

Министерство сельского хозяйства РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный аграрный университет»

Агрономический факультет

Кафедра почвоведения, агрохимии и земледелия

## **ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ**

Методические указания по выполнению практической  
и самостоятельной работы



Новосибирск 2015

УДК 556

ББК 26.22

*Кафедра почвоведения, агрохимии и земледелия*

Составитель: канд. с.-х. наук, доц. *Блескина Л.М.*

Рецензент: канд. с.-х. наук, доц. *Л.В. Овчинникова*

*Гидрогеология и основы геологии: Методические указания по выполнению практической и самостоятельной работы/ Новосибир. гос. аграр. ун-т, Агроном. фак.; сост.: Л.М. Блескина. – Новосибирск, 2015. – 29 с.*

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета протокол №\_9\_от 14.10.2015\_г.)

## **Введение**

Методические указания по курсу «Гидрогеология и основы геологии» предусматривают получение студентами практических знаний и навыков, которые облегчают усвоение одноименного лекционного курса и подготавливают их к самостоятельной работе.

Методические указания состоят из 3-х работ. Первая работа относится к разделу по гидрогеологии, вторая и третья – относится к разделу основы геологии. Так же приведены вопросы для самостоятельного изучения.

В результате освоения дисциплины у студентов должны сформироваться и закрепиться следующие компетенции:

- Способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2).
- Способность оперировать техническими средствами при производстве работ по природообустройству и водопользованию, при измерении основных параметров природных и технологических процессов (ПК-4).

## Работа 1. Приток подземных вод к водозаборным сооружениям.

**Задание:** Изучить основные понятия, расчеты по притоку (расходу) подземных вод и решить задачи.

Водозаборные сооружения (скважины, колодцы и др.) предназначены для отбора подземных вод на орошение и водоснабжение, для понижения уровня подземных вод при осушении сельскохозяйственных земель, месторождений, полезных ископаемых, строительных котлованов и др.

Водозаборы могут быть одиночными и групповыми.

**Расход скважины.** Водозаборные колодцы или скважины, вскрывающие напорные водоносные горизонты с пьезометрическим уровнем выше поверхности земли фонтанируют. Из не фонтанирующих скважин воду откачивают насосами. Количество воды, которое можно получить из скважины в единицу времени при откачке или самоизливе, называется расходом или дебитом скважины (единицы измерения – литры,  $\text{м}^3$ , тонны в сек., час, сутки). По степени вскрытия пласта колодцы и скважины (водозаборные и поглощающие) делятся на совершенные и несовершенные. Первые вскрывают всю водоносную толщу, вторые – лишь часть водоносного горизонта.

Уровень подземных вод до откачки называют статическим. Под влиянием откачки происходит снижение уровня грунтовых вод (или пьезометрического уровня напорных вод) как в самой скважине, так и вокруг нее. Уровень воды в скважине в процессе откачки называется динамическим.

Влияние откачки постепенно распространяется на все большее расстояние от скважины, в результате образуется депрессионная воронка параболического очертания (рис. 1).

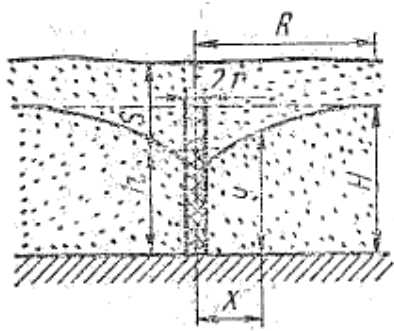


Рис. 1 Схема совершенной скважины в грунтовых водах.

Наибольшее понижение уровня наблюдается вблизи скважины. Радиус депрессионной воронки ( $R$ ), т.е. расстояние от центра скважины до сечения, в котором практически уже не наблюдается влияние откачки, называется

радиусом влияния откачки. Для расчёта дебита и понижения водозаборных скважин используют зависимости различных для безнапорных и напорных вод, совершенных несовершенных скважин и т.д.

**Дебит совершенной скважины.** Совершенная скважина в безнапорном однородном водоносном слое при установившемся режиме фильтрации.

Для расчета дебита скважины исходной является формула Дарси ( $Q=KIw$ ).

Приняв поверхность водоупора за ось абсцисс, а ось скважин за ось ординат. Напишем выражение для площади сечения потока  $W=2\pi xh$ .

Напорный градиент для сечения  $h$ , удаленного от скважины на расстоянии  $x$ , равен

$$I = \frac{dh}{dx}$$

Тогда приток воды к скважине в процессе откачки составит

$$Q = 2\pi x k \frac{dh}{dx}$$

Пределы изменений  $x$  и  $y$  могут устанавливаться для двух случаев: для их минимальных и максимальных значений, когда  $x=r$  и  $x=R$ , а  $h=h_c$  и  $h=h_0$  (рис. 2); для любых отрезков депрессионной кривой (рис.2).

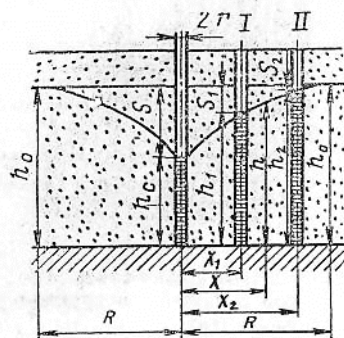


Рис.2 Схема для определения притока грунтовых вод к совершенной скважине по формуле Дюпюи.

Для первого случая находим выражение для дебита (формула Дюпюи):

$$Q = \frac{\pi k (h_0^2 - h_c^2)}{\ln R - \ln r}$$

Учитывая, что  $(h_0 - h_c) = S$  ( $S$  – понижение при откачке) получим формулу дебита скважины в более удобном виде

$$Q = \frac{1,36k(2h_0 - S)S}{\lg R - \lg r}$$

Для второго случая, для отрезка депрессионной кривой между сечениями  $x_1$  и  $x_2$ , где заложены наблюдательные скважины, где высота столба воды соответственно  $h_1$  и  $h_2$  (рис.2)

$$Q = \frac{\pi k (h_2^2 - h_1^2)}{\ln x_2 - \ln x_1}$$

Приведенные позволяют рассчитать дебит скважины для заданных условий или по известному дебиту найти коэффициент фильтрации водоносного слоя, из которого проводили откачку.

**Дебит несовершенной скважины.** Несовершенные скважины по сравнению с совершенными оказывают дополнительное сопротивление потоку подземных вод, поступающему в скважину при откачке. Поэтому при равном понижении дебит несовершенного колодца меньше, чем совершенного. При глубоком залегании водоупора большинство сооружаемых скважин является несовершенными.

В зависимости от конструкций приток воды в несовершенные скважины возможен через стенки и дно (одновременно), только через дно или только через стенки. Несовершенные скважины с затопленным фильтром, когда депрессионная кривая пересекает рабочую часть фильтра.

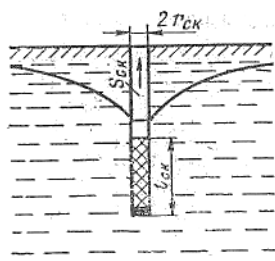


Рис. 3. Приток к несовершенной скважине с затопленным фильтром.

*Формула Н.К. Гиринского.* Дебит несовершенной скважины, с затопленным фильтром при условии, что расстояние от конца фильтра до кровли и подошвы водоносного пласта больше длины фильтра (рис.3), равен ( $m^3/сут$ )

$$Q = 2,73 \frac{kl_{CK} S_{CK}}{\lg \alpha l_{CK} - \lg r_{CK}},$$

где  $l_{\text{ск}}$  - длина фильтра в скважине из которой произведена откачка, м;  
 $S_{\text{ск}}$  – понижение уровня в той же скважине, м;  $r_{\text{ск}}$  – радиус скважины, м.  
Поправка  $\alpha$  по Н.К. Гириному – 0,80. Формула применима для грунтовых и артезианских скважин.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое водозаборные сооружения, для чего их используют.
2. Что такое дебит скважины, в каких единицах измеряется.
3. Совершенные и несовершенные скважины.
4. Уровень подземных вод до откачки, после откачки, депрессионная воронка, радиус депрессионной воронки, радиус откачки.
5. Дебит совершенной скважины в безнапорном однородном водоносном слое при установившемся режиме фильтрации.
6. Дебит несовершенной скважины с затопленным фильтром. Формула Н.К. Гириного.

### **Вопросы для самостоятельной работы**

1. Совершенная скважина в напорном однородном водоносном слое.
2. Дебит несовершенной скважины для пласта конечной мощности (Формула И.Н. Веригина).
3. Расчет поглощающей скважины.
4. Расход дрены.
5. Зависимость дебита скважины от понижения уровня.
6. Взаимодействие водозаборных скважин.
7. Запасы подземных вод.
8. Охрана подземных вод от истощения и загрязнения.

### **Работа 2. Минералы**

**Задание:** Изучить коллекцию минералов и описать их свойства, ответить на контрольные вопросы.

#### **Минералы и их происхождения**

##### *Условия образования минералов*

Минералы – это природные тела, имеющие определенный химический состав и свойства; образующиеся в результате физико-химических процессов, протекающих в земной коре. В земной коре содержится до 7000 минералов и их разновидностей, и около 100 из них входят в состав горных

пород. Эти минералы называются породообразующими. Минералы образуются в результате разнообразных геологических процессов. Существует 3 процесса образования:

Эндогенный процесс – протекает в недрах земли, и минералы рождаются из магмы (силикатного расплава). Магма по мере понижение  $t$ , затвердевает. При данном процессе минералы характеризуются большой твердостью, к воде, кислотам.

Экзогенный процесс – протекает на поверхности земной коры, где взаимодействуют литосфера, гидросфера, атмосфера. Образование связано с процессом выветривания и колебаний температур. Такие минералы характеризуются низкой твердостью, и взаимодействием с водой.

Метаморфический процесс – это перерождение ранее образованных минералов под воздействием высоких  $t$  и давления, а также магматических газов и воды. Минералы проходят перекристаллизацию, приобретают плотность, прочность.

#### *Строение и свойства минералов*

Минералы могут иметь кристаллическую структуру или аморфную. Свойства минералов могут быть одинаковыми по всем направлениям, такие минералы называют изотропными. А если свойства разные по различным направлениям – анизотропными. Минералы, обладающие кристаллической решеткой, характеризуются правильной внешней формой. Аморфные минералы характеризуются неправильной формой.

Морфологические особенности – это различные внешние формы. Формы минералов можно разделить на следующие виды: а)изометрические формы (одинаково развиты во всех направлениях); б)вытянутые в одном направлении (призматические, игольчатые); в) вытянутые в двух направлениях (плоские, листовые, чешуйчатые).

Все минералы имеют определенные физические свойства:

Внешняя форма – в природных условиях чаще всего преобладает неправильные очертания. Хорошо ограниченные и ограненные кристаллы встречаются редко.

Цвет – условно разделяют на светлые (кварц, полевые шпаты, гипс, кальцит), темные (роговая обманка, авгит и др.).

Прозрачность минералов – свойство пропускать свет. Выделяют III группы минералов:

а) прозрачные (кварц, мусковит).

б) полупрозрачные (халцедон).



в) непрозрачные (пирит, графит).

Блеск – свойство, основанное на отражение света поверхностью минерала. Он может быть металлическим и неметаллическим (стеклянным, жирным, шелковистым).

Твердость минерала – способность противостоять внешнему механическому воздействию. Каждому минералу присуща определенная твердость, которая ориентировочно оценивается по шкале Мооса.

Спайность – способность минерала раскладываться или расщепляться по определенным направлениям с образованием гладких плоскостей. Спайность оценивается по следующей шкале:

а) спайность весьма совершенная – минерал расщепляется на тонкие листочки (слюда).

б) спайность совершенная – при расколе молотком минерал дает обломки, ограниченные правильными плоскостями (кальцит).

в) спайность несовершенная – на осколках минерала небольшие гладкие площадки (апатиты).

г) спайность отсутствует – раскалывание минерала происходит по неопределенным направлениям.

Излом характеризует поверхность разрыва и раскалывания минералов.

Различается излом:

а) ступенчатый (полевые шпаты);

б) раковистый (кремень);

в) землистый (каолинит);

г) занозистый (роговая обманка);

д) волокнистый (асбест).

Минералы обладают рядом физических свойств: хрупкостью, плавкостью, магнитностью, вкусом, запахом и т.д.

### **Контрольные вопросы**

1. Образование минералов.
2. Что такое минералы (общие сведения).
3. Свойства минералов.
4. Классификация минералов.
5. Алумосиликаты и силикаты.
6. Оксиды и гидроксиды.
7. Карбонаты.
8. Сульфаты.
9. Фосфаты.

- 10.Сульфиды.
- 11.Галоиды.
- 12.Самородные элементы.

### **Работа 3. Горные породы**

**Задание:** изучить горные породы по коллекции, описать их свойства и ответить на контрольные вопросы.

#### *Общие сведения о горных породах.*

Горные породы представляют собой плотные или рыхлые, слагающие земную кору агрегаты тех или иных минералов, а также обломков других пород. Каждая горная порода имеет минералогический состав, свою структуру и текстуру.

Структура горных пород определяется особенностями внутреннего строения, формой и размерами слагающих их элементов (минералов и цемента) и характером их взаимной связи.

Текстура горных пород определяется ее внешним обликом (слоистость, массивность и т.д.), обусловленным особенностями слагающих пород частиц. Горные породы по условиям происхождения и образования (генезису) делятся на: магматические, осадочные и метаморфические.

#### **Магматические горные породы**

Магматические породы образуются из застывшей магмы. Расплавленная магма, застывшая в недрах, образует глубинные породы, поток лавы излившийся на поверхность земли называется излившейся, Глубинные магматические породы образуются в условиях высокого давления, медленного и равномерного остывания. При этом породы характеризуются плотной полнокристаллической структурой. Излившиеся магматические породы образуются под низким давлением и температурой, при быстрой отдаче тепла и газовых компонентов. При этом породы характеризуются наличием аморфного стекла и пористой структурой. Структура и текстура магматических пород зависит от внутреннего строения.

*По происхождению, условиям образования и залегания магматические горные породы подразделяются на: интрузивные (глубинные), эффузивные (излившиеся) и жильные.*

*Интрузивные породы* образуются при силовом внедрении и остывании магмы в толще отложений горных пород земной коры без их выхода на поверхность земли.

*Жильные образования* связаны с заполнением магмой трещин, образующихся обычно в толще осадочных пород при внедрении магмы. Жилы подразделяются на пластовые и секущие.

*Эффузивные породы* образуются при излиянии с последующим остыванием и затвердеванием магмы уже не в толще пород земной коры, а на поверхности земли.

Различают *структуру*: 1. зернистую (полнокристаллическую); 2. полукристаллическую; 3. стекловатую.

По величине кристаллов породы делятся на: крупнозернистые – более 5 мм; среднезернистые – 5...1 мм.; мелкозернистые – менее 1 мм (см.рис. 4).

Текстура характеризует пространственное расположение составных частей. Различают:

1. массивную текстуру (плотное расположение кристаллов);
2. полосчатую текстуру (чередование различных участков);
3. шлаковую текстуру (содержание пустот видимых глазом).



Рис. 4 - магматические горные породы под микроскопом.

### **Основные виды магматических пород**

К основным глубинным горным породам, применяемым в строительстве относят:

Гранит – имеет полнокристаллическую зернистую структуру. Цвет от светло-серого до красного. Состоит из минералов: полевого шпата (60%), кварца (40%). Текстура массивная;  $\rho = 2600...2700 \text{ кг/м}^3$ . Устойчив к

выветриванию. Хорошо поддается обработке. Используется для облицовки зданий, фундаментов, волнорезов, изготовления ступеней.

Сиенит – основным минералом является ортоклаз и немного слюды, структура менее зернистая. По прочности и плотности близок к граниту,  $\rho=2600\ldots2800$  кг/м<sup>3</sup>. Хорошо полируется, но менее стоек к выветриванию. Применение как у гранита.

Диорит – полнокристаллическая зернистая структура, цвет от светло-серого до темного. Основой является пламоклазы 75 %, роговая обманка. Текстура массивная,  $\rho=2800\ldots3000$  кг/м<sup>3</sup>. Хорошо полируется. Характеризуется высокой морозостойкостью. Применяется для покрытий и облицовки.

Габбро – полнокристаллическая крупнозернистая структура (см.рис.5). Состоит из полевого шпата и авгита. Цвет серый, темно-зеленый и черный,  $\rho = 2900\ldots3300$  кг/м<sup>3</sup>. Применяется для покрытия дорог, облицовки и приготовления щебня.

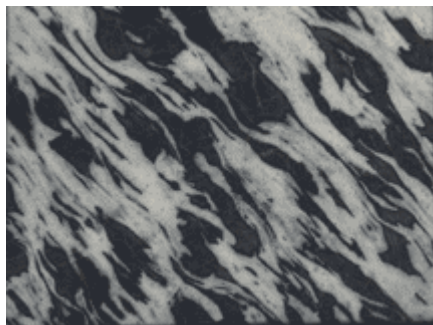


Рис. 5 - флазерное габбро

К основным излившимся горным породам относят:

Кварцевые порфиры – это аналог гранита. Структура порфировая - в стекловатой массе содержатся вкрапления, которые понижают прочность и стойкость против выветривания;  $\rho=2400\ldots2650$  кг/м<sup>3</sup>. Окрашен в желтовато-серые тона. Применяется как облицовочный камень.

Базальт – в минеральном отношении аналог габбро. Представляет собой черную мелкокристаллическую породу;  $\rho = 3300\text{--}3000$  кг/м<sup>3</sup>. Применяется как строительный камень, литые. Обладает высокой вязкостью, мало натирается. Пемза – пористая порода (до 80% объем пор). Это вулканическое стекло, которое образовалось при быстром охлаждении лавы на воздухе, сопровождающееся бурным выделением газа;  $R=500$  МПа. Характеризуется морозостойкостью и водонепроницаемостью, является хорошим теплоизоляционным материалом. Применяют как щебень, песок, абразивный материал.

Вулканические туфы – пористая порода, образовавшаяся в процессе уплотнения вулканического пепла;  $\rho=750\ldots1400$  кг/м<sup>3</sup>. Обладает высокой

морозостойкостью. Из туфовых пород выпиливают камни правильной формы для кладки стен; изготавливают щебень.

### **Осадочные горные породы**

Любая порода на земной поверхности подвергается действию атмосферных осадков. В результате прочные породы разрушаются, образуя мелкие обломки. Продукты разрушения переносятся водой, ветром. Осаждение и накопление продуктов приводит к образованию осадочных пород, которые в зависимости от условий образования делятся на следующие группы: обломочные, органогенные (полученные в результате жизнедеятельности и отмирания организмов) и химогенные.

Структура – каждый вид породы имеет свою структуру, присущую только ей. Для рыхлых пород характерны обломочные структуры, для сцементированных – брекчиевидные и т.п.

Пористость – типична для всех видов пород. Поры бывают мелкие, крупные и в виде каверн. Общая пористость может быть: например, суглинки – 40...50%, пески – 35...40% и т.п. В порах могут располагаться вода, газ, органический материал.

Слоистость – осадочные породы залегают в виде слоев, которые образуются в процессе периодического накопления осадков в водной и воздушной среде.

При резком различии слоев по составу более или менее постоянной мощности и сравнительно большой занимаемой площади слои называют пластами. В таких случаях слои обычно ограничены с двух сторон четко выраженными поверхностями, которые называют плоскостями напластования, верхнюю плоскость называют – кровлей, нижнюю – ложе, а расстояние между ними – мощностью слоя.

Породы обломочного происхождения состоят из обломков механического разрушения магматических и метаморфических образований, а также ранее созданные осадочные породы. Основными признаками обломочных пород является деление на рыхлые и сцементированные. Грубые обломки разделяют на угловатые и окатанные. Угловатые (глыбы, щебень) и окатанные (валуны, галька, гравий).

К обломочным относят песчаные и глинистые породы. Песчаные разделяются по крупности зерен на крупные 2...0,5 мм, средние 0,5...0,25 мм, пылеватые менее 0.1 мм. Происхождение песка – речное, ветровое, озерное, морское. Пылеватые частицы являются основой супеси, суглинков, глины. Лессовидный суглинок - содержит 50% пылеватых частиц. Окраска серовато-желтая, светло-бурая. Основным минералом является кварц,

полевой шпат; пористостью до 55%,  $\rho = 1200 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$ ; легко размокает в воде, являются сырьем для приготовления кирпича.

Глины – содержат глинистых частиц более 30%. Окрас глины – серый, бурый, зеленый. Глины гидрофильные. В сухом состоянии твердые и плотные, в соединении с водой дают пластичную смесь (см. рис.6);  $\rho = 1800 \dots 2000 \text{ кг/м}^3$ .

Область применения: для вяжущих, красок, огнеупорных кирпичей. Рыхлые обломочные породы могут подвергаться цементации – такие породы называются сцементированными.

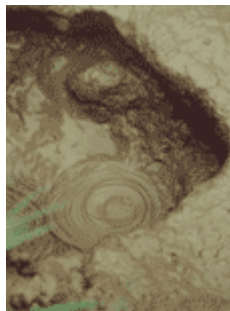


Рис. 6 – кипящая глина

Конгломерат и брекчии – представляют собой сцементированную гальку и щебень;  $\rho = 1500 \dots 2900 \text{ кг/м}^3$ . Их применяют при изготовлении кремнеземистого цемента, как строительный камень, облицовочный материал.

Песчаники – образуются в результате цементации песков. Окраска серая, темно-серая, бурая;  $\rho = 1800 \dots 2500 \text{ кг/м}^3$ . Богаты кремнеземом, песчаники используются как кислотоупорный материал. Прочность от 50...2000 кг/см.

Породы химического происхождения образуются в результате выпадения из растворов химических осадков. Особенностью данных пород является растворимость в воде, наличие пустот, трещиноватость.

Доломиты – состоят из одноименного материала с примесью кальцита, гипса, кварца. Окраска белая, серая, красноватая; структура зернистая, плотная.  $\rho = 2700 \dots 2900 \text{ кг/м}^3$ . По свойствам близок к плотным известнякам. Область применения: в качестве строительного щебня, камня для бетона, огнеупорных материалов и вяжущих веществ.

Гипс – состоит из минералов такого же названия с примесью глинистых минералов (см. рис.7). Окраска белая, серая, зеленая. Структура мраморовидная, крупнозернистая;  $\rho = 2200 \text{ кг/м}^3$ . Применяется в качестве добавки при производстве портландцемента, в качестве самостоятельного вяжущего.

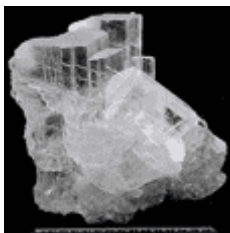


Рис. 7- гипс

Ангидрид – плотная зернистая порода, белого, серого цвета (см.рис.8);  $\rho = 2800 \dots 2900 \text{ кг/м}^3$ . Ангидрид залегает совместно с гипсом. Применяется для получения вяжущих, для изготовления плит внутренней облицовки.



Рис. 8 – ангидрит (безводный сернокислый кальций).

Органогенные породы отличаются значительной пористостью и сжимаемостью. К органогенным породам относят различные карбонатные и кремнистые породы.

Трепел – пористая слабосцементированная порода, землистого цвета. Состоит из опала с примесью глины;  $\rho = 250 \dots 1000 \text{ кг/м}^3$ . Залегает слоями. Обладает огнеупорными свойствами. Диатомит - такой же, как и трепел по свойствам и составу.

Торф – порода, образовавшаяся под водой без доступа воздуха из разложившихся и обуглившихся пород, перемешанных с песком и глиной. Имеет пористую структуру, цвет черный, буро-черный;  $\rho = 600 \dots 1100 \text{ кг/м}^3$ . Залегает слоями.

Известняк - образуется за счет накопления известковых остатков. Наиболее распространенный известняк–ракушечник, обладающий высокой пористостью;  $\rho = 1200 \dots 3100 \text{ кг/м}^3$ . Является сырьем для получения извести, цемента, облицовочного материала.

Мергели - имеют морское происхождение. Окрас светлый, серый. Состоит из глинистых и карбонатных минералов. Структура тонкозернистая. На воздухе быстро выветриваются и разрушаются;  $\rho = 1900 \dots 2500 \text{ кг/м}^3$ .

#### **Главнейшие осадочные и вулканогенно-осадочные горные породы**

Валунник. Рыхлая крупнообломочная порода. Окатанные обломки размером более 200 мм составляют более 50 % массы. Может присутствовать песчаный или глинистый заполнитель между валунами Минеральный состав, цвет и свойства зависят от состава исходной породы и заполнителя. Нескальный грунт.

Галечник или щебень. Рыхлая крупнообломочная порода. Окатанные (в галечнике) или угловатые (в щебне) обломки размером более 10 мм составляют более 50 % породы по массе. В промежутках может присутствовать песчаный или глинистый заполнитель. Минеральный состав, цвет и свойства зависят от состава исходной породы и заполнителя. Нескальный несвязный грунт.

Гравий или дресва. Рыхлая крупнообломочная порода. Преобладают (более 50 % массы) окатанные (гравий) или угловатые (дресва) обломки размером более 2 мм. В промежутках может присутствовать песчаный или глинистый заполнитель. Минеральный состав, цвет и свойства зависят от состава исходной породы и заполнителя. Нескальный несвязный грунт.

Вулканические бомбы, вулканический гравий. Рыхлые крупнообломочные породы (см. рис.9). Состоят из угловатых или округлых обломков вулканической лавы размером более 300 мм (бомбы), 10..2 мм (гравий). Минеральный состав, цвет, свойства зависят от состава и состояния изверженной в атмосферу массы. Бывают плотные, пузырчатые, моно- и полиминеральные обломки.



Рис. 9 - вулканическая бомба в разрезе.

Песок. Мелкообломочная порода (см. рис.10). Более 50 % массы составляют обломки размером мельче 2 мм. По зерновому составу и размеру зерен выделяют гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые разновидности; по относительной величине зерен - однородные и неоднородные пески. Минеральный состав песков разнообразный: наиболее распространены кварцевые (до 95 % кварца), реже встречаются аркозовые (преобладают кварц и палевоый шпат), глауконитовые (кварц 20...40 %, глауконит 60...80 %), железистые (зерна кварца покрыты корочками лимонита), полиминеральные. В песках встречаются слюды, роговая обманка, авгит, обломки карбонатных пород и вулканического стекла, иногда гипса и галита (засоленные пески). Цвет зависит от минерального состава: желтый, зеленый, бурый, оранжевый, иногда черный. Свойства песков зависят преимущественно от зернового состава. По коэффициенту



пористости пески подразделяют на рыхлые, средней плотности и плотные. Песок – не скальный несвязный грунт.

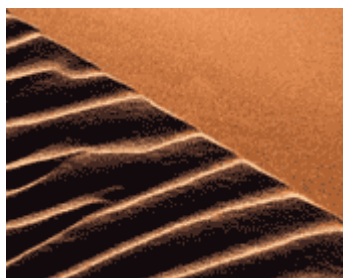


Рис. 10 - песок

Вулканический песок, вулканический пепел. Мелкообломочные рыхлые породы. Преобладают частицы распыленной и затвердевшей лавы, обломки минералов и горных пород размером 1...2 мм (песок) или менее 1 мм (пепел). Вулканический пепел может быть рыхлой или слабосцементированной породой. Цвет серый, бурый, черный в зависимости от минерального состава изверженной в атмосферу массы.

Лёсс, лёссовидный суглинок, лёссовидная супесь (алевриты). Лёсс – просадочный грунт. При замачивании сокращается в объеме и проседает от собственного веса на 1...7 см на 1 м толщи. Лёсс содержит более 50 % пылеватых и до 30 % глинистых частиц, имеет светло-желтую или палево-желтую окраску, вертикальные макропоры. Строение макропористое, землистое, слоистость отсутствует. Минеральный состав: преимущественно инертные минералы – кварц, полевые шпаты, слюды глинистые - каолинит, реже монтмориллонит, а также растворимые - гипс и кальцит. Легко размывается водой, вскипает при действии 10 %-ной соляной кислоты, в сухом состоянии пальцами растирается в порошок, при увлажнении дает малопластичную массу, не разбухает. Лёссовидные супеси и суглинки содержат менее 50 % пылеватых частиц. Обладают свойствами лёсса, но по мере увеличения количества глинистых частиц уменьшается макропористость и размываемость, увеличивается пластичность, подрастает доля глинистых минералов, окраска становится более темной, иногда появляется слоистость. Лёссы и лёссовидные отложения – не скальные грунты.

Глина, суглинок, супесь (пелиты). Пелиты – связные породы – обладают свойством пластичности и содержат глинистых частиц: более 30 % - глины, 10...30 % - суглинки и 3...10% - супеси. Минеральный состав: каолинит, монтмориллонит, кварц, слюды, полевые шпаты. Цвет белый, темно-серый и черный, желто-бурый, буро-красный (если присутствуют оксиды железа и

марганца), голубовато-зеленый (при наличии глауконита и хлорита) и др. Структура микрокристаллическая, землистая, текстура микропористая, часто слоистая. При увлажнении набухают, делаются пластичными, при высыхании дают усадку и переходят в твердое состояние. Практически глину, суглинок и супесь различают по числу пластичности. Грунты нескальные, связные, общее название грунтов – глинистые.

Конгломерат, туфоконгломерат. Сцементированная крупнообломочная порода, содержащая окатанные обломки с преобладающим размером более 10 мм. Структура обломочная, разнотелая, текстура беспорядочная. Минеральный состав обломков зависит от состава исходной породы, как правило, это обломки прочных магматических, метаморфических или осадочных пород. Природными цементами могут быть: кальцит (вскипает при действии 10 %-ной соляной кислоты), гипс (царапается ногтем), глина (если подышать на породу, издает землистый запах, сравнительно легко размокает в воде), кварц, халцедон, опал, оксиды железа (придают породе ржаво-бурую окраску), битумы (придают породе черную или темно-бурую окраску). Твердые продукты извержения вулканов, сцементированные природными цементами, называются туфоконгломератами. Скальный грунт.

Брекчия, туфобрекчия. Сцементированная крупнообломочная порода с преобладанием остроугольных обломков размером более 10 мм, скрепленных природным цементом. Структура угловато-обломочная, разнотелая; текстура беспорядочная. Минеральный состав и состав природных цементов аналогичны конгломератам. Скальный грунт.

Гравелит. Аналогичен конгломерату. Преобладают (более 50 %) окатанные обломки размером более 2мм. Скальный грунт.

Туф вулканический. Твердые продукты вулканических извержений, сцементированные гидрохимическим переработанным мелкообломочным материалом. Строение обломочно-пористое: на фоне пористой массы разбросаны обломки различной величины, формы и цвета. Текстура беспорядочная. Выделяют крупнообломочные (преобладают обломки размером 3...5 мм), среднеобломочные (5...2 мм), мелкообломочные (2...0,5 мм) и тонкообломочные (менее 0,05 мм ) разности. По минеральному составу различают липоритовые, трахитовые, базальтовые, реже дацитовые и фанолитовые туфы, в которых может содержаться до 10 % обломочного материала не вулканогенного происхождения. Окраска различная: розовая, серая, зеленая и др. Скальный грунт.

Туфолава, лавовая брекчия. Твердые продукты вулканических извержений, сцементированные лавой (занимают промежуточное положение между лавой и туфом). Если преобладают обломки размером менее 10 мм -

туфолава, более 10 мм - лавовая брекчия. Минеральный состав аналогичен туфам вулканическим. Текстура флюидальная или беспорядочная. Структура обломочная. Скальный грунт.

Туффит. Твердые продукты вулканических извержений и примеси осадочного материала невулканогенного происхождения (10...50 %), сцементированные природными цементами. По размерам и минеральному составу вулканические обломки подразделяют так же, как туфы вулканические. По составу осадочного материала выделяют кремнистый, глинистый и карбонатный туффиты. Структура пористая. Текстура обломочная, часто слоистая. Скальный грунт.

Песчаник. Сцементированный песок (см. рис.11). Цементирующими веществами могут быть кальцит, гипс, глина, кварц, халцедон, опал, водные оксиды железа, битумы и др. На ощупь грубый. Строение зернистое. Сложение плотное. Минеральный и зерновой составы аналогичны пескам. По относительной величине зерен различают равномерно- и разнотернистые песчаники, а по их преобладающему размеру грубо-, крупно-, средне- и мелкозернистые разности. Цвет и прочность зависят от минерального состава зерен и вида цемента. Скальные грунты различной прочности.



Рис. 11 - песчаник

Алеврит. Алевритовая пылеватая сцементированная порода. Минеральный состав аналогичен алевритам. Цвет различный, чаще серый до черного, бурый, красноватый. Структура пылевато-глинистая. Текстура массивная, тонкослоистая, в воде размокает медленно, при этом не становится пластичным. Скальный грунт.

Аргиллит. Глинистая сцементированная порода. Минеральный состав аналогичен пелитам. Цвет различный. Структура глинистая. Текстура плотная, тонкослоистая или тонкоплитчатая. В воде медленно размокает, не приобретает пластичности. При увлажнении иногда издает землистый запах. Скальный грунт.

Известняк, известняк-ракушечник, туф известковый, травертин. Породы, состоящие главным образом из кальцита или кальцитовых скелетных остатков организмов, иногда с примесью (до 20 %) глинистых, пылеватых

или песчаных частиц. Структура обломочная, текстура пористая, в деталях зависят от происхождения (органогенное, химическое, смешанное). Выделяют крупно-, средне-, мелко-, микро-, неравномернозернистые, афанитовые, землистые, оолитовые и другие разновидности. Чистые известняки белые, желтоватые; различные примеси окрашивают их в серый, розовый, черный и другие цвета. Отличительная особенность: известняки бурно вскипают от капли 5 %-ной соляной кислоты, причем на их поверхности после реакции не остается грязного пятна. Часть органогенных известняков состоит целиком из хорошо различимых раковин моллюсков (или их обломков), их называют известняками-ракушечниками. Структура известняков химического происхождения обычно микрозернистая (из мельчайших зернышек кальцита) или оолитовая (из шаровидных размером 1...5 мм зерен кальцита - оолитов). Пористый или ячеистый известняк, образованный в результате отложения кальцита из источников, получил название туф известковый, а его плотная разновидность-травертин. Скальные грунты. Растворимы в воде.

Мел. Обычно белая, сцементированная порода, состоящая из 60...70 % кальцитовых остатков морских планктонных водорослей и 30 ...40 % тонкозернистого порошкообразного кальцита. Содержание примесей не более 1 %. Отличительные особенности: бурно вскипает при действии 5 %-ной соляной кислоты; имеет белый, реже желтоватый или зеленоватый цвет: пачкает руки, пишет. Скальный грунт.

Доломит. Состоит из минерала доломит (75 % и более). Строение плотное, структура скрытокристаллическая (см. рис.12). Цвет белый, желтоватый, серый, зеленоватый, красноватый. С 10 %-ной соляной кислотой реагирует только в порошке или при нагревании. Скальный грунт.

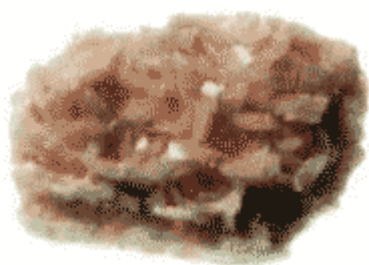


Рис. 12 - доломит

Мергель. Имеет смешанный карбонатно-глинистый состав. Состоит из 50...70 % кальцита (реже доломита) и 25...50 % глинистых частиц. Структура землистая, текстура массивная. Цвет белый, серый, розовый, желтоватый, красноватый, зеленоватый, пестрый. Вскипает при действии 10 %-ной

соляной кислоты. Капля кислоты после реакции оставляет на поверхности породы грязное пятно (характерное отличие от известняка). Скальный грунт

Диатомит. Представляет собой скопление микроскопических скелетов диатомовых водорослей, состоящих из водного кремнезема (опала). Строение землистое рыхлое или сцементированное. Цвет белый, желтоватый, светло-серый. Текстура пористая. Отличительные особенности: легкий, жадно впитывает воду, прилипает к влажному пальцу, растирается пальцами в тончайшую пудру, не вскипает при действии соляной кислоты.

Трепел. Состоит из мельчайших зернышек опала химического происхождения (отличие от диатомита), видимых только под микроскопом. Внешне похож на диатомит.

Опока. Сложена опалом с примесью глинистых минералов и скелетных остатков микроорганизмов. Очень легкая порода. Цвет серый, голубоватый, иногда черный. Часто окраска пятнистая. Отличительные особенности: при ударе опока колетса со звенящим звуком на мелкие остроугольные обломки, обладающие раковистым изломом; не вскипает при действии соляной кислоты. Похожа на диатомит и трепел, но отличается большей прочностью.

Яшма. Сложена скрытокристаллическим и аморфным кремнеземом (кварц, халцедон, опал) (см. рис.13) Часто содержит остатки микроскопически мелких животных – радиолярий и примеси глинозема, извести, соединений металлов. Цвет разнообразный (красный, зеленый, желтый, коричневый, пестрый и др.). Отличительные особенности: высокая прочность, разноцветная полосчатая текстура, раковистый излом.



Рис. 13 - яшма

### **Метаморфические горные породы**

Метаморфические породы образуются в результате глубоких изменений и преобразований в магматических и осадочных породах под влиянием высоких температур, давления и химически активных веществ. Метаморфические породы по внешнему виду и условиям залегания занимают промежуточное состояния между магматическими и осадочными породами. По минералогическому составу они ближе к магматическим породам.

Типичными минералами являются слюиды, кварц, хлорид, тальк. Метаморфическим породам присуща кристаллическая структура и текстура. В зависимости от способа происхождения метаморфические горные породы делятся на: контактовые, динамометрические, региональные.

*Контактовый метаморфизм* – развивается при контакте между внедрившейся магмой и вышележащими ее горными породами, при воздействии высоких температур, газов и паров воды.

*Динамометаморфизм* – преобразование исходных пород под давлением, вышележащих слоев Земли.

*Региональный метаморфизм* – происходит на больших площадях в глубинах земной коры. Низ слоя, в котором протекают данные процессы называется поясом метаморфизма. Этот пояс по глубине делится на три зоны:

Верхняя – начальная стадия метаморфизма; происходит перекристаллизация пород под давлением горных масс с изменением минерального состава.

Средняя – характеризуется высоким давлением и температурой.

Нижняя – для этой зоны характерен высокий метаморфизм.

Метаморфические породы классифицируются: по минеральному составу, по структуре, по текстуре.

По взаимному расположению и типам зерен выделяют текстуры:

- сланцевая – с параллельным расположением чешуйчатых или таблитчатых минералов;
- гнейсовая – с параллельным расположением таблитчатых минералов при малом содержании чешуйчатых частиц;
- полосчатая – с чередованием полос различной толщины и состава;
- волокнистая – волокнистые и игольчатые минералы вытянуты в одном направлении;
- очковая – с рассеянными в породе более крупными овальными зернами;
- плейчатая – мелкоскладчатая;
- беспорядочная – с неориентированным расположением зерен;
- массивная – с прочным сложением породы при плотном соединении минеральных зерен.

По форме зерен различают гранобластовую структуру (зерна изометрической формы), лепидобластовую (зерна в форме листочков,

чешуек), порфиروبластовую (с одинаковыми по форме зернами). По размерам зерен выделяют крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые структуры. Кварцит – плотная горная порода, очень твердая (см. рис. 14). Окрас розовый, серый, желтый. Состоит из кварца с примесью слюды. Структура зернистая,  $\rho = 2800-3000 \text{ кг/м}^3$ . Применяется как строительный и облицовочный камень.



Рис. 14 - кварцит

Мрамор – кристаллическая порода, кальций с примесью доломита (см. рис.15). Структура зернистая. Окраска белая, розовая, серая, голубая;  $\rho = 2600...2800 \text{ кг/м}^3$ . Легко выветривается под действием воды, хорошо поддается обработке. Применяется как облицовочный материал.



Рис. 15 – мрамор белый

Гнейс – содержит кварц, полевой шпат, слюду, роговую обманку (см. рис.16). Структура кристаллическая, текстура полосчатая. Окрас светло-серый, зеленоватый,  $\rho = 2400...2800 \text{ кг/м}^3$ . Наиболее прочен в перпендикулярном к полосам направлении. Используется как строительный камень.

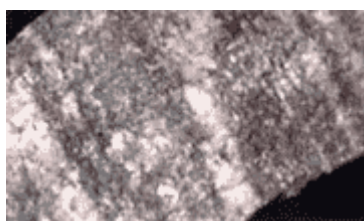


Рис. 16 - гнейс



Сланцы – образуются в результате метаморфизма различных пород. По сланцеватости породы сравнительно легко раскалываются. Сланцы называют по преобладающему в них минералу: слюдяные, хлоритовые. Применяется как теплоизоляционный материал, для изготовления кровли.

### **Главнейшие метаморфические породы**

Глинистый сланец. Текстура тонкосланцеватая. Состоит из микроскопически не различимых глинистых минералов, кварца, иногда серицита, хлорита. Структура скрыто кристаллическая. Цвет серый до черного, зеленоватый., желтоватый, бурый, красноватый. Легко раскалывается на плитки с матовой поверхностью. Блеск тусклый, в воде не размокает. Прочность сравнительно невысокая.

Филлит, кровельный сланец. Текстура тонкосланцеватая. Состоит из кварца, иногда хлорита, биотита, полевых шпатов, кальцита (см. рис.17). Цвет зеленый, серый, красноватый, бурый, черный, фиолетовый. Структура микрозернистая (микрочешуйчатая) полнокристаллическая. Легко раскалывается на плитки со слабым шелковистым блеском по плоскостям сланцеватости. Прочность средняя.

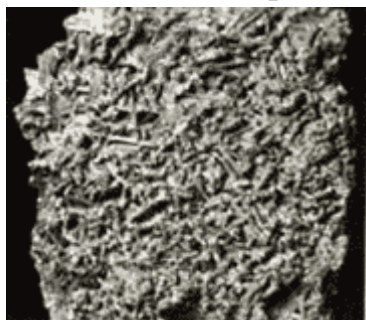


Рис. 17 - кровельный сланец

Слюдяной сланец. Текстура сланцеватая (см. рис.18). Состоит преимущественно из слюд (мусковит, биотит), кварца, иногда граната, графита. Цвет белый, бурый, черный. Структура средне- или крупнокристаллическая (чешуйчатая). Легко расщепляется на тонкие пластинки с шелковистым блеском по плоскостям спайности. Блеск сильный. Прочность средняя.

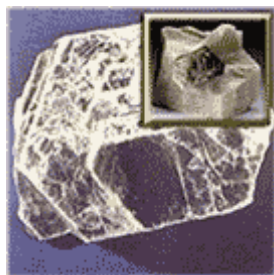


Рис. 18 - слюдяной сланец



Гнейс. Текстура полосчатая, реже очковая. Состоит из кварца, полевых шпатов, биотита, роговой обманки, иногда пироксена, граната, графита и др. Цвет серый, желтоватый, черный и др. Характерно чередование светло-серых или розовых (кварц, полевые шпаты) и темных полос (биотит, роговая обманка). В очковых включениях наблюдаются крупные кристаллы полевых шпатов среди более мелкозернистой массы. Структура зернисто-кристаллическая (средне- и крупнозернистая). По минеральному составу и свойствам близок к граниту, отличается от него текстурой. Переходные разновидности называются гнейсогранитами или гранитогнейсами. Прочность высокая.

Роговик. Текстура плотная массивная беспорядочная. Состоит из кристаллов кварца, биотита, полевых шпатов, граната, иногда роговой обманки, пироксена, магнетита. Цвет белый, буровато-, розовато-, светло-, темно-серый до черного, темно-зеленый. Структура мелкозернистая. Характерна значительная прочность и раковистый излом. Прочность исключительно высокая.

Грейзен. Текстура массивная беспорядочная. Состоит из кварца, мусковита, иногда турмалина, топаза, флюорита. Цвет белый, светло-серый, зеленоватый. Структура крупнокристаллическая с зубчатыми неровными очертаниями зерен кварца и чешуек слюды. Прочность высокая.

Кварцит. Текстура массивная, редко сланцеватая (см.рис. 19). Состоит в основном из зерен кварца, сцементированных кремнеземом (смесь опала, кварца и халцедона). Структура мелко- и тонко-зернистая; иногда зерна трудно различимы (сливной кварцит). Цвет белый, серый, желтый, красноватый, малиновый и др. Характерна очень большая прочность. Кварцитовидный песчаник - переходная порода от песчаников к кварцитам (начальная стадия метаморфизации). Ножом не царапается. Оставляет след на стали и стекле.

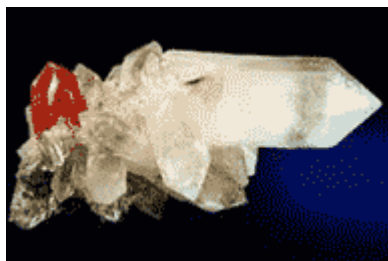


Рис. 19 - кварцит

Известковистый сланец. Текстура сланцеватая. Состоит из кальцита, хлорита, кварца или доломита и кварца. Переходная порода от известняка (доломита) к мрамору (начальная стадия метаморфизации).

Мрамор. Текстура массивная, полосчатая, реже сланцеватая. Состоит из кальцита, реже доломита, иногда с примесью графита, хлорита и др. Цвет белый, светло-серый, розовый, голубой, желтоватый, черный, пестрый. Структура тонко-, мелко-, средне- и крупнозернистая. Характерно бурное вскипание при действии 10 %-ной соляной кислоты. Доломитовый мрамор вскипает с соляной кислотой только в порошке или в нагретом виде. Прочность средняя. Легко царапается ножом.

Кварцево-серицитовый сланец. Текстура сланцеватая Светлый слюдяной сланец с преобладанием кварца и серицита – разновидности мусковита.

Хлоритовый сланец. Текстура сланцеватая. Состоит из хлорита, часто с примесью кварца, талька, слюд, полевых шпатов, граната. Цвет зеленый различных оттенков. Структура чешуйчато-зернистая или листовая. На ощупь жирный, раскалывается на пластинки Легко царапается ножом. Видны чешуйки или листочки хлорита. Кварц без увеличения замечен плохо. Окраска различная: розовая, серая, зеленая и др. Скальный грунт.

Тальковый сланец, Талькит. Текстура сланцеватая, у талькита - массивная. Состоит из талька, кварца, иногда хлорита, слюд. Цвет белый, светло-серый, зеленоватый, желтоватый. Структура чешуйчато-зернистая. Жирный на ощупь, царапается ногтем. При наличии одного талька называется тальковый камень. Талькит содержит 75...99 % талька, кварц, рудные минералы. Структура мелко-чешуйчатая.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое горные породы?
2. Классификация горных пород.
3. Магматические горные породы (образование).
4. Свойства магматических горных пород.
5. Классификация магматических пород.
6. Осадочные породы.
7. Классификация осадочных пород.
8. Основные характеристики осадочных пород.
9. Метаморфические горные породы (образование).
10. Свойства метаморфических пород.

### **Библиографический список**

1. Гидрогеология: учеб. пособие /Ю.А. Гледко: - Минск. Высш.шк.2012. – 446 с. (ЭБС Инфра - М).
2. Короновский Н.В. Геология: учебник / Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов – 9 изд. – М.: Академия.2012. – 448 с.
3. Основы геологии и гидрогеологии: учебник/ Д.М. Кац. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1981. – 351 с.

## Содержание

Введение.....	3
1. Работа 1. Приток подземных вод к водозаборным сооружениям.....	4
2. Вопросы к самостоятельной работе.....	7
3. Работа 2. Минералы.....	7
4. Работа 3. Горные породы.....	10
Библиографический список.....	27

Блескина Людмила Михайловна

## **ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ**

Методические указания по выполнению практической  
и самостоятельной работы

Печатается в авторской редакции

---

Отпечатано на агрономическом факультете  
Новосибирского государственного аграрного университета  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 333. Тел. /факс  
(383)267-36-10. E-mail: agro\_dek@ngs.ru