных сооружений. Грунтоведение изучает, в основном, нескальные грунты, такие как рыхлые и глинистые породы. Массивные (скальные) грунты достаточно прочные со строительной точки зрения. Рыхлые и глинистые грунты характеризуются отсутствием жестких связей между частицами и обладают непостоянными физико-механическими свойствами. Основой рыхлых грунтов являются твердые минеральные частицы, создающие каркас грунтов. Поры грунтов занимают газы и вода. Твердые частицы бывают органические и минеральные. Минеральные частицы состоят из первичных, которые перешли в состав грунта из материнской породы, и вторичных, образовавшихся уже после образования грунта. Первичные представляют собой обломки кварца, чешуйки слюды, вторичные – это глинистые минералы. Грунты, содержащие органические вещества называются торфом и гумусом.

Торф – полуразложившаяся масса растительных остатков.

Гумус – органо-минералогическое соединение, связанное с жизнедеятельностью микроорганизмов. Грунт характеризуется гранулометрическим составом. Это разделение частиц по крупности зерен. Крупность зерен определяет путем просеивания через сито определенного размера.

Свойства грунтов

Грунты характеризуются следующими свойствами: удельным весом, пористостью. В грунте значительное место занимают поры, пустоты, трещины. Это связано с условиями происхождения грунтов.

1. Пористость – это суммарный объем всех пор в единице объема грунта. Определяется по формуле:

$$n=100V_n/V$$

где n – пористость породы; V_n – объем пустот породы, см^3 ; V – объем занимаемый породой, см^3 .

Величина пористости зависит от грунта – чем мельче частицы, тем меньше пористость.

2. Объемное соотношение пустот и твердых частиц в грунте выражается коэффициентом пористости

$$e=V_n/V_q$$

где V_q – объем твердых частиц.

3. Удельный вес скелета грунта g – это масса грунтовых частиц в единице объема грунта в ненарушенном состоянии, без воды в порах. Определяется по формуле:

$$\gamma_{ск} = \frac{m}{V} * g$$

где g – ускорение свободного падения.

5. Удельный вес скелета грунта g_d – отношение веса частиц высушенных при температуре 100...1050С до постоянного веса. Удельный вес зависит от минерального состава.

$$\gamma_{ск} = \frac{\gamma}{1 + \frac{w}{100}} * g$$

где w – влажность грунта.

В зависимости от g_d и $g_{ск}$, можно определить пористость грунта:

$$n = \frac{\gamma_{yd} - \gamma_{ск}}{\gamma_{yd}} \times 100\%$$

Классификация грунтов по их строительным свойствам

В зависимости от состава и строительных свойств грунты подразделяются на основные классы.

- 1) Скальные – магматические (гранит, диорит), метаморфические (гнейс, кварцит) и осадочные породы (известняк, песчаник).
- 2) Полускальные – трещиноватые, сильно выветренные скальные породы, а так же осадочные породы (гипс, мел).
- 3) Крупнообломочные – несцементированные породы из обломков кристаллических или сцементированных осадочных пород (щебень, гравий), содержащих более 50% (по весу) обломков размеров свыше 2 мм.
- 4) Песчаные – сыпучие в сухом состоянии грунты, не обладают свойствами пластичности и содержащие менее 50% по весу частиц крупнее 2 мм.
- 5) Глинистые - связанные в сухом состоянии грунты, для которых число пластичности больше единицы (супеси, суглинки, глины).
- 6) Почвы – это особый вид горных пород, отличительной чертой которых является плодородие. Мощность почвенного покрова достигает десятки сантиметров, для черноземов 1...2 м.
- 7) Искусственные грунты – это грунты созданные в результате строительной и производственной деятельности человека, а так же грунты, свойства которых целенаправленно улучшены человеком. Они разделяются на насыпные и улучшенные.
- 8) Насыпные – представляют собой искусственные образования созданные в строительных целях, являются следствием деятельности человека. Строительные насыпи создаются с заранее заданными свойствами.

Характеристики классов грунтов

Скальные и полускальные грунты, их характеристика

Скальные грунты залегают в виде сплошного массива или трещиноватого слоя. Они несжимаемы, водостойчивы, водонепроницаемы. Вода фильтруется

только по трещинам. Скальные грунты подразделяются по степени выветренности:

- монолитные (не тронутые выветриванием)
- слабо выветренные (трещиноватые, залегают в виде не смещающихся глыб);
- выветренные (сильно раздробленные, состоящие из мелких кусков);

Скальные грунты характеризуются пределом прочности при одноосном сжатии.

$$R = kR_n$$

где R_n – прочность на одноосное сжатие грунта в водонасыщенном состоянии;

k – коэффициент однородности грунта, принимается 0,17.

К скальным грунтам относят горные породы, которые имеют предел прочности на одноосное сжатие более 50 кг/см^2 в водонасыщенном состоянии. Наиболее прочными являются магматические породы. Высокие прочностные характеристики определяются кристаллическими связями или цементацией рыхлых образований.

Полускальные грунты – к ним относят сильно трещиноватые и выветренные скальные породы, вулканический туф, осадочные (R до 50 кг/см^2). При этом необходимо учитывать коэффициент уплотнения грунта, модуль деформации, сопротивление сдвигу. Полускальный грунт обладает пластичностью и под фундаментом слабее уплотняется, устойчив к воде, но осадочного происхождения грунты размягчаются, могут вызывать набухание. После размягчения несущая способность уменьшается. Характеризуется коэффициентом размягчения, при $n > 0,9$ грунты считаются не размягчающимися, при $n = 0,9 \dots 0,75$ средней степени размягчения, при $n < 0,75$ сильно размягчающиеся. Для многих полускальных грунтов особенностью является трещиноватость.

Крупнообломочные и песчаные грунты, их характеристика

К ним относят несцементированные залежи обломков, между которыми нет структурных связей. Прочность грунтов зависит от того, из обломков, каких пород они сложены. Укладка обломков может быть рыхлая и плотная. Наибольшую прочность имеют грунты, у которых промежутки между обломками заложены мелкими частицами. Под нагрузкой практически не уплотняются и являются надежным основанием для сооружений. Характеризуются водопроницаемостью. Свойства крупнообломочных грунтов зависят от степени выветренности, различают невыветренные при значении коэффициента выветренности $K_v < 0,5$, выветренные – $0,5 < K_v < 1,0$. Коэффициент выветривания определяется после испытания.

Песчаные грунты. В состав входят разные по крупности пески, находящиеся в сыпучем или текучем состоянии. При увлажнении песок приобретает небольшую свежесть. Пески могут быть в рыхлом и плотном состоянии. Плотность оценивают степенью плотности ID . Определяют по формуле:

$$I_D = \frac{e_{\max} - e_0}{e_{\max} - e_{\min}}$$

где $e_{\max}$ – коэффициент пористости грунта в рыхлом состоянии; $e_{\min}$ – коэффициент пористости грунта в плотном состоянии; e_0 – коэффициент пористости грунта в природном состоянии.

По величине: ID = от 0 до 0,33 – песок рыхлый; ID = от 0,33 до 0,66 – песок средней плотности; ID = от 0,66 до 1 – песок плотный.

Песок обладает водопроницаемостью. Под давлением уплотняется незначительно. Пески являются устойчивым и надежным основанием для инженерных сооружений. Крупнообломочные и песчаные грунты характеризуются гранулометрическим составом, то есть наличие частиц определенной крупности зерен.

Глинистые грунты, водно-физические свойства

Основой глинистых грунтов являются глинистые и пылеватые частицы, которые являются продуктами распада и разложения минералов. Связь между минеральными частицами осуществляется через пленку воды, что определяет связность и пластичность глины. Свойства глинистых грунтов зависят от степени влажности. Если содержится только связанная вода, то грунт имеет свойство твердого тела, при наличии рыхлосвязанной воды грунт остается пластичным. Общее количество воды, содержащееся в грунте естественного залегания, составляет естественную влажность грунта w . Она выражается отношением веса воды к весу сухого грунта (в %). Структура глинистых грунтов определяет его свойства. При насыщении водой, в малом количестве глинистые грунты размягчаются, затем переходят в пластичное и текучее состояние; w_p – нижний предел пластичности (предел раскатывания), соответствует влажности при которой грунт переходит в твердое состояние. w_t – верхний предел пластичности (предел текучести) отвечает влажности (в %), выше которой грунт переходит в текучее состояние. Разность между w_t и w_p называется числом пластичности. Величина зависит от гранулометрического состава. Для супесей $I_p = 1 \dots 7$, суглинки $I_p = 7 \dots 17$; глины $I_p > 17$.

На состояние глинистых грунтов влияет консистенция. Показателем является индекс текучести:

$$I_L = \frac{w - w_p}{I_p}$$

Размокание – при погружении в воду глинистые грунты одни распадаются полностью, другие - частично, третьи - сохраняют свою целостность в течение времени. В зависимости от этого грунты бывают неводостойкие, слабо водостойкие и относительно водостойкие.

Глинистые грунты - наиболее распространенные основания.

Тема 5. Геоморфология

Элементы рельефа и его формы

Наука, занимающаяся изучением рельефа, его происхождением и развитием называется геоморфологией.

Основной задачей инженерной геоморфологии является изучение состояния динамического равновесия рельефа, выявление степени его устойчивости и прогнозирование изменений форм его в результате строительства. Такие прогнозы необходимы не только для выбора оптимального варианта размещения объекта, но и для гарантии его безаварийной службы.

Рельеф – это совокупность всех форм поверхности – возвышений, равнин и углублений. Они могут быть горизонтальными, наклонными, выпуклыми, вогнутыми, сложными. Эти «неровности» на поверхности Земли весьма динамичны, находятся в состоянии непрерывного изменения и превращения. В процессе этих изменений уничтожаются старые и возникают новые формы рельефа. Все это происходит в результате воздействия на земную поверхность сил, возникающих при проявлении эндогенных (внутренних) и экзогенных (внешних) процессов на Земле.

По своему происхождению формы рельефа подразделяются в зависимости от преобладающего фактора – силы, вызвавшей образование данной формы. Прежде всего их делят на две большие группы:

- формы рельефа, обусловленные деятельностью эндогенных сил, т.е. тектоникой земной коры;
- формы рельефа, обусловленные деятельностью экзогенных сил на поверхности земли.

По происхождению все формы подразделяются на: тектонические, эрозионные и аккумулятивные.

Тектонические возникают в процессе движения земной коры, при этом образуется рельеф земли.

Эрозионные – связаны с разрушительной работой текучих вод и активно меняют свои очертания во времени.

Аккумулятивные формы – являются следствием накопления продуктов выветривания.

Элементы рельефа. К ним относятся поверхности, линии и точки, составляющие формы рельефа.

Поверхности образуют форму рельефа. Они могут быть горизонтальными, наклонными, выпуклыми, вогнутыми и сложными. Линии являются результатом пересечения поверхностей. Различают линии: водораздельные, водосливные, подошвенные, бровку.

Водораздельная – различают поверхностный сток двух противоположных склонов.

Водосливная – является результатом пересечения двух поверхностей и проходит по дну долин, балок, оврагов и т.д.

Подошвенная – ограничивает основание склонов различных форм рельефа.

Бровка – это линия, по которой происходит резкий перегиб склона.

К характерным точкам рельефа относят вершины (наибольшая высота на данном участке местности), перевальные (дно понижений гребней хребтов), устьевые (устья рек) и донные (наиболее низкая точка понижения рельефа).

Формы рельефа образованы из различных сочетаний элементов рельефа. Различают две группы форм рельефа: положительные – выпуклые по отношению к плоскости горизонта, отрицательные – вогнутые. Различают следующие формы рельефа:

Положительные:

Материк – планетарное образование.

Нагорье – обширная возвышенность, состоящая из системы горных хребтов и вершин. (Памир).

Гора – изолированная возвышенность с крутыми склонами; относительная высота более 200 м.

Горный кряж – невысокий хребет с пологими склонами и плоскими вершинами.

Плоскогорье – нагорная вершина, обширная по площади с хорошо выраженными склонами.

Плато – приподнятая равнина, ограниченная обрывистыми скалами.

Гряда – узкая вытянутая возвышенность с крутизной склонов более 20° и плоскими вершинами.

Холм – обособленная куполообразная или коническая возвышенность с пологими склонами.

Курган – искусственный холм.

Бугор – изолированная куполообразная возвышенность с резко выраженной подошвенной линией.

Конус выноса – невысокая возвышенность, располагающаяся в устье русла водотоков и имеющая вид усеченного конуса со слабо выпуклыми пологими склонами.

Отрицательные:

Океанская впадина – планетарное образование.

Котловина – понижение значительной глубины с крутыми склонами.

Долина – вытянутое углубление, имеющее уклон в одном направлении.

Овраг – вытянутые углубления значительной длины, склоны покрыты растительностью.

Балка – вытянутое углубление значительной длины.

Лощина – вытянутое углубление с пологими склонами, покрытыми растительностью.

Размеры и происхождение форм рельефа

По происхождению формы рельефа подразделяются на:

1 образованные длительностью эндогенных процессов, т. е. движением земной коры.

2 образованные длительностью экзогенных процессов, т. е. действие выветривания, подземных и надземных вод, деятельность организмов, человека.

Разновидностью экзогенных процессов являются: эрозионные, абразивные (вызванные длительностью текучих вод) и аккумулятивные (накопление переносимого материала).

По своим размерам формы рельефа разнообразны и влияют на условия строительства. По своей величине формы делятся на 7 основных групп.

1. Мельчайшие – Размером до нескольких сантиметров по высоте (борозды на полях, песчаная рябь).

2. Очень мелкие – высота измеряется несколькими дециметрами (кочки, рытвины, промоины).

3. Мелкие формы рельефа – называют микрорельефом площадь в несколько квадратных метров, высотой не более двух-трех метров. Изучение микрорельефа дает представление об инженерно-геологических условиях строительной площадки.

4. Средние – формы называют мезорельеф, характеризуется значительной протяженностью до десятков квадратных километров при глубине до 200 метров. Положительный мезорельеф - холмы, бугры, курганы. Отрицательные – овраги, балки. Средние формы рельефа оценивают инженерно геологические условия поселков и микрорайонов на стадии проектирования.

5. Крупные формы – макрорельеф, характеризуется сотнями и тысячами квадратных километров. Положительные формы - горные массивы, отрицательные – долины, озёрные впадины (Ладожское озеро).

6. Крупнейшие формы – мегарельеф, занимает площадь до сотни и тысячи км². (Приволжская возвышенность и Бразильская котловина).

7. Величайшие (планетарные) формы рельефа измеряются миллионами км². Положительные формы – материки, отрицательные - океанические впадины.

Формы рельефа на каждой территории встречаются в определенных сочетаниях, что придает им своеобразный облик. Рассмотрим три основных типа рельефа: равнинный, холмистый и горный. Равнина – это тип рельефа, который отличается малыми колебаниями высот, не входящих за пределы 200 м.

Подразделяются:

– по отношению к уровню моря - отрицательные (депрессии, впадины), лежащие ниже уровня моря; низменные, в пределах от 0 до 200 м над уровнем моря; возвышенные с отметками от 200 до 500 м ; нагорные, имеющие отметки поверхности свыше 500 м ;

– по общей форме поверхности – горизонтальные, наклонные, вогнутые и выпуклые;

– по глубине, степени и типу расчленения – плоские, нерасчлененные или слаборасчлененные, мелкорасчлененные, глубокорасчлененные.

Холмистый рельеф представляют собой поверхность земли, на которой часто чередуются возвышенности (холмы) с высотами не более 200 м и понижения в виде ложбин и котловин. Холмистый рельеф нередко занимает большие площади и представляет собой переходный тип рельефа между равнинным и горным.

Горный рельеф представляет собой крупные с относительной высотой более 200 м возвышенности (горы, хребты) и понижения (долины, впадины, котловины). По происхождению горы принято делить на тектонические, вулканические и эрозионные.

Тема 6. Гидрогеология

Происхождение и виды подземных вод

Воды, находящиеся в верхней части земной коры, называются подземными водами. Наука, изучающая подземные воды, их происхождение, условия залегания, связь с атмосферными и поверхностными водами, называется гидрогеологией.

Для строительства подземные воды в одном случае служат источником водоснабжения, в другом – фактором, затрудняющим строительство. Подземные воды ухудшают механические свойства рыхлых и глинистых пород, являются агрессивной средой по отношению к строительным материалам. В природе существует малый и большой круговорот воды в природе:

– Малый – море-атмосфера-море.

– Большой – море-атмосфера-суша-море. При большом круговороте, после выпадения на сушу, вода возвращается в море путем поверхностного стока и в виде подземных вод.

Существует 3 способа образования подземных вод: инфильтрации, конденсации, ювенильный.

Инфильтрации – образуются из атмосферных осадков, которые, просачиваясь через слой земли, встречают водоупорный пласт. Вода задерживается, заполняет пустоты, создает водоносные горизонты.

Конденсации – образуются за счет разности температур на поверхности и внутри земли, происходит конденсация паров и формирование подвешенного горизонта подземных вод.

Ювенильные – возникают в глубине земли за счет кислорода и водорода, выделяемого магмой. Встречаются на поверхности земли в виде горных источников.

В зонах замедленного и весьма замедленного водообмена образуются минерализованные (солёные) воды так называемого седиментационного происхождения. Эти воды возникли после образования (седиментации) древних морских осадков в начале геологической истории земной коры.

Водные свойства горных пород

Содержание и передвижение воды определяется наличием различных пустот. Рыхлые и глинистые содержат воду в своих порах. Грунты характеризуются:

Влажностью пород (ω) - отношение весового количества влаги к весу сухого образца.

$$\omega = \frac{q_1}{q_2} * 100\%$$

где q_1 - вес влаги в породе; q_2 - вес сухого образца.

Различают породы по степени влажности, которая указывает долю заполнения пор водой.

$$G = \frac{\omega \gamma_{ск}}{e}$$

где e - коэффициент пористости; $\gamma_{ск}$ - удельный вес скелета грунта; ω - естественная влажность, при $G < 0,5$ (менее 50% заполнено водой) породы относятся к маловлажным; $G = 0,5 \dots 0,8$ к влажным; $G = 0,8 \dots 1,0$ насыщенным водой.

Влагоемкость - способность породы вмещать и удерживать в себе воду.

Водоотдача (w_v) способность породы, насыщенной водой, отдавать воду в виде свободного стока. Наибольшая водоотдача это у крупнообломочных пород, в глинах водоотдача равна нулю.

Водопроницаемость - способность породы пропускать воду через поры и трещины. Характеризуется коэффициентом фильтрации k_f . (см/с, м/ч или м/сут). По величине коэффициента фильтрации породы разделяются на: водопроницаемые, у которых $k_f > 1$ м/сут. (галечники, гравий, песок и т.д.); полупроницаемые, у которых $k_f = 1 \dots 0,001$ м/сут. (глинистые пески, лесс, торф, пористые известняки, мергель); непроницаемые, $k_f < 0,001$ м/сут (массивные породы, глины). Непроницаемые называются водоупорными пластами, а полупроницаемые и воднопроницаемые – водоносными горизонтами.

Физические и химические свойства подземных вод

При оценке свойств подземных вод исследуют вкус, запах, цвет, прозрачность температуру, и другие физические свойства подземной воды, которые характеризуют так называемые органолептические свойства воды (определяемые при помощи органов чувств).

Температура подземных вод колеблется в широких пределах в зависимости от глубины залегания водоносных слоев, особенностей геологического строения, климатических условий и т.д. Различают воды холодные, теплые (субтермальные), термальные, перегретые. На участках водозаборов чаще всего температура воды $7 \dots 11^\circ\text{C}$.

Химически чистая вода бесцветная. Прозрачность зависит от цвета и наличия мути. Вкус связан с составом растворённых веществ: солёный – от хлористого натрия, горький – от сульфата магния и т.д.

Запах зависит от наличия газов биохимического происхождения. Химический состав определяется содержанием растворённых соединений газов, солей и органических соединений.

Растворенные в воде газы придают ей определенный вкус и свойства. Количество и тип газов обуславливает степень пригодности воды для питьевых и технических целей. Подземные воды у поверхности земли нередко бывают загрязнены органическими примесями.

Соли в подземных водах. Наибольшее распространение имеют хлориды, сульфаты и карбонаты. По общему содержанию растворенных солей подземные

воды разделяются на: пресные – до 1 г/л растворенных солей; солоноватые – от 1 до 10 г/л; соленые – 10...50 г/л; рассолы – более 50 г/л.

Суммарное содержание растворенных в воде минеральных веществ называется общей минерализацией, о величине которой судят по сухому или плотному остатку, который получается после выпаривания определенного объема воды при температуре 105...110 °С. Общая минерализация – один из главных показателей качества подземных вод.

Количество солей и газов определяет пригодность воды для питья. Количество растворенных солей не должно превышать 1,0 г/л. Органические примеси устанавливаются бактериологическим анализом.

Присутствие солей определяют жесткость и агрессивность воды. Жесткость воды – это свойство, обусловленное содержанием ионов кальция и магния, т.е. связанная с карбонатами. По жесткости воду разделяют на мягкую, среднюю, жесткую и очень жесткую. Жесткость бывает временной и постоянной. Временная жесткость устраняется кипячением. Постоянная жесткость кипячением не устраняется. Сумму временной и постоянной жесткости называют общей жесткостью.

Агрессивность подземных вод выражается в разрушительном воздействии растворенных в воде солей на строительные материалы. По отношению к бетону различают следующие виды агрессивных подземных вод:

- а) обще кислотная;
- б) сульфатная;
- в) магниальная;
- г) карбонатная.

Характеристика подземных вод

Классификация подземных вод

Подземные воды подразделяют: по характеру их использования; по условиям залегания в земной коре (см. рисунок 4).

По характеру их использования: хозяйственно-питьевые, технические, промышленные, минеральные, термальные.

По условиям залегания: верховодки, грунтовые, межпластовые. В инженерно-геологических целях подземные воды целесообразно классифицировать по гидравлическому признаку – безнапорные и напорные.

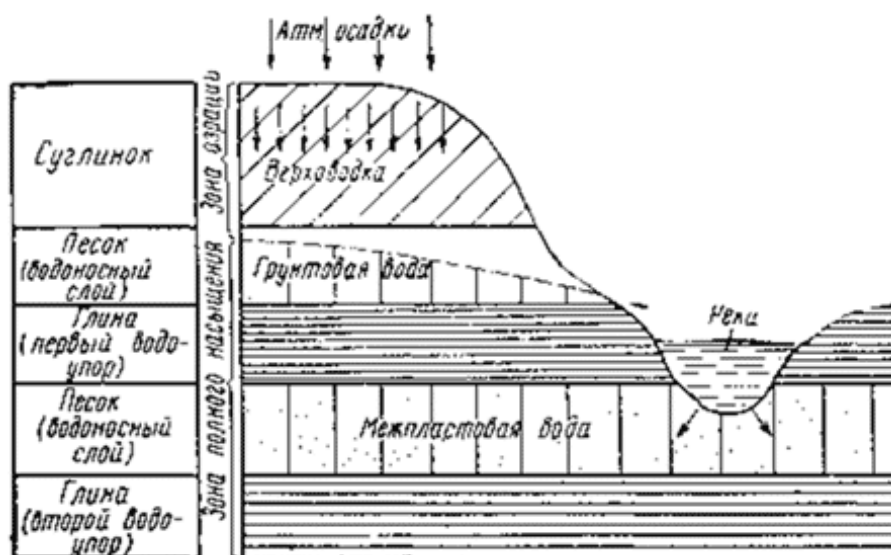


Рисунок 4 - Классификация подземных вод по условиям в земной коре

Хозяйственно-питьевые воды – источником являются подземные воды зоны интенсивного водообмена. Глубина залегания пресных вод от поверхности земли обычно не превышает нескольких десятков метров. Технические воды – требования к подземным техническим водам отражает специфику того или иного вида производства.

Промышленные воды – содержат в растворе полезные элементы (бром, йод и т.д.) в количестве, имеющем промышленное сырьевое значение. Минеральными называются воды которые имеют повышенное содержание биологически активных микрокомпонентов, газов, радиоактивных элементов и т.д. Они выходят на поверхность земли источниками или вскрываются буровыми скважинами.

Термальные воды имеют температуру более 37°C . Они залегают повсеместно на глубинах от нескольких десятков и сотен метров до нескольких километров. По трещинам термальные воды часто выходят на поверхность земли, образуя горячие источники с температурой 100°C . Верхняя часть земной коры в зависимости от степени насыщения водой пор горных пород делится на две зоны:

- верхняя – зона аэрации, расположена между поверхностью земли и уровнем грунтовых вод. В этой зоне наблюдается просачивание атмосферных осадков из поверхности вод вглубь, в сторону зоны насыщения.

- нижняя – зона насыщения расположена ниже уровня грунтовых вод, В этой зоне все поры, трещины, каверны и другие пустоты заполнены гравитационной водой.

Верховодка

Верховодка – это временное скопление подземных вод в зоне аэрации (см. рисунок 5).

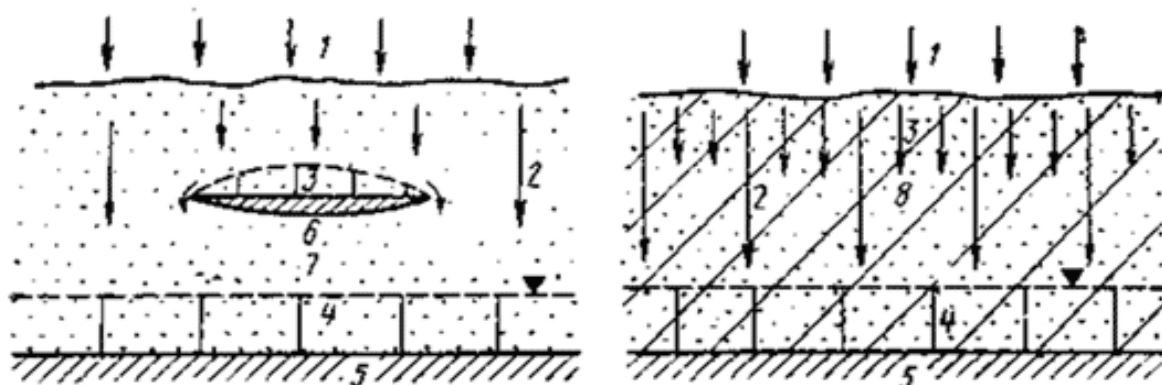


Рисунок 5 – классификация верховодки

1- атмосферные осадки; 2 – инфильтрация воды; 3 – верховодка; 4 – грунтовая вода; 5 – водоупор; 6 – линза глины; 7 – песок; 8 – глинистый песок

Эта зона располагается на небольшой глубине от поверхности, над горизонтом грунтовых вод. Верховодка образуется над локальными водоупорами, которыми могут являться линзы глин и суглинков в песке, прослойки более плотных пород. При инфильтрации вода временно задерживается и образует водоносный слой (горизонт). Особенностью верховодки является возможность её образовываться в зоне аэрации водоупорных пластов. Верховодка имеет сезонный характер, небольшую площадь, малую мощность и безнапорность. Для строительства верховодка опасна, так как может подтапливать подземную часть здания. При инженерно-геологических изысканиях, проводимых в сухое время года, верховодка может и не обнаружиться.

Грунтовые воды

Грунтовыми называют постоянные во времени и значительные по площади подземные воды, залегающие на первом от поверхности водоупоре. Они характеризуются:

1. свободной поверхностью, то есть сверху не перекрыты водоупорными слоями. Свободная поверхность называется зеркалом. Глубина залегания уровня от поверхности – от 1... 50 метров. Водоупор, на котором лежит водоносный слой называют водоупорным ложем, а расстояние от водоупора до уровня подземных вод – мощностью водоносного слоя (см. рисунок 6). Грунтовые воды в силу наличия свободной поверхности безнапорны. Иногда они могут проявить так называемый местный напор, связанный с залеганием линзы глины в уровне зеркала (см. рисунок 6).

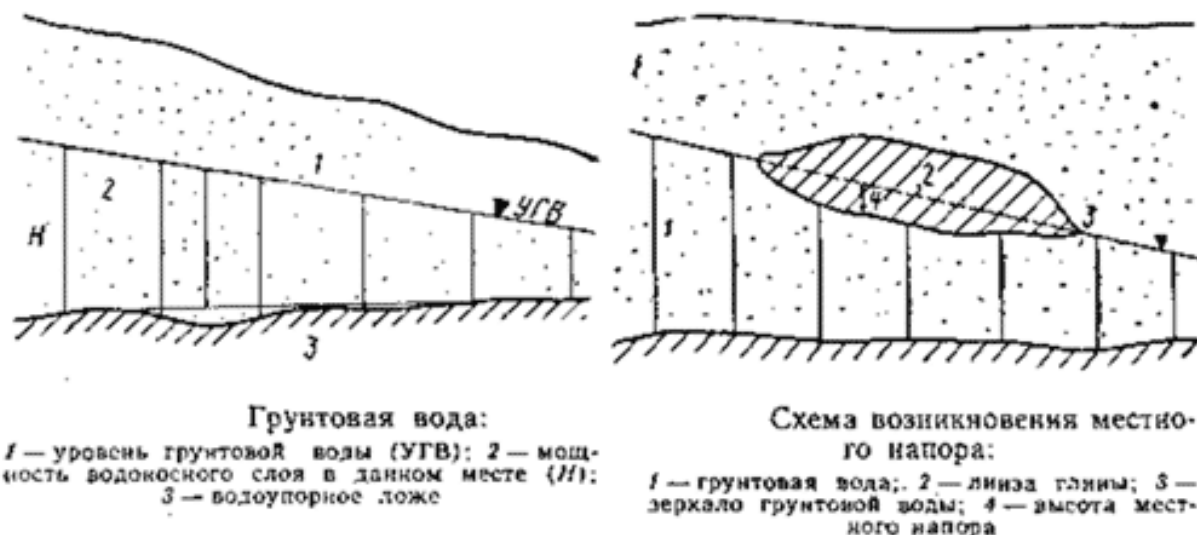


Рисунок 3 – Схема расположения воды

2. питание грунтовых вод происходит за счет атмосферных осадков, а также поступление воды из поверхностных водоемов и рек.

3. грунтовые воды находятся в непрерывном движении и образуют потоки, которые направлены в сторону общего наклона водоупора.

4. количество, качество и глубина залегания грунтовых вод зависит от геологических условий местности и климатических факторов. По степени минерализации воды преимущественно пресные, реже солоноватые и соленые, состав гидрокарбонатно-кальциевый, сульфатный и сульфатно-хлоридный.

Межпластовые подземные воды

Эти воды располагаются в водоносных горизонтах между водоупорами. Они бывают ненапорными и напорными (артезианскими).

Ненапорные воды встречаются сравнительно редко. Они связаны с горизонтально залегающими водоносными слоями, заполненными водой полностью или частично (см. рисунок 7).

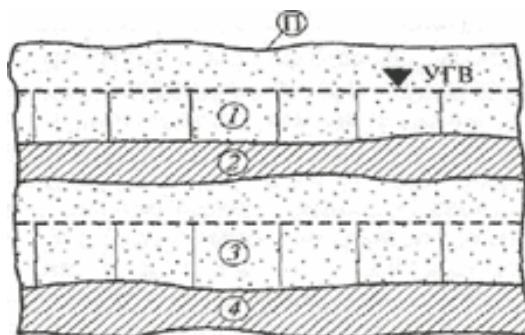


Рисунок 7 – Межпластовая ненапорная вода:

1- грунтовая вода; 2 – первый водоупор; 3- межпластовая вода; 4 – водоупор; П – поверхность земли

Напорные (артезианские) воды связаны с залеганием водоносных слоев в виде синклиналей или моноклиналей (см. рисунок 8). Площадь распространения напорных водоносных горизонтов называют артезианским бассейном.

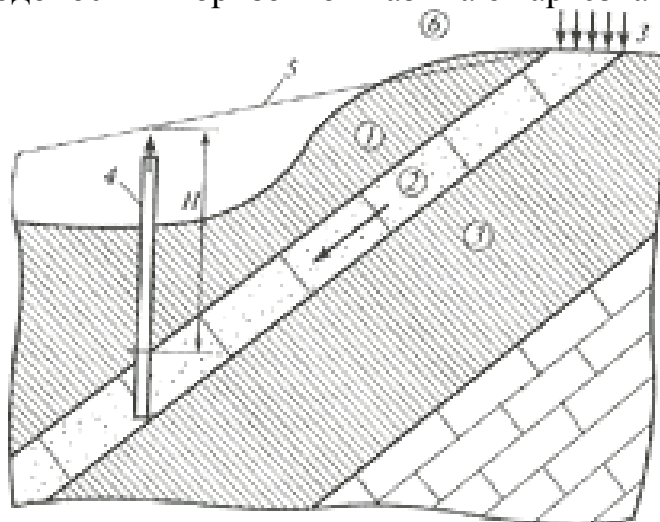


Рисунок 8 - Артезианская вода при моноклиальном залегании слоев:

1– водоупоры; 2– водоносный слой; 3– область питания водой; 4– буровая скважина; 5 – пьезометрический уровень; 6 – поверхность земли; Н – высота (величина) напора воды

Напорность вод характеризуется пьезометрическим уровнем. Высотное положение уровня связано с характером залегания водоносных слоев. Он может быть выше поверхности земли или ниже ее. В первом случае, выходя через буровые скважины, вода фонтанирует, во втором – поднимается лишь до пьезометрического уровня.

Артезианские воды обычно залегают на большой глубине и приурочены к синклинальным (прогнутым) геологическим структурам. При синклинальном залегании пластов создаются наиболее благоприятные условия для образования гидростатического напора. Напорные воды встречаются и при моноклиальном залегании водоносных пластов, если последние резко изменяют свою водопроницаемость или выклиниваются. Они могут быть приурочены также и к зонам тектонических нарушений и разломов.

Геологические структуры синклинального типа, содержащие один или несколько напорных водоносных горизонтов и занимающие значительные площади (до нескольких сотен тысяч квадратных километров), называют артезианскими бассейнами. При моноклиальном залегании слоев образуется артезианский склон.

Основные элементы артезианского бассейна (склона). В артезианских бассейнах выделяют три области: питания, напора (распространения) и разгрузки. Разгрузка напорных вод возможна и искусственным путем через водозаборные скважины при их длительной эксплуатации. Работа водозаборов усиливает также процессы перетекания воды из одного водоносного горизонта в другой.

Подземные воды в трещиноватых и закарстованных породах. Трещинные воды – это подземные воды, циркулирующие в трещиноватых горных породах.

Перемещаются они по системе взаимосвязанных трещин и образуют единую гидравлическую систему. В зависимости от условий залегания трещинные воды могут быть грунтовыми, межпластовыми, жильными. Трещинно–грунтовые воды развиты в верхней трещиноватой зоне кристаллических массивов (до глубины 80...100 м). Питаются они в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и отличаются значительными колебаниями уровня подземных вод во времени. Трещино-жильные воды развиты локально, исключительно в зонах тектонических нарушений с крупными трещинами. Это линейно вытянутые узкие водные потоки (жилы), уходящие в глубину на несколько сот метров, поэтому они часто имеют повышенную температуру. Карстовые воды называются подземные воды, которые циркулируют по трещинам и пустотам карстового происхождения. Карстовые воды отличаются от трещинных вод более интенсивным движением, особенно в верхней зоне массива закарстованных пород, непостоянством химического состава, резким изменением водообильности на сравнительно небольших расстояниях.

Карта гидроизогипс

Грунтовые воды залегают на первом от поверхности земли водоупорном слое. Поверхность грунтовых вод (зеркало) имеет свой рельеф, который отражается картой гидроизогипс. Гидроизогипсы – это линии равных гидростатических напоров грунтовых вод. На картах они соответствуют абсолютным отметкам свободной поверхности грунтовых вод.

Карта гидроизогипс строится по геолого-литологическим колонкам буровых скважин. Для этого на изучаемой территории бурят несколько скважин (по квадратной сетке). В каждой скважине определяют абсолютную отметку уровня грунтовой воды. Значения отметок выносят на топографическую карту местности. Точки с одинаковыми отметками соединяют линиями – гидроизогипсами. Недостающие отметки получают методом интерполяции.

Карта гидроизогипс содержит информацию о динамике подземных вод, что очень важно при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов.

По карте гидроизогипс можно определить следующее:

- направление движения потока грунтовой воды – от больших к меньшим отметкам, перпендикулярно линиям гидроизогипс;
- места разгрузки грунтовых вод;
- скорость фильтрации (V) грунтовой воды в разных районах участка

определяется помощью уравнения Дарси:

$$V = K_{\phi} * J, \text{ м/сут,}$$

где J – гидравлический градиент определяемый для выбранных точек как отношение разности абсолютных отметок уровней грунтовых вод к расстоянию между ними ($J = \Delta H/L$); K_{ϕ} –коэффициент фильтрации, м/сут

- глубину залегания грунтовых вод в разных точках карты определяют по разности абсолютных отметок горизонталей рельефа местности и гидроизогипс.

Задание: на карте гидроизогипс (рисунок 9)

необходимо:

1. Определить направление движения грунтовых вод.
2. Определить глубину залегания грунтовой воды в 5-6 точках участка.
3. Рассчитать скорость движения и время преодоления фронтом подземных вод участка заданной длины. Коэффициент фильтрации грунтов составляет $K_f = 10$ м/сут.
4. Выбрать схему дренажа в целях защиты от подтопления зданий, указанных преподавателем.



Рисунок 9 – Карта гидроизогипс центральной части г. Ростова-на-Дону
Сплошными линиями показаны горизонталы, штриховыми - гидроизогипсы

Тема 7. Инженерно-геологические изыскания

Проводятся для обоснования проектирования, этапов строительства, разведки месторождений полезных ископаемых. В зависимости от назначения инженерно-геологические исследования выполняют: до проектирования, в период строительства, в период эксплуатации.

На уровне «допроектного» исследования изучают участок для строительства, свойства грунтов, наличие строительных материалов. Делают выводы о глубине заложения фундаментов, допустимое давление на грунт, прогнозируют устойчивость сооружения. В период строительства при отрывке котлованов производят сверку наблюдаемых геологических данных с геологическим материалом, полученным в "допроектный" период. При эксплуатации сооружений проводятся наблюдения за характером и величиной режима грунтовых вод, устойчивостью склонов. Устанавливают причины возникновения деформации зданий. Инженерно-геологические работы, проводимые на всех этапах, разделяют на три группы.

1. Подготовительные работы – это изучение архивов данного района.

2. Полевые работы – это съёмка участка, исследование грунтов, изучение подземных вод.

3. Камеральные работы – это обработка полевых материалов, составление отчетов, составление карт и разрезов.

Инженерно-геологический отчёт является итогом инженерно-геологических изысканий. Отчёт передаётся проектной организации, и на его основе выполняется необходимая проектная документация для строительства.

Буровые и горнопроходческие работы являются важнейшей частью инженерно-геологических исследований. С помощью буровых скважин и горных выработок выясняют геологическое строение и условия строительной площадки на необходимую глубину, отбирают пробы грунтов, проводят опытные работы и стационарные наблюдения.

Буровая скважина – цилиндрическая вертикальная выработка (реже наклонная) малого диаметра, выполняемая специальным буровым инструментом. В буровых скважинах различают устье (начало), стенки и забой или дно.

Сущность бурения заключается в постепенном и последовательном разрушении породы на забое и извлечение ее на поверхность. Образцы породы, извлекаемые из скважин, называются буровым керном.

Наиболее распространенным видом горных выработок является шурф. При изысканиях применяют также и другие выработки: расчистки, канавы, дудки, штольни и шахты.

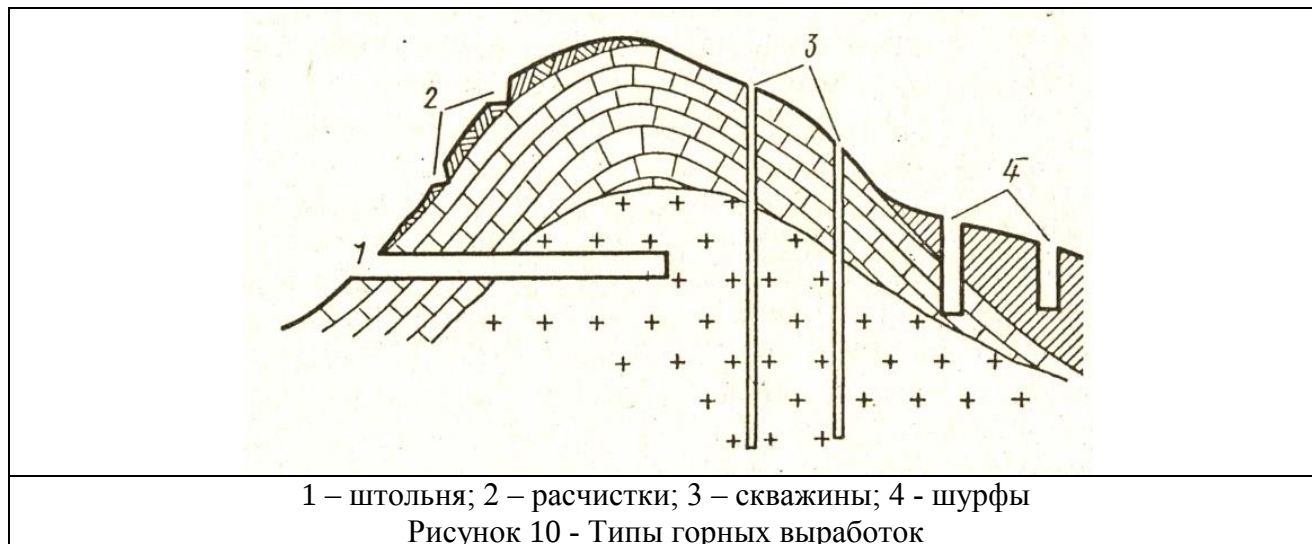
Шурф – вертикальная горная выработка прямоугольного или круглого сечения, проходима с поверхности до глубины 20 м. Шурф круглого сечения называют дудкой.

Наиболее распространены на изысканиях мелкие шурфы глубиной до 3-5 м сечением 1х1,25 м.

В настоящее время шурфы разрабатывают с помощью специальных шурфопроходческих установок, оснащенных ковшовыми или шнековыми бурами.

По окончании полевых работ шурфы тщательно засыпают, грунт утрамбовывают, а поверхность земли выравнивают.

Расчистки – неглубокие выработки, применяемые для снятия рыхлого маломощного покрова делювия или элювия с наклонных поверхностей.



Канавы (траншеи) – узкие (до 0,8 м) и неглубокие (до 2 м) выработки, выполняемые вручную или с помощью технических средств с целью вскрытия коренных пород.

Штольни – подземные горизонтальные выработки значительной длины, закладываемые на склонах и вскрывающие толщи горных пород в глубине массива.

Шахты (разведочные) – вертикальные горные выработки, которые отличаются от шурфов значительно большими размерами (глубиной до 30 м, а сечением до 6 кв.м).

Основными геологическими документами разведочных работ являются буровой журнал и журнал горных выработок. В журналах по мере бурения скважин и проходки шурфов подробно описывают состав и состояние вскрываемых пород, указывают глубину отбора проб породы и воды, проводят результаты наблюдений за появлением уровня подземных вод, выходом керна и т.д. По данным буровых и горных журналов составляют разрезы (колонки) отдельных скважин и шурфов.

Тема 8. Понятие о геологической карте и разрезе

Геологические карты представляют собой проекцию геологических структур на горизонтальную плоскость. По картам можно судить о площади распространения и условий залегания горных пород. Все карты подразделяются: на карты коренных пород и четвертичных отложений. Четвертичные отложения покрывают поверхность земли, скрывая коренные породы.

Геологические карты бывают:

Стратиграфическими – указывают границы распространения пород различного возраста. Породы одного и того же возраста на карте обозначают условными буквенными индексами.

Литологическими – отражают состав пород. Каждую породу обозначают типовым условным знаком.

Инженерно-геологическими – отражают сведения о важнейших инженерно-геологических факторах в пределах изучаемой территории. Инженерно-геологические карты классифицируются на 3 вида: 1) инженерно-геологические карты; 2) карты инженерно-геологического районирования; 3) инженерно-геологические карты специфического назначения.

Инженерно-геологические карты отражают оценку природных условий места строительства.

Карты инженерно-геологического районирования отражают разделение территории на части.

Инженерно-геологические карты специфического назначения составляют применительно к конкретным видам строительства или сооружения.

Геологические разрезы – это проекция геологического разреза на вертикальную плоскость. На разрезе указывают состав и мощность слоев, гидрогеологические условия. Строятся по данным разведочных выработок и геологическим картам. По выбранной линии разреза строят топографический профиль поверхности. На профиль переносят точки, отражающие места заложения разведочных выработок. Далее на профиль переносят все геологические и гидрогеологические данные. Разрез оформляется в масштабе с указанием всех условных обозначений

Инженерно-геологические заключения

Составление отчета является заключительным этапом изысканий. Он состоит из общей части, специальной, графического приложения, инженерно-геологической записки. Общая часть – указывает объем, место исследований, характеристику выполненных работ. Описываются все имеющиеся месторождения, их влияние на строительство, дается оценка качества основания.

Инженерно- геологический разрез - это проекция геологического строения на вертикальную плоскость. На разрезе показываются условия залегания пород, их литологический состав, физико-механические свойства, возраст; фиксируются наличие и глубина залегания подземных вод, выделяются инженер-

но-геологические элементы (рисунок 11). Разрезы строятся по данным разведочных горных выработок: скважин, шурфов.

Учебный инженерно-геологический разрез строят по двум вариантам прилагаемых геолого-литологических колонок скважин: 1,3,5,7,9 и 2,4,6,8,10 (таблица 5) и оценивают инженерно-геологические условия участка.

С учетом горизонтального и вертикального масштабов наносятся точки заложения скважин (по горизонтали - расстояния между скважинами, по вертикали - абсолютные отметки их устьев). Построенные точки соединяют плавной линией и получают профиль рельефа местности.

В местах заложения скважин при помощи графических обозначений наносятся данные геолого-литологических колонок. Затем, они увязываются между собой в единое целое – геологический разрез. Для этого одноименные слои, вскрытые скважинами, соединяются плавными линиями.

Штриховой линией показывают на разрезе уровень грунтовых вод, буквенно-цифровыми индексами – возраст горных пород и их генезис. Рядом с разрезом отображается легенда: условные обозначения горных пород.

Инженерно-геологический разрез анализируют по следующей схеме.

1. Послойно (сверху вниз) описывают слагающие разрез грунты: наименование, условия залегания (мощность, характер напластования), основные свойства;

2. При наличии подземных вод дают их характеристику:

условия залегания, водовмещающие и водоупорные породы, мощность водоносного горизонта, режим фильтрации (напорный безнапорный), направление движения потока, возможность развития подтопления;

3. Дают прогноз изменений геологической среды, которые могут произойти при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог, каковы будут их негативные последствия. Указывают необходимые защитные мероприятия и методы улучшения свойств грунтов.

Таблица 5 - Геолого-литологические колонки буровых скважин

Наименование породы	Возраст	Номер скважины и абсолютная отметка ее устья (2-ая строка)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		167,1	167,3	167,4	167,0	166,8	167,2	167,6	167,0	166,5	166,0
Почвенный слой	eO _I Y	Мощность слоев в скважинах, м									
		0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6
Суглинок лессовидный	dQ _{II} I	1,2	2,5	2,5	3,6	2,2	3,8	1,2	2,6	1,0	3,2

Супесь	edQ _{II}	6,5	2,4	1,6	1,5	4,0	6,5	4,5	2,8	3,2	5,8
Песок мелкозернистый	dQ _{II} I	-	1,5	1,0	1,2	-	-	-	1,5	1,2	-
Супесь лессовидная	edQ _{II}	-	3,5	3,0	3,1	-	-	-	3,2	2,0	-
Песок среднезернистый	aN ₂	3,6	4,0	4,9	5,7	5,5	5,8	4,0	3,8	2,8	1,8
Глина плотная однородная	mN ₁	4,0	3,5	1,5	1,4	0,5	0,2	2,8	2,5	4,5	6,8
Известняк пористый	mK ₁	5,0	5,0	5,0	4,8	4,5	5,5	5,5	4,5	3,5	4,5
Глубина залегания грунтовых вод, (м)	-	7,5	9,4	6,5	8,8	5,7	8,0	4,2	6,0	2,8	4,0

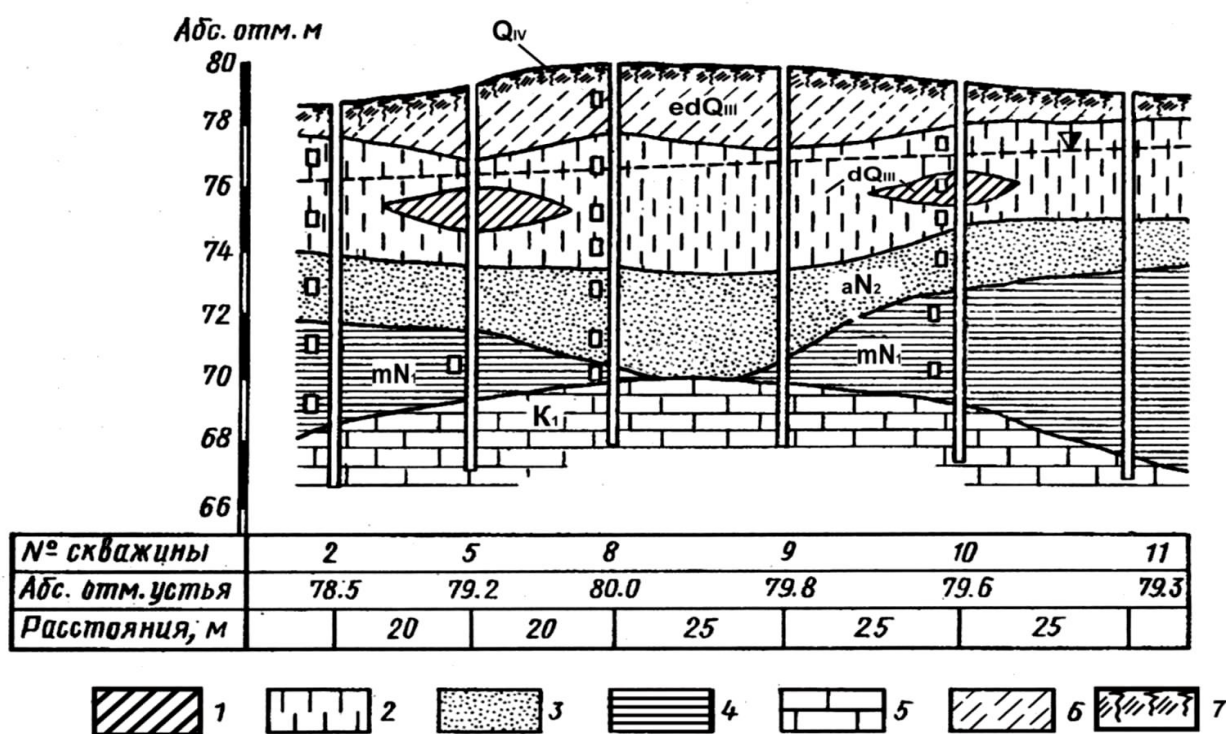


Рисунок 11 – Инженерно-геологический разрез
 1 - суглинок; 2 – суглинок лессовидный; 3 – песок; 4 – глина; 5 – известняк; 6 – супесь;
 7 – слой почвенно-растительный

Литература

1. ГОСТ Р 21.302-2021 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям
2. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация
3. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
4. СП 47. 13330. 2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
5. Основы инженерной геологии / Н.А.Платов. - 5-е изд., доп. - М.: ИНФРА-М, 2023. - 190 с.
6. Лазарев В.В. Геология: Учебник для средних специальных учебных заведений (СПО). – ИД Ин-Фолио, 2010.
7. Геологический портал GeoKniga [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geokniga.org/>.
8. Геология. Энциклопедия для всех [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.allgeology.ru>.
9. Горная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru>.
10. Техническая литература [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>.