



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

---

Колледж СамГТУ

Д.И. ВАСИЛЬЕВА

## ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ (ГЕОЛОГИЯ, ГЕОТЕХНИКА)

*Методические указания  
к лабораторным занятиям*

Самара  
Самарский государственный технический  
университет 2024

Печатается по решению методической комиссии Колледжа СамГТУ (протокол № 3 от 22.11.2024 г.).

**Составитель: Васильева Д.И.**

Инженерные изыскания в строительстве (геология, геотехника): методические указания к лабораторным занятиям для студентов СПО / *Д.И. Васильева.* – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2024. – 38с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности среднего профессионального образования 08.02.02 Строительство и эксплуатация инженерных сооружений.

Методические указания включают в себя комплект методических материалов, необходимых для успешной подготовки и участия в проведении лабораторных работ по дисциплине «Инженерные изыскания в строительстве (геология, геотехника)» студентам СПО.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторное занятие 1,2 Изучение и определение инженерно-геологических характеристик минералов и горных пород по образцам	4
Лабораторное занятие 3. Определение физико-механических свойств грунтов	16
Лабораторное занятие 4. Составление и оформление документации инженерно-геологических изысканий для строительства инженерных сооружений	26
Библиографический список	35

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 08.02.02 Строительство и эксплуатация инженерных сооружений и осваивающих ОП.13 «Инженерные изыскания в строительстве (геология, геотехника)».

### Лабораторное занятие 1

**Тема: Изучение и определение инженерно-геологических характеристик минералов и горных пород по образцам**

**Цель занятия:** изучение в образцах основных породообразующих минералов, их умение отличать минералы по внешним признакам, а также получение студентами сведений о минералах как полезных ископаемых, используемых в строительстве.

**Приборы и принадлежности.** Набор образцов минералов, фарфоровые пластинки.

**Ход работы:**

Задание 1. Изучить классификацию минералов (по происхождению, химическому составу) и их основные физические свойства.

В результате выполнения лабораторного занятия № 1 студент должен:

**уметь:** распознавать минералы по внешним признакам в образцах горных пород при их определении.

*Минерал* - это природное химическое соединение кристаллической структуры, имеющее определенный набор физических свойств и образовавшееся на Земле в результате геологических и геохимических процессов. Минерал – тело физически и химически однородное. При этом понятие “геологические процессы” охватывает все явления, связанные с формированием и существованием на Земле горных пород, а “геохимические процессы” – явления взаимодействия и существования химических элементов в ходе геологических процессов. Минералы характеризуются разнообразием свойств, что объясняется различными условиями их образования. Ниже приводятся наиболее важные признаки минералов.

#### 1.1 Внешний облик минералов

Внешняя форма минералов определяется их внутренним строением. Большинство минералов имеет форму кристаллов. Для каждого минерала характерна определенная форма, что служит определяющим признаком.

Среди минералов встречается следующие формы:

- изометрические, т. е. равновеликие во всех направлениях минералы (пирит, кальцит);
- вытянутые в одном направлении - призматические (кварц);
- игольчатые (роговая обманка), волокнистые (асбест);
- плоские формы - листоватые (слюды), чешуйчатые (графит); пластинчатые

(гипс).

**Двойники.** В природных условиях кристаллы одних и тех же минералов могут закономерно срастаться друг с другом. Так образуются двойники кристаллов. Они могут представлять собой срастание двух кристаллов (гипс) или многих кристаллов (полевые шпаты типа плагиоклазов). В ряде случаев двойники представляют собой прорастание одного кристалла в другом (пирит).

**Агрегаты минералов.** В природных условиях одни и те же минералы могут встречаться в виде скоплений кристаллов, приросших друг к другу. Нередко такие скопления имеют характерный облик. Так, например, кристаллы гипса могут создавать агрегаты в виде "розы", глинистые минералы образуют землистые скопления, кристаллы кварца формируют друзы – скопления кристаллов, имеющих единое основание.

### 1.2 Окраска минералов

Каждый минерал имеет свой цвет, который зависит от химического состава. Многие минералы имеют строго постоянную окраску: малахит- зеленый, пирит - желтый. Другие минералы в зависимости от разных 6 механических и химических примесей могут иметь различную окраску. Так, например, минерал кварц может быть водяно-прозрачным (горный хрусталь), а за счет примесей может быть черным (марион), желтым, фиолетовым (аметист), зеленым и т. д. Цвет минерала в порошке является более постоянным и хорошим диагностическим признаком. Он определяется путем проведения черты минералом по белой керамической табличке. Гематит в куске почти черный, а цвет черты - вишнево-красный, пирит соломенно-желтый – цвет черный зеленовато-коричневый, лимонит меняет цвет от бурого до черного, черта – имеет цвет охры.

### 1.3 Твердость минералов

*Твердость минералов* – способность сопротивляться механическому внедрению инородного тела. Каждому минералу присуща своя твердость. Истинная твердость минералов определяется специальным прибором (склерометром).

Ориентировочно твердость каждого минерала, так называемую "относительную" твердость, можно установить сравнением с твердостью эталонных минералов 10-балльной шкалы австрийского ученого Фридриха Мооса (1825 г.) путем царапания минералов друг о друга. Шкала содержит десять минералов с равномерно нарастающей твердостью. Она включает следующие минералы: 1 - тальк  $Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$ ; 6 - ортоклаз  $K[Al_3, Si_3 O_8]$ ; 2 - гипс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ; 7 - кварц  $SiO_2$ ; 3 - кальцит  $CaCO_3$ ; 8 - топаз  $Al_2(F \cdot OH)_2[SiO_4]$ ; 4 - флюорит  $CaF_2$ ; 9 - корунд  $Al_2O_3$ ; 5 - апатит  $Ca_5(F, Cl, OH)[PO_4]_3$ ; 10 - алмаз C.

Таблица 1 - Шкала твердости минералов Мооса

1	Тальк	Царапается мягким карандашом, шелушится ногтем
2	Гипс	Царапается ногтем
3	Кальцит	Царапается медной монетой
4	Флюорит	Царапается гвоздем

5	Апатит	Царапается стеклом
6	Ортоклаз	Царапается лезвием стального ножа
7	Кварц	Царапается напильником
8	Топаз	Очень твердые, режут стекло
9	Корунд	
10	Алмаз	

#### 1.4 Спайность минералов

*Спайность* – это способность минералов понимать способность минералов раскладываться по параллельным направлениям с образованием ровных, гладких, блестящих поверхностей, называемых плоскостями спайности.

Спайность не связана с их внешней формой. Она является важным диагностическим признаком. По степени совершенства спайность подразделяется на пять видов: весьма совершенная (слюды), совершенная (кальцит), несовершенная (апатит). При отсутствии спайности, например, в кварце, минерал раскалывается в неопределенных направлениях. В таких случаях характерным признаком минерала может являться морфология поверхности излома: раковистая, занозистая, зернистая, землистая и др.

##### Виды спайности:

- весьма совершенная – минерал легко расщепляется на тонкие листочки, например слюда;
- совершенная – минерал при ударе распадается на обломки правильной формы, например: кальцит, каменная соль и др.;
- средняя – минерал при ударе распадается на осколки, ограниченные примерно в одинаковой степени как плоскостями, так и неровными поверхностями, например авгит;
- несовершенная – при раскалывании образуются обломки, в которых на фоне общего неровного излома имеются редкие участки сколов по поверхностям спайности, например апатит;
- весьма несовершенная – практически отсутствуют плоскости спайности; при расколе образуются только неровные поверхности излома, например: кварц и пирит.

#### 1.5 Излом минералов

*Излом* – специфика поверхности минерала на свежем не спайном сколе.

##### Виды излома:

- ступенчатый. Легко определяется у одиночных кристаллов, имеющих плоскости излома, например, у кальцита и слюд. Сложнее бывает увидеть ступенчатый излом у кристаллов внутри кристаллических масс. В таких случаях следует найти кристаллы и обратить внимание на небольшие плоскости у них, в то время как весь образец будет производить впечатление неровного или зернистого, как, например, у лабрадора или доломита;
- игольчатый (занозистый, волокнистый). Похож на излом древесины или какого-то волокнистого материала; наблюдается у роговой обманки, асбеста;
- зернистый (сахаровидный). Наблюдается у минералов с мелкокристаллической формой выделения; кристаллы еще видны, а их излом виден уже плохо (примеры: ангидрит, мелкокристаллический апатит);

- землистый. Наблюдается у минералов с негладкой поверхностью, у которых кристаллы не видны из-за малых размеров. Образцы похожи на сухую землю, не имеют блеска, часто пачкают руки (примеры: лимонит, фосфорит, глинистые минералы);

- раковистый. Чаще наблюдается у аморфных минералов. Поверхности излома блестящие, выпуклые или вогнутые, гладкие, с острыми краями, что использовалось древними людьми при изготовлении инструмента и оружия (примеры: кремень, халцедон, обсидиан, кварц);

- занозистый – напоминает излом древесины поперек волокон;

- неровный. Минерал при раскалывании образует неправильные, незакономерные поверхности (примеры: мелкокристаллический кварц, фосфорит).

### **1.6 Блеск минералов**

*Блеск* — это свойство минералов, как и всех предметов, отражать, преломлять, поглощать лучи света, а также наше восприятие отраженного света. Блеск минерала следует определять по тем местам, где он блестит ярче всего — по поверхностям свежего скола (при необходимости скол надо получить). У одного минерала может наблюдаться различный блеск (например, у пластинчатого гипса — стеклянный и перламутровый; у кварца — жирный на сколах и стеклянный на выросших гранях). Назовем виды блеска, расположив их в списке по мере убывания интенсивности отраженного света.

- металлический. Минералы похожи на металлические предметы;

- полуметаллический, алмазный смоляной. Это яркие виды блеска; минералы, обладающие ими, довольно редки в природе, многие являются ценными полезными ископаемыми, но вряд ли будут встречаться при работах в области природообустройства;

- жирный. Поверхность минерала производит впечатление покрытой тонким слоем масла. Чаще наблюдается у минералов, имеющих неровную поверхность, например, у кварца и опала;

- перламутровый. Наблюдается на ровных гладких поверхностях, дает легкий цветной отлив (примеры: тальк, в меньшей степени гипс, слюды);

- стеклянный. Наблюдается на ровных гранях многих минералов. Блестит одновременно вся поверхность (примеры: кальцит, ангидрит, полевые шпаты);

- шелковистый. Наблюдается у минералов с игольчатым изломом, когда поверхность скола напоминает длинные нитки блестящей капроновой ткани (примеры: асбест, роговая обманка, волокнистый гипс);

- матовый (слабый, тусклый). Поверхность даже на свежем сколе блестит слабо (примеры: кремень, халцедон, фосфорит в конкрециях);

- минералы без блеска (примеры: фосфорит в землистых массах, монтмориллонит, каолинит).

### **1.7 Удельный вес**

Удельный вес определяется взвешивание на ладони (при определении по внешним признакам). По удельному весу минералы подразделяются на легкие: гипс, каменная соль, сера до 2,5; средние – кальцит, кварц, полевой шпат – до 4; тяжелые – галенит, самородная медь, барит – более 4.

## 1.8 Другие свойства минералов

Минералы обладают рядом специфических свойств – магнитность (магнетит –  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), растворимость в воде (сильвин –  $\text{KCl}$  галит –  $\text{NaCl}$ ), кислотах (кальцит –  $\text{CaCO}_3$ ), доломит  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , вкусом (галит –  $\text{NaCl}$  – соленый), двойным лучепреломлением (кальцит), иризация (лабрадор).

Исходные данные: Составить характеристики минералов, взятых из таблицы 1 и представить их в журнал, составленной по форме 1.

Таблица 1

№ варианта	Минерал	№ варианта	Минерал
1	Кварц, графит, пирит, опал, гипс	6	Корунд, сера, пирит, лимонит, апатит
2	Кварц, сера, галенит, корунд, лимонит	7	Гематит, графит, опал, гипс, кальцит
3	Корунд, кальцит, апатит, сера, опал	8	Кварц, галенит, опал, сера, апатит
4	Магнетит, гипс, кальцит, лимонит, пирит	9	Магнетит, графит, пирит, лимонит, гипс
5	Кварц, галенит, мангезит, апатит, графит	10	Кварц, графит, опал

Журнал 1

Форма 1

Минерал	Класс	Химический состав	Цвет	Цвет черты	Блеск	Твердость по Шкале Мооса	Спайность	Прозрачность	В каких породах встречается	Происхождение	Применение в строительстве	Главные диагностические признаки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Определение минералов выполняется в таком порядке:

1. С помощью классификационной таблицы устанавливают название минерала, класс, группу и химическую формулу образца минерала.
3. Определяется цвет и блеск образца минерала.
4. По шкале Мооса (или подручными средствами) устанавливается твердость минерала.
5. Определяется спайность и излом образца минерала.
6. Определяется агрегатное состояние образца минерала.
7. Все установленные признаки и особенности минерала записывают в журнал описания породообразующих минералов и дополняют ее сведениями о специфических свойствах минерала.

**Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторному занятию №1:**



1. Дайте определение минерала.
2. Что называется спайностью?
3. Что называется твердостью?
4. Назовите основные свойства минералов.
5. Что называется изломом?
6. Что называется блеском?
7. Назовите самый твердый минерал.

## **Лабораторное занятие № 2**

### **Тема: Геология и механика грунтов**

#### **Тема занятия: Изучение и определение инженерно-геологических характеристик минералов и горных пород по образцам**

**Цель занятия:** изучение образцов горных пород, а также получение студентами сведений о горных породах, используемых в строительстве

**Приборы и принадлежности:** набор образцов интрузивных и эффузивных горных пород, эталоны твердости минералов, 10 % соляная кислота, лупа, нож, пипетка, стекло.

#### **Ход работы:**

Задание 1. Описание и определение магматических горных пород.

Задание 2. Описание и определение осадочных обломочных горных пород.

Задание 3. Описание и определение метаморфических горных пород.

В результате выполнения лабораторного занятия № 2 студент должен:  
**уметь:** определять горные породы по образцам.

*Горные породы* – закономерные ассоциации минералов, возникшие в глубинах Земли или на ее поверхности в результате деятельности различных геологических процессов. Горные породы слагают в литосфере геологические тела и характеризуются относительно постоянным минеральным составом

– Мономинеральная порода (породы могут состоять из одного минерала).

– Полиминеральная порода (породы могут состоять из нескольких различных минералов).

Три генетических типа горных пород: – магматические, – осадочные, – метаморфические

#### **Свойства горных пород**

- Цвет породы

- *Структура* – определяет внутреннее строение породы (степень ее кристалличности, форму зёрен, их размер).

*Для магматических горных пород* различают следующие типы структур:

- *Полнокристаллическая* порода полностью состоит из кристаллических зерен. Разновидностями полнокристаллических структур являются:

- а) крупнозернистая (размеры минеральных зерен более 5 мм);
- б) среднезернистая (1-5 мм);

в) мелкозернистая (менее 1 мм).

Величина зерен может быть одинаковой или разной. Равномернозернистая полнокристаллическая структура характеризуется примерно одинаковыми размерами всех главных компонентов породы.

При неравномернозернистой структуре величина слагающих породу зерен минералов различная и может отличаться в десятки раз.

- *Скрытокристаллическая* - зерна минералов настолько малы, что едва различимы в микроскоп.

- *Стекловатая* - порода состоит из аморфной массы - нераскристаллизовавшейся.

- *Порфировая* - среди тонкозернистой массы заметно выделяются крупные зерна каких-либо кристаллов. Крупные зерна называются *вкрапленниками*, а тонкозернистая или плотная часть породы - *основной массой*. У немногих порфировых пород зерна основной массы достигают размера 1 мм, обычно основная масса настолько тонкозернистая, что в ней нельзя распознать отдельные минералы. Для пород с порфировой структурой характерны одинаковая форма вкрапленников и одинаковое их размещение. Минерал, образующий вкрапленники, имеет примерно одни и те же кристаллические формы. Вкрапленники никогда не имеют закругленных форм.

- *Оолитовая* - порода состоит из мелких концентрически-зональных оолитов размером 1-5 мм и цементирующего вещества. Оолитовая структура характерна для осадочных пород и встречается в известняках, доломитах, кремнистых породах, бокситах.

- *Миндалекаменная*, характеризующаяся наличием в породе миндалинов. Эта структура свойственна излившимся породам, которые имели значительную первичную пористость. Сохранились в них лишь мелкие поры, которые можно увидеть через лупу, а крупные поры выполнены вторичными минералами (кварц, кальцит и др.).

*Графическая*, образовавшаяся при закономерном прорастании калиевого полевого шпата и кварца. Полевой шпат имеет светлую окраску, а кварц - серую или темно-серую, иногда буроватую. Такая порода носит название письменного гранита, потому что создает впечатление древнего клинописного текста.

Для осадочных горных пород выделяют следующие виды структур (в соответствии с размером обломков):

- Крупнообломочные (грубообломочные) - > 100мм, от 100 до 1мм.
- Среднеобломочные (песчаные) - от 1 до 0,1 мм.
- Мелкообломочные (алевритовые) от 0,1 до 0,01 мм.
- Тонкообломочные (пелитовые) - < 0,01мм.

• *Текстура* — определяет способ заполнения пространства и характер соотношения между слагающими породу минералами.

Различают несколько типов структур:

- *массивную*, или *беспорядочную* (если нет закономерности в расположении породообразующих минералов);

- *слоистую* (если порода состоит из тонких слоев с разным составом, структурой цветом, размерами);

- *сланцеватая* - порода состоит из плоских, чешуйчатых, листоватых минералов, плоскости которых расположены в одном направлении. Сланцеватая порода характеризуется чередованием параллельно расположенных полос минералов, причем обычно чередуются слои листоватых и зернистых минералов. Порода раскалывается, как правило, по прослойкам листоватых минералов. Сланцеватость можно наблюдать только на некоторых сторонах образца, когда поверхность скола перпендикулярна к сланцеватости. Плоскости сланцеватости могут быть ровными или волнистыми в зависимости от того, была ли порода подвержена воздействию горного давления. Сланцеватость является характерным признаком метаморфических пород.

Слоистая и сланцеватая текстуры - *полосчатые*.

- *пористую* (если порода пронизана порами, обусловленными газом, выделившимся при застывании магмы);

- *очковая*, для которой характерно наличие крупных, обычно овальных кристаллических зерен на фоне основной сланцеватой массы. Этот тип текстуры характерен для метаморфических пород — гнейсов;

- *пузырчатая* — отличается наличием многочисленных пустот в породе. Пустоты имеют шарообразную или яйцеобразную форму и возникли при быстром застывании раскаленного вещества вследствие выделения из него газов. Такая текстура характерна для пемзы.

• Состав породы (минеральный, химический) Структура, текстура и состав породы – отражают условия образования пород.

При определении породы прежде всего необходимо установить, какого она происхождения: магматическая, осадочная или метаморфическая. Для магматических пород характерна массивная и пузырьчатая текстура, для осадочных слоистая и обломочная, для метаморфических - сланцеватая, полосчатая, плейчатая, очковая. Некоторые осадочные и метаморфические породы также могут иметь массивную текстуру. В этом случае необходимо изучить минеральный состав и структуру породы, а тогда уже сделать соответствующий вывод.

### *Задание 1. Описание и определение магматических горных пород*

Основная задача лабораторной работы – ознакомить студента с главнейшими представителями магматических горных пород и помочь выработать навыки по макроскопическому описанию и определению этих пород.

Определение и описание магматических горных пород выполняется в таком порядке:

1. Определяем окраску породы.
2. Определяем структуру и текстуру образца горной породы.
3. С помощью классификационной таблицы устанавливаем генетическую группу и подгруппу (если деление группы производится на подгруппы), а также минералогический состав образца горной породы.
4. С помощью классификационной таблицы устанавливают название образца горной породы и применение в строительстве.

Таблица 1– Журнал описания магматических горных пород

Название породы	Окраска	Структура	Текстура	Минералогический состав	Группа и подгруппа	Содержание SiO <sub>2</sub>	Устойчивость выветриванию	Примечание в строительстве
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Исходные данные: Номер варианта соответствует последней цифре по журналу

№ вариант	Минерал	№ варианта	Минерал
1	Гранит, габбро, дунит	6	Трахит, габбро, сиенит
2	Габбро, липарит, дунит	7	Базальт, аляскит, андезит
3	Андезит, трахит, базальт	8	Диорит, гранит, базальт
4	Аляскит, диорит, сиенит	9	Трахит, диорит, габбро
5	Липарит, диорит, базальт	10	Диабаз, порфирит, Пегматит

**Задание 2.** Описание и определение осадочных обломочных горных пород.

Основная задача лабораторной работы - ознакомить студента с главнейшими представителями осадочных обломочных горных пород помочь работать навыки по макроскопическому описанию определению этих пород.

### **Осадочные породы**

Осадочные породы образуются на поверхности Земли результате действия различных экзогенных процессов и залегают самой верхней части земной коры. В образовании осадочной горной породы выделяют 2 стадии формирования:

#### **1) Формирования осадка**

Включает образование частиц осадочного материала, их перенос и отложение. Частицы осадочного материала, из которых возникают осадки, образуются различными способами:

- а) при выветривании и эрозии любых исходных горных пород (обломочные зерна)
- б) при химическом выпадения из раствора в осадок различных минералов и солей (хемогенные зерна):
- в) при биохимическом осаждении минералов (биогенные зерна).

Потому по способу образования осадочного материала выделяют обломочные, хемогенные и органогенные осадочные горные породы.

#### **2) Диагенез**

- Охватывает процессы превращения осадка в горную породу. При этом происходит уплотнение и обезвоживание осадков, разложение захороненного

органического вещества, растворение неустойчивых и образование новых минералов: цементация осадочных толщ. Цементом в осадочных породах называют материал, скрепляющий отдельные более крупные зерна. Состав цементов бывает: глинистый, песчаный, известковый кремневый, сульфатный пр. От характера цемента цементации зависит прочность и твердость пород.

- При определении обломочных пород в первую очередь следует обратить внимание на величину обломков, их остроугольность и окатаность. Часто породы состоят из смеси обломков разного состава, в этом случае их называют полимиктовыми.

- При описании сцементированных пород характеризуется окраска и состав цемента.

*Основными отличительными признаками осадочных толщ являются:*

а) Текстура (возникает вследствие изменения гидродинамических и климатических условий отложения осадков). Может быть слоистой, беспорядочной (массивной) - материал в породе перемешан хаотично, без каких либо видимых ориентиров и нельзя выявить закономерности распределения частиц; пятнистой - визуально выделяются участки в виде пятен со своей структурой и цветом.

б) Пористость (влияет не только на объемный вес породы, но и на ее способность вмещать, удерживать и отдавать воду, газ и др. флюиды.

По степени пористости породы могут быть:

- а) плотные (пористость визуально не заметна);
- б) мелкопористые с различными частыми мелкими порами;
- в) крупнопористые (величина пор 0,5-2,5мм);
- г) кавернозные- с крупными пустотами сложной конфигурации.

Определение осадочных обломочных горных пород необходимо выполнять в таком порядке:

1. Определить окраску горной породы.
2. Определить структуру и текстуру образца породы.
3. По классификационной таблице и по изученному теоретическому материалу установить подгруппу (указав при этом размер обломков) и название образца горной породы.
4. По классификационной таблице установить минералогический состав породы, а также применение в строительстве

Таблица 2 - Журнал описания осадочных обломочных горных пород

Название породы	Окраска	Структура	Текстура	Тип(по происхождению)	Группа и подгруппа	Минералогический состав	Пористость	Устойчивость выветриванию	Примечание в строительстве
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Исходные данные: Номер варианта соответствует последней цифре по журналу

№ вариант	Минерал	№ варианта	Минерал
1	Яшма, мергель, песок	6	Песчаник, торф, мергель
2	Песчаник, глина, лесс	7	Лесс, гравий, гипс
3	Песок, мергель, торф	8	Бурый уголь, песчаник, гипс
4	Бурый уголь, известняк,	9	Мергель, песок, песчаник
5	Яшма, мергель, песок	10	Гравий, торф, яшма

**Задание 3.** Описание и определение метаморфических горных пород.

Основная задача лабораторной работы – ознакомить студента с главнейшими представителями метаморфических горных пород и помочь выработать навыки по макроскопическому описанию и определению этих пород.

Определение осадочных химических и органических горных пород необходимо выполнять в таком порядке:

1. Определить окраску горной породы.
2. Определить структуру и текстуру образца породы.
3. По классификационной таблице и по изученному теоретическому материалу установить подгруппу, тип метаморфизма и название образца горной породы.
4. По классификационной таблице установить минералогический состав породы, а также применение в строительстве.
5. Определить реакцию с соляной кислотой.

Термин **«метаморфизм»** (от греч. *metamorpho* – превращаюсь, преобразуюсь) переводится с греческого языка как « последующая, измененная форма».

Он представляет собой процессы изменения минерального состава и структурнотекстурных особенностей горных пород без их переплавления. Горные породы, попавшие в новые для себя термодинамические условия глубинных частей земной коры и подвергшиеся глубокому преобразованию, называются *метаморфическими*.

Генезис метаморфических горных пород обусловлен воздействием на исходные горные породы давления, температур и химических веществ, отличных от тех, при которых они образовались. Такому изменению могут подвергнуться любые уже существующие горные породы, поэтому метаморфические горные породы являются вторичными.

По преобладанию того или иного агента выделяют несколько видов метаморфизма:

а) контактовый метаморфизм – это изменение исходных, преимущественно осадочных пород, под действием высоких температур при внедрении в них магматических тел (образование мрамора на контакте интрузивного тела с известняками);

б) динамометаморфизм – механическое разрушение (дробление и перетирание) горных пород под влиянием одностороннего давления при тектонических движениях земной коры (тектонические брекчии);

в) региональный метаморфизм развивается на глубинах 8–20 км, где давление от веса толщ горных пород очень велико. В отличие от динамометаморфизма, в этом случае действие давления не приводит к разрушению исходных горных пород, т.к. бывает постепенным и длительным. Происходит перекристаллизация пород на обширных территориях (гнейс);

г) метасоматоз – преобразование пород в результате привноса или выноса химических компонентов. Широко развит в земной коре, проявляется самостоятельно или в сочетании с другими видами метаморфизма.

Минеральный состав метаморфических горных пород определяется составом исходных пород и включает в себя минералы, характерные как для магматических, так и для осадочных пород.

Главные (породообразующие) минералы метаморфических горных пород – кварц, полевые шпаты, роговая обманка, слюды, кальцит, магнезит, доломит, магнетит, гематит и др.; второстепенные (акцессорные) – тальк, хлорит, глинистые минералы и др.

Среди метаморфических горных пород встречаются и мономинеральные (мрамор, кварцит), и полиминеральные (гнейс).

Химический состав метаморфических горных пород соответствует составу исходных пород, кроме случаев метасоматоза.

#### **Структуры:**

- реликтовая (остаточная) – сохраняются элементы структур исходных пород (глинистая у глинистых сланцев);

- катакластическая – порода представляет собой сцементированное скопление обломков (тектоническая брекчия);

- полнокристаллическая – зёрна всех минералов в породе хорошо сформированы и легко различимы (мрамор, гнейс);

- гранобластовая (равномернозернистая) – все частицы в горной породе имеют приблизительно равные размеры (мрамор, кварцит);

- порфиробластовая (неравномернозернистая) – на фоне зёрен одного вида выделяются крупные кристаллы других минералов (зёрна граната в сланцах);

- сливная – порода представляет собой сплошную однородную микрозернистую массу (роговик).

#### **Текстуры:**

- массивная – горная порода представляет собой плотную однородную массу (кварцит, мрамор);

- сланцеватая – совершенно однородная порода легко разделяется на тонкие плитки (филлит);

- полосчатая – чередование полос разного состава и цвета (гнейс);

- пятнистая – наличие в породе участков (пятен), отличающихся составом и окраской (гнейс, яшма);

- пloyчатая – наличие в породе мелких складочек (слюдистые сланцы).

Прочность метаморфических горных пород колеблется в широких пределах от 25–60 МПа у зелёных сланцев до 400 МПа у кварцитов. Жёсткие кристаллизационные связи между новообразованными минералами у них менее прочны, чем, например, в магматических породах

Исходные данные: Номер варианта соответствует последней цифре по

журналу

№ варианта	Минерал	№ вариант	Минерал
1	Мрамор, слюдяные сланцы,	6	Тектоническая брекчия, яшма, мрамор
2	Роговики, хлоритовый сланец, тектоническая брекчия	7	Амфиболит, мрамор, хлоритовый сланец
3	Скарн, гнейс, глинистый сланец	8	Глинистый сланец, кварцит, скарн
4	Грейзен, милониты, серпантин	9	Филлит, роговики, милониты
5	Серпантин (змеевик), глинистый сланец, кварцит	10	Роговики, хлоритовый сланец, тектоническая брекчия

Таблица 3-Журнал описания метаморфических горных пород

Название породы	Группа, подгруппа	Структура	Текстура	Тип метаморфизма	Окраска	Минералогический состав	Реакция с HCl	Примечание в строительстве
1	2	3	4	5	6	7	8	9

### Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторному занятию №2:

1. Дать определение горной породы
2. По какому признаку классифицируются магматические горные породы?
3. Что называется структурой?
4. По какому признаку классифицируются осадочные горные породы?
5. Охарактеризуйте виды структур.
6. Охарактеризуйте виды текстур.
7. Что называется текстурой?

### Лабораторное занятие № 3 Тема: Геология и механика грунтов

#### Тема занятия: Определение физико-механических свойств грунтов

**Цель работы:** приобретение навыков исследования грунтов в лабораторных условиях.

**Задание 1:** Определить плотность грунта методом режущего кольца и влажности.

В результате выполнения лабораторного занятия № 3 студент должен:  
**уметь:** определять физико-механические свойства грунтов

Физические характеристики грунтов отражают свойства грунтов в естественном состоянии и позволяют оценить их прочность. Механические



характеристики грунтов отражают условия работы их под нагрузкой и позволяют оценить их сопротивление деформированию и разрушению.

Физические характеристики позволяют определить классификационные показатели грунтов (ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.), в частности, тип (по вещественному составу), вид (по наименованию с учетом размера частиц), разновидность (по количественным показателям свойств). Например: карбонатный (тип), песок (вид), средней плотности (разновидность); или силикатный (тип), глинистый (вид), суглинок тугопластичный (разновидность). Характеристики грунтов природного сложения, а также искусственного происхождения (песчаные подушки, грунтовые плотины, дамбы, насыпи под дороги, застройку) должны определяться, как правило, на основе их непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях. При этом часть характеристик определяется в лаборатории экспериментально, другая их часть – путем расчета по формулам, в которые входят прямо или косвенно характеристики, полученные экспериментально.

### 1.1 Общие физические свойства грунтов

Физические свойства грунтов можно подразделить на следующие:

- общие физические (плотность, удельный вес) частиц грунта, (удельный вес, плотность) сухого и влажного грунта, пористость, удельная поверхность;
- физико-механические (прочность, деформативность, пластичность, липкость, усадка, набухание и связность);
- водные (водоудерживающая, водопропускная (водопроницаемость), водоподъемная (капиллярная) способность грунта);
- тепловые (теплоемкость, теплопроводность, теплопоглощительная способность (способность поглощать лучистую энергию солнца).

Физические свойства грунтов подразделяются на 2 группы:

*основные* – определяемые на основе лабораторных исследований;

*расчетные* – определяемые расчетом.

Таблица 1- Основные физические характеристики грунта

Наименование	Обозначение	Размерность	Формула для вычисления
Удельный вес грунта	$\gamma$	кН/м <sup>3</sup>	$\gamma = (G / V) \cdot g$
Удельный вес частиц грунта	$\gamma_s$	кН/м <sup>3</sup>	$\gamma_s = (G_s / V_s) \cdot g$
Влажность грунта	W	безразмерна	$W = (G - G_s) / G_s = G_w / G$
Влажность на границе пластичности (раскатывания)	W <sub>p</sub>	безразмерна	$W_p = G_{w,p} / G_s$
Влажность на границе текучести	W <sub>L</sub>	безразмерна	$W_L = G_{w,L} / G_s$

Введем следующие условные обозначения физических величин:

$\rho_w$ ,  $\gamma_w$  – плотность и удельный вес воды. В формулах плотность воды  $\rho_w$  обычно принимают равной 1 г/см<sup>3</sup> (или 1 т/м<sup>3</sup>), удельный вес  $\gamma_w$  равным 10

кН/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения;

$V$  – объем образца грунта;

$V_s$  – объем минеральных частиц грунта в объеме  $V$ ;

$V_n$  – объем пор в объеме  $V$ ;

$V_w$  – объем воды в порах;

$G$  – масса образца грунта;

$G_s$  – масса частиц грунта (скелета);

$G_w$  – масса содержащейся в порах воды;

$G_{w,p}$  – то же в заданном состоянии грунта на границе пластичности (раскатывания);

$G_{w,L}$  – то же в заданном состоянии грунта на границе текучести

В лабораторных условиях определяются:

1. Удельный вес – вес единицы объема грунта в естественном состоянии.

2. Удельный вес (плотность  $\rho_s$ ) частиц грунта  $s \gamma$  – отношение веса (массы) сухого грунта к объему, занимаемому частицами грунта.

3. Влажность грунтов (весовая)  $W$  – отношение массы ( $m_w$ ) воды к массе твердых частиц ( $m_s$ ).

Расчетные характеристики грунтов:

1. Коэффициент пористости  $e$  – отношение объема пор к объему минеральной части грунта:

Определяем коэффициент пористости по формуле 1:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} \quad (1)$$

где  $\rho_s$  – плотность частиц грунта, т/м<sup>3</sup>;

$\rho_d$  – плотность сухого грунта, т/м<sup>3</sup>.

Пористость грунтов зависит от степени дисперсности и условий формирования грунта, например, у лессов она может достигать 60-70 %, а у большинства используемых в строительстве грунтов, пористость ( $n$ ) изменяется от 20 до 50 %. Для одного и того же грунта она не является постоянной и уменьшается при увеличении давления на грунт, поэтому при инженерных расчетах используют коэффициент пористости ( $e$ ). Величина его изменяется в довольно широких пределах от 0,2 до 1,5, а для органоминеральных до 2-12. Для достаточно уплотненных грунтов  $e < 1$ , если же  $e > 1$ , то это показывает, что грунт весьма рыхлого, неуплотненного сложения, и строительство на таких грунтах зданий, сооружений требует специальных мер по их упрочнению. Это свидетельствует о том, что объем пор больше объема твердых частиц.

2. Плотность сухого грунта определяем по формуле 2:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+W} \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность грунта, т/м<sup>3</sup>;

$W$  – природная влажность грунта, выраженная в долях единицы.

3. Разновидность песчаных грунтов выделяется по степени влажности  $S_r$

(доля заполнения объема пор грунта водой) согласно ГОСТ 25100-82, определяем по формуле 3:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_{H_2O}} \quad (3)$$

где  $\rho_{H_2O}$  – плотность воды, принимаемая равной 1 г/см<sup>3</sup>.

Коэффициент водонасыщения грунта  $S_r$  – отношение природной влажности грунта к его полной влагоемкости.

Полная влагоемкость – представляет собой такую влажность, когда все поры заполнены водой.

По ГОСТ 25100-95 крупнообломочные и песчаные грунты по степени влажности подразделяются на:

- малой степени водонасыщения  $0 < S_r \leq 0,5$ ;
- средней степени водонасыщения  $0,5 < S_r \leq 0,8$ ;
- насыщенные водой  $0,8 < S_r \leq 1$ .

Таблица 2 - Классификационные физические характеристики грунта

Наименование	Обозначение	Размерность	Формула для вычисления
Число пластичности	$I_p$	безразмерна	$I_p = W_L - W_p$
Показатель текучести	$I_L$	безразмерна	$I_L = (W - W_p) / (W_L - W_p) = (W - W_p) / I_p$
Коэффициент водонасыщения (степень влажности)	$S_r$	безразмерна	$S_r = V_w / V_n = (\rho_s / \rho_w) \cdot (W/e)$
Полная влагоемкость	$W_{sat}$	безразмерна	$W_{sat} = (\rho_w / \rho_s) \cdot e$ (соответствует $S_r = 1$ )
Коэффициент относительной плотности (индекс плотности)	$D$	безразмерна	$D = e_{max} - e / e_{max} - e_{min}$ – коэффициент пористости грунта в max рыхлом его состоянии; $e_{min}$ – коэффициент пористости грунтов в min рыхлом его состоянии

$W_p$  называется такая влажность, при которой грунт теряет пластичность. Ее называют нижней границей пластичности.

$W_L$  – влажность на границе текучести, это верхняя граница пластичности. При такой влажности грунт переходит в текучее состояние.

Разность между ними, выраженная в процентах, называется числом пластичности

В зависимости от  $pI$  по ГОСТ 25100-95 глинистые грунты подразделяются на следующие виды: супеси  $1 < pI \leq 7$ ; суглинки  $7 < pI \leq 17$ ; глины  $pI > 17$ .

По показателю текучести  $I_L$  в соответствии с ГОСТ 25100–95 глинистые грунты подразделяются: на супеси: твердые –  $I_L < 0$ , пластичные  $0 \leq I_L \leq 1$ , текучие  $I_L > 1$ ; суглинки и глины: твердые  $I_L < 0$ , полутвердые  $0 \leq I_L \leq 0,25$ , тугопластичные  $0,25 < I_L \leq 0,50$ , мягкопластичные  $0,5 < I_L \leq 0,75$ , текучепластичные  $0,75 < I_L \leq 1,0$ , текучие  $I_L > 1$ .

Среди пылевато-глинистых грунтов необходимо выделить группы,

проявляющие специфические неблагоприятные свойства при замачивании: просадочные и набухающие. При предварительной оценки к просадочным относятся лессовые грунты со степенью влажности  $S < 0.8$ , для которых величина показателя  $J_{SS}$  меньше значений, приведенных в таблице 1.

Определяем  $J_{SS}$  по формуле 6:

$$J_{SS} = \frac{e_L - e}{1 + e} \quad (6)$$

где  $e_L$  – коэффициент пористости, соответствующий влажности на границе текучести  $W_L$ ;

$e$  – коэффициент пористости грунта природного сложения и влажности.

Коэффициент пористости, соответствующий влажности на границе текучести  $W_L$  определяется по формуле 7:

$$e_L = \frac{\rho_s \cdot W_L}{\rho_{H_2O}} \quad (7)$$

Таблица № 3- Показатель  $J_{SS}$

Число пластичности грунта $JP$	$0,01 < JP < 0,10$	$0,10 < JP < 0,14$	$0,14 < JP < 0,22$
Показатель $J_{SS}$	0,1	0,17	0,24

В пылевато-глинистых грунтах необходимо выделять набухающие грунты, которые при замачивании водой или химическими растворами увеличиваются в объёме. При предварительной оценке к набухающим от замачивания водой относятся грунты, для которых значение показателя  $J_{SS} > 0,3$ .

## 1.2 Физико-механические свойства грунтов

Связность грунтов – способность сопротивляться внешнему усилию (нагрузкам), стремящемуся разъединить частицы грунта.

Связность грунтов – это способность тонкодисперсных грунтов образовывать после смачивания их водой и последующего высушивания компактную массу, не распадающуюся на отдельные элементарные частицы. По этому признаку грунты разделяют на связные (глины, суглинки, супеси) и несвязные (пески, крупнообломочные грунты).

Липкость грунтов – способность прилипать к поверхности различных предметов, приходящих с ними в соприкосновение при определенном содержании влаги, она измеряется в паскалях. Начинает проявляться лишь при влажности, несколько большей влажности на границе раскатывания и достигает максимума при влажности, несколько меньшей границы текучести.

Набухаемость грунтов – способность грунтов увеличивать свой объем в процессе смачивания водой или другими жидкостями. Характеризуется числом набухания – приращение объема набухшего грунта в процентах от объема сухого.

Усадка грунтов – способность влажных грунтов уменьшать свой объем при высыхании. Обладают ей только связные грунты, при этом уменьшение объема

до известного предела равно количеству испарившейся воды.

При определенной влажности, называемой пределом усадки, объем образца перестает уменьшаться, но испарение воды продолжается и, следовательно, масса образца убывает. В результате грунт становится плотнее, что увеличивает его сопротивление деформациям. Усадка характеризуется уменьшением размеров или объема.

Таблица № 4- Свойства грунтов

	Характеристика грунта	Обозначение	Размер- ность	Номер слоя				
				1	2	3	4	5
1	Плотность	$\rho$	т/м <sup>3</sup>					
2	Плотность частиц	$\rho_s$	т/м <sup>3</sup>					
3	Природная влажность	W	доли ед.					
4	Влажность на границе текучести	WL	доли ед.					
5	Влажность на границе раскатывания	WP	доли ед.					
6	Плотность сухого грунта (формула 2)	$\rho_d$	т/м <sup>3</sup>					
7	Коэф. пористости (формула 1)	e	доли ед.					
8	Степень влажности (формула 3)	Sr	доли ед.					
9	Число пластичности (формула 4)	JP	доли ед.					
10	Показатель текучести (формула 5)	JL	доли ед.					
11	Удельный вес $\gamma = \rho \cdot q$ ( $q=10\text{м/с}^2$ )	$\gamma$	кН/м <sup>3</sup>					
12	Коэф. пористости, соотв. влажности WL (формула 7)	eL	доли ед.					
13	Показатель для оценки просадочных и набухающих свойств (формула 6)	JSS	доли ед.					
14	Модуль деформации $E=(e+1) \cdot \beta / m_0$	E	МПа					
15	Коэф. уплотнения	$m_0$	МПа <sup>-1</sup>					
16	Угол внутреннего трения	$\phi$	град.					
17	Удельное сцепление	c	МПа					
18	Коэф. фильтрации	Kф	м/сут					

## Определение плотности грунта методом режущего кольца

**Цель работы:** определить естественную плотность грунта методом режущего кольца и методом парафинирования.

**Оборудование:** технические весы с разновесами, режущее кольцо с внутренним диаметром >50 мм, штангенциркуль (линейка), нож с прямым лезвием длиной более диаметра кольца.

Существует несколько лабораторных методов определения плотности грунта. Чаще всего применяют методы режущего кольца, парафинирования, непосредственных измерений и взвешивания в нейтральной жидкости. Метод режущих колец применим для связных глинистых грунтов.

Плотность пород (объемный вес) – величина переменная. Кроме минералогического состава она зависит от влажности породы и ее пористости (плотности). Чем больше влажность грунта, тем больше его объемный вес.

Величина объемного веса пород без жестких связей (рыхлых и связных глинистых) колеблется в больших пределах: от 1,30 до 2,4 г/см<sup>3</sup>. Объемные веса пород с жесткими кристаллическими связями (скальные породы), вследствие малой пористости их и влажности близки по значению к удельному весу этих пород.

Естественным объемным весом, или просто объемным весом, принято считать вес единицы объема породы естественной влажности и сложения.

Он выражается в г/см<sup>3</sup> или т/м<sup>3</sup>:

$$\Delta = v / V, \quad (1)$$

$$\rho = m / V \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность грунта, [г/см<sup>3</sup>, кг/м<sup>3</sup>, т/м<sup>3</sup>];

$m$  – масса породы с естественной влажностью и сложением,  $m = g_2 - g_1$ , [г];

$V$  – объем, занимаемой породой, [см<sup>3</sup>].

#### 1.1. Последовательность определения:

1. Измерить внутренний диаметр и высоту режущего кольца (грунтоотборника) и вычислить его объем  $V$  в см<sup>3</sup>.

2. Смазать с внутренней стороны техническим вазелином режущее кольцо и взвесить его на технических весах с точностью до 0,01 г. (вес  $g_1$ ).

3. Режущее кольцо поставить заостренной стороной на зачищенную и выровненную поверхность монолита. Заполнить режущее кольцо грунтом, последовательно вдавливая его вертикально в грунт, при одновременной подрезке грунта по периметру кольца. Лишний грунт срезается острыми краями цилиндра. При надевании кольца - цилиндра на столбик грунта не следует допускать выкрашивание грунта из боковой поверхности столбика грунта. Загрузка цилиндра грунтом простым задавливанием его в монолит не допускается, так как при этом могут образовываться пустоты и зазоры между стенкой цилиндра и грунтом. После того, как столбик грунта выступит над краем цилиндра, лишний грунт удаляют, подрезая его вровень с краями цилиндра.

4. Наружную поверхность кольца – цилиндра тщательно очистить от приставшего грунта. Кольцо взвесить (вес  $g_2$ .)

5. Из цилиндра взять часть грунта для определения его влажности.

6. Данные измерений занести в журнал лабораторных измерений (табл. 1).

7. Определить объемный вес по формуле:

$$\rho = m / V,$$

где  $\Delta_{об}$  – объемный вес влажного грунта в г/см<sup>3</sup>;

$g_2$  – вес кольца с грунтом в г.;

$g_1$  – вес кольца в г.;

$V$  – объём образца в см<sup>3</sup>.

8. Определяем плотность

Расхождение результатов между параллельными определениями допускается до 0,02 г/см<sup>3</sup>.

Таблица 1- Журнал лабораторных измерений

№ лаб	Дата	Объём образца $V, \text{см}^3$	Вес кольца $g_1, \text{г}$	Вес кольца с грунтом $g_2, \text{г}$	Объёмный вес грунта, г/см <sup>3</sup>	$\Delta$ Влажность грунта $W, \%$

### **Определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы**

#### **Цель работы:**

Определить влажность грунта методом высушивания до постоянной массы

#### **Сущность метода:**

В естественных условиях в грунтах, как правило, содержится некоторое количество воды, находящейся в различных состояниях: гравитационная, капиллярная, связная, гигроскопическая, кристаллизационная.

Влажность грунта в природных условиях зависит от его плотности, пористости и степени водонасыщения.

Величина влажности грунта определяет его состояние и поведение под нагрузкой. Особое значение она имеет для глинистых грунтов, резко изменяющих свои свойства в зависимости от степени увлажнения.

Влажность грунта следует определять как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта.

#### **Оборудование:**

- сушильный шкаф;
- весы с точностью измерений 0.01 г;
- бюксы (стаканчики);
- тигельные щипцы;
- нож.

#### **Порядок работы:**

1. Пробы грунта для определения влажности в учебных целях отбирают массой 15—30г, помещают в заранее высушенный, взвешенный и пронумерованный стаканчик (бюкс).

2. Пробу грунта в стаканчике взвешивают.



3. Стаканчик помещают в нагретый сушильный шкаф. Грунт высушивают до постоянной массы при температуре  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ . В учебных целях песчаные грунты высушивают в течение 10 мин, а остальные—в течение 15 мин. Последующие высушивания песчаных грунтов производят в течение 10 мин, остальных —в течение 15 мин. После каждого высушивания грунт в стаканчике охлаждают до температуры помещения и взвешивают.

4. Высушивание производят до получения разности масс грунта со стаканчиком при двух последующих взвешиваниях не более 0,02г.



5. Если при повторном взвешивании грунта, содержащего органические вещества, наблюдается увеличение массы, то за результат взвешивания принимают наименьшую массу.

6. Результаты определений занести в таблицу 1.

#### **Обработка результатов:**

1) Определить влажность грунта  $w$ , %,(в долях единицы).

В качестве окончательного значения влажности грунта принимается среднее значение результатов трех параллельных испытаний.

Таблица 1-Результаты определения влажности грунта

Номер бюкса	Масса пустого бюкса $m$ , г	Масса влажного грунта с бюксом $m_1$ , г	Масса высушенного грунта с бюксом $m_0$ , г	Масса воды в грунте $m_w$ , г	Масса сухого грунта $m_s$ , г	Влажность грунта $w$ , %	Средняя влажность $w_{cp}$ , %

## **Определение плотности частиц грунта пикнометрическим методом. Определение удельного веса частиц грунта**

**Цель работы:** определить плотность частиц грунта пикнометрическим методом

**Необходимое оборудование:** пикнометры вместимостью не менее 100 см<sup>3</sup>, электронные весы, воронка, капельница, дистиллированная вода, песчаная или водяная баня.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Взвесить пустой пикнометр  $m_1$  (г).
2. Навеску грунта массой 15-20 г через воронку насыпать в пикнометр и определить массу пикнометра с грунтом  $m_2$  (г).
3. Налить в пикнометр до половины его объема дистиллированной воды, осторожно взболтать и кипятить на песчаной бане для удаления адсорбированного воздуха и расчленения агрегатов глинистого грунта (кипение в течение 30 мин для песков, и 60 мин для глин).
4. Остудить пикнометр до комнатной температуры и долить в него дистиллированной воды до риски на шейке пикнометра (используя капельницу).
5. Взвесить пикнометр с грунтом и водой  $m_3$  (г).
6. Пикнометр опорожнить, промыть, заполнить до риски дистиллированной водой, взвесить  $m_4$  (г).

7. Занести данные в таблицу 1 и вычислить плотность частиц грунта:

Таблица 1- Результаты определения плотности частиц грунта

№ п/п	Масса пикнометра, г				Плотность частиц грунта $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>
	пустого $m_1$	с грунтом $m_2$	с грунтом и водой $m_3$	с водой $m_4$	

Выводы по работе: значение плотности частиц грунта составило \_\_\_\_\_.

### Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторному занятию №3:

1. Дать определения физическим параметрам грунта.
2. Какие характеристики надо знать для определения типа грунта?
3. Какой параметр наибольший, а какой наименьший для одного и того же образца грунта:  $\rho_s$ ,  $\rho_d$  или  $\rho$ ?
4. Какие характеристики надо знать для определения условного расчетного сопротивления песчаного, пылевато-глинистого грунта?
5. Как используется закон Архимеда для определения плотности и плотности частиц грунта?

## Лабораторное занятие № 4

### Тема: Инженерно-геологические изыскания

**Тема занятия:** Составление и оформление документации инженерно-геологических изысканий для строительства инженерных сооружений.

**Цель занятия** Знакомство с составом, правилами и методами составления инженерно-геологической документации.

В результате выполнения лабораторного занятия № 4 студент должен:

**уметь:** оформлять документации инженерно-геологических изысканий для строительства инженерных сооружений.

При проведении инженерно-геологических изысканий для строительства отсутствует единое методическое пособие по ведению, составлению и оформлению технической документации, что значительно снижает полноту и достоверность информации и затрудняет повторное использование материалов изысканий.

Рекомендации по составлению и оформлению полевой, лабораторной и первичной камеральной документации основных видов инженерно-геологических и гидрогеологических работ следует использовать при изысканиях для строительства.

Полевая техническая документация включает результаты измерений (наблюдений, обследований), выполняемых на местности или в пункте (точке), а также данные технологических процессов определенных видов

инженерно-геологических и гидрогеологических работ непосредственно на объекте изысканий.

Под первичной камеральной обработкой материалов изысканий подразумевается отображение хода технологического процесса (наблюдений, обследований) и (или) его результатов в виде таблиц, ведомостей, графиков, разрезов, первичных расчетов. Первичную камеральную обработку следует производить непосредственно в процессе полевых работ.

Материалы первичной камеральной обработки служат основой для анализа и обобщения результатов изысканий по видам работ и по объекту в целом и входят в состав отчетной технической документации.

Лабораторная техническая документация содержит результаты испытаний, определений и анализов образцов грунтов и проб воды, отобранных в процессе полевых работ для детального изучения свойств грунтов и воды в лабораторных условиях.

В ходе полевых работ необходимо систематически контролировать полноту и достоверность документации.

Лица, контролирующие выполнение работ, обязаны делать записи в графе «Примечания» журнала о результатах проверки независимо от наличия или отсутствия замечаний, заверяя их своими подписями с указанием даты проверки.

Полевая документация подлежит приемочному контролю, который осуществляет руководитель подразделения. Отметка о приемочном контроле делается на последней странице полевого журнала.

## **ПОРЯДОК ВЕДЕНИЯ ПОЛЕВОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

Полевую документацию необходимо вести в соответствии с требованиями действующих стандартов и нормативных документов, регламентирующих выполнение соответствующих видов изыскательских работ, в журналах (бланках) единого образца по формам. Запрещается документировать на отдельных листах с последующим переписыванием в журнал.

В одном журнале разрешается документировать несколько горных выработок, испытаний, опытов, расположенных в пределах одной площадки (створа) и выполняемых по одному договору в случае их небольших глубин или небольшой продолжительности наблюдений.

Полевую документацию необходимо вести непосредственно в процессе работ на объекте.

Записи и зарисовки следует выполнять простым карандашом или не размывающимися химическими средствами. Записи следует производить в каждой графе (строке) соответствующего документа. Не разрешается оставлять графы незаполненными. Если какие-либо операции или наблюдения не проводятся, то в графах должны быть сделаны прочерки или указана причина отсутствия записей.

Неправильная запись должна быть зачеркнута так, чтобы можно было прочесть зачеркнутое, а сверху должна быть сделана правильная запись.

Подчищать записи резинкой запрещается.

До начала производства работ необходимо оформить титульный лист полевого журнала.

Журнал с результатами проверки передается начальнику подразделения, осуществляющему приемочный контроль.

### **Документация маршрутных наблюдений**

Основным документом при проведении инженерно-геологической съемки (рекогносцировки) является полевой дневник.

В дневнике производятся описания обнажений, родников, колодцев, элементов рельефа и других точек наблюдения, делаются зарисовки, записываются опросные сведения, результаты различных измерений (замеры), а также периодически производимые обобщения и предварительные выводы. Все линии маршрутов и точки (пункты) наблюдений наносят на топооснову (карту, план, схему), которую вкладывают в карман переплета дневника.

Первую страницу дневника следует использовать для оглавления и записи сведений о выполненных объемах работ.

В конце дневника регистрируют результаты фотосъемки и последовательно записывают номер каждого снимка с указанием номера точки наблюдения, дату фотографирования, содержание снимка и его ориентировку.

Сведения об основных наблюдениях необходимо записывать только на правой странице дневника. На левой странице, имеющей миллиметровую разграфку, делают зарисовку обнажения, записи элементов залегания слоев, дополнительные пометки, а при камеральной обработке материалов приводят и результаты некоторых исследований (палеонтологических определений, свойств грунтов и т.д.).

На правой странице дневника следует оставлять поле шириной 30 - 40 мм для записей дат наблюдений; номенклатуры планшета и квадрата, в пределах которых находится точка наблюдения; номеров точек наблюдений; отобранных образцов (проб) грунта, (воды), фотографий, а также других вспомогательных сведений.

Порядок описания маршрутов, обнажений, родников, колодцев и других точек наблюдений должен быть единым для объекта изысканий. После номера маршрута следует указывать основные пункты его прохождения и направление.

Кроме того, в дневнике должен быть указан порядок описания обнажений: снизу вверх или сверху вниз. Порядковые номера точек наблюдений должны соответствовать их номерам на карте (схеме) фактического материала.

Данные о родниках, колодцах, гидрогеологических скважинах, объектах загрязнения (шламонакопителей, отстойников и пр.) в целях получения наиболее полной информации, особенно при гидрогеологических и гидрохимических исследованиях, рекомендуется фиксировать на специальных карточках, которые вклеивают в дневник или сшивают в отдельный альбом.

Точки наблюдения, элементы залегания слоев, водопроявления, элементы геоморфологии и физико-геологические явления при инженерно-

геологической съемке (рекогносцировке) обозначают на картах и в дневниках в соответствии с условными обозначениями, приведенными в настоящем.

### **Документация горных выработок**

Для ведения документации буровых скважин рекомендуется единая форма журнала, состав граф которой отражает все способы бурения. Документацию выполняют в процессе проходки горных выработок буровой мастер (проходчик) и геолог (гидрогеолог).

Документирование процесса бурения и сопутствующих операций, а также фиксацию глубин проходки за рейс, процента выхода керна, особенностей проходки (провалы, прихваты снарядов, образование «пробок», обвалы стенок и пр.), учет поглощения промывочной жидкости, замеры уровней воды в начале и конце смены и по глубине в процессе бурения производит буровой мастер на левой странице журнала.

Описание грунтов, внесение данных о наблюдениях за появлением и установлением уровня воды, классификацию грунтов по буримости, отметки об отборе проб и заполнение титульного листа производит геолог (гидрогеолог).

Записи в журнале должны быть четкими и давать полное представление о технологии работ, ходе бурения скважины, геологическом разрезе, гидрогеологических условиях и опробовании. Сведения об осложнениях в процессе проходки (провалы, прихваты бурового инструмента, образование «пробок», обвалы стенок скважин) приводятся в графе «Описание работ...» с обязательным указанием интервала глубин, где наблюдались осложнения.

Описание грунтов при бурении скважин производится непосредственно после каждого подъема снаряда (рейса). Длина рейсов устанавливается техническим заданием, программой. Описание грунта должно быть совмещено с соответствующими этому рейсу данными о технологии бурения. Не допускается объединенное описание образцов, поднятых за несколько рейсов. Если внутри рейса выделяется несколько слоев, то ведется описание последовательно каждого слоя.

Если грунт, поднятый за последующий рейс, по внешним признакам не отличается от грунта предыдущего рейса, то указывается его наименование со словами «такой же». Если грунт не поднят, в гр. «Описание грунтов» записывают «кern не поднят».

При колонковом бурении грунты описывают по керну, уложенному в ящики последовательно по глубине скважины. Kern каждого рейса отделяют от последующего деревянной биркой или этикеткой, завернутой в восковку, с указанием на них интервала глубин рейса. Интервалы глубин поднятого керна надписывают также на продольных перегородках ящика, если позволяет их ширина.

На каждом кусочке керна скальных грунтов указывается стрелкой направление его по глубине к забою, а также порядковый номер в данном интервале. Перед укладкой в ящик kern скальных грунтов промывают от шлама, а глинистых и слабых полускальных грунтов, пройденных всухую, очищают ножом. Если kern представлен в виде обломков, то их следует укладывать так, чтобы их объем давал достоверную информацию о проценте

выхода керна.

Если грунт истирается в процессе бурения и извлекается в виде шлама, то часть его укладывают в качестве образца.

При ударно-канатном и ручном бурении грунты описывают по полному объему вынутого грунта (шлама) сразу же после его извлечения и укладки на доску (щит). После описания отбирают представительный образец грунта (шлама) и укладывают в ящик. Каждый образец снабжается этикеткой, завернутой в восковку, с указаниями интервала бурения и примерного содержания крупных включений. Интервалы глубин рейсов рекомендуется записывать также на перегородках ящика, под образцом.

При вибрационном бурении после извлечения зонда из скважины зачищают прорезь вибронда и производят визуальный осмотр грунта с целью определения глубины залегания и мощности отдельных слоев, прослоев, ослабленных зон и т.д. Грунт, извлеченный из зонда, описывают и отбирают образцы в ящики как при ударно-канатном бурении.

При роторном бурении описывают грунты по шламу, образцы которого отбирают в ящик. Документирование образцов выполняют аналогично, как при ударно-канатном бурении.

В буровых журналах необходимо фиксировать глубину появления подземных вод в каждом водоносном слое (горизонте). При этом для слабопроницаемых грунтов отмечается характер водопроявления (по трещинам, в прослоях или гнездах, на контактах и пр.).

Для горнопроходческих работ в журнале обязательно указывают метод проходки, способ крепления стенок выработки, выполняют зарисовку стенок выработки и описание грунтов, фиксируют способ и глубину отбора проб грунта и воды для лабораторных анализов.

Стенки выработок или окна в крепи зарисовывают на миллиметровке в масштабе 1:25, 1:50 или 1:100 в зависимости от сложности геологического разреза. Если породы залегают горизонтально, а мощность и литологический состав по всем стенкам одинаковы, то зарисовку можно выполнять по одной стенке выработки. При сложном геологическом разрезе зарисовывают все стенки выработки в виде развертки. Стенки должны быть ориентированы по странам света.

При зарисовке необходимо пользоваться общепринятыми условными обозначениями, приведенными.

### **Документация полевых исследований грунтов**

При динамическом и статическом зондировании перед началом испытания записывают номер точки испытания, местоположение (номер поперечника, пикета, название сооружения и пр.) и элемент рельефа, расстояние до ближайшей выработки и ее номер; по окончании испытания - конечную глубину зондирования, а после привязки точки - абсолютную отметку поверхности земли.

В процессе динамического зондирования в журнале регистрируют отсчеты по измерительной рейке общей глубины погружения конического наконечника, число ударов в залоге и глубину погружения конического

наконечника за залог.

При статическом зондировании снимают показания измерительных приборов о сопротивлении грунта под наконечником и на боковой поверхности зонда.

В процессе испытания в соответствующих графах журнала записывают задаваемые ступени давления на грунт и данные показаний прогибомеров, фиксирующих осадку грунта при заданных нагрузках до ее условной стабилизации.

Одновременно с ведением записей в процессе испытания на последних страницах журнала необходимо строить графики зависимости осадки от удельного давления и времени. По графикам следует контролировать ход испытания и устанавливать критическое давление, характеризующее предельную несущую способность грунта.

Испытания грунтов прессиометрами всех типов документируют в журналах. В процессе испытания при каждой заданной ступени давления снимают показания измерительных приборов до условной стабилизации деформации. В гр. «Примечания» указывают особенности проведения испытания, приводят сведения об отборе проб, делают отметки об операционном контроле, ставятся подписи сдающего и принимающего смену наблюдателей.

Полевые испытания на срез методом кольцевого и поступательного среза и среза целиков следует документировать в журнале. На четных страницах журнала приводятся сведения о результатах предварительного уплотнения грунта; на нечетных - результаты сопротивления грунтов срезу. В процессе испытаний по достижении уплотнения грунта при заданных давлениях фиксируют показания устройств для измерения срезающего давления (крутящего момента) и показания приборов для измерения деформации среза.

В процессе испытаний на срез целиков на предпоследней странице журнала строят график зависимости сопротивления среза от деформации грунта, а по окончании опыта - график зависимости сопротивления срезу от нормального давления для определения угла внутреннего трения и сцепления.

При испытании грунтов методом вращательного среза в журнале записывают отсчеты показателей измерительных устройств для определения крутящего момента.

Таблица 1- Условное обозначение консистенции грунтов в горных выработках

Пески		Супеси		Глины и суглинки	
маловлажные		твердая		твердая	
				полутвердая	
влажные		пластичная		тугопластичная	
				мягкопластичная	
водонасыщенные		текучая		текучепластичная	



				текучая	
--	--	--	--	---------	--

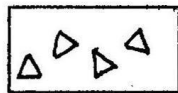
Таблица 2- Условное обозначение пород

Геологический индекс	Литологический разрез	Описание пород
aQ <sub>4</sub>		Супесь серая заторфованная
aQ <sub>4</sub>		Ил серый с органическими остатками
aQ <sub>4</sub>		Песок мелкий
aQ <sub>4</sub>		Супесь бурая
aQ <sub>4</sub>		Песок мелкий кварцевый
aQ <sub>4</sub>		Песок пылеватый
pQ <sub>4</sub>		Супесь серая заторфованная
cQ <sub>4</sub>		Щебень известняка
dQ <sub>4</sub>		Суглинок серый
dQ <sub>4</sub>		Песок пылеватый
dQ <sub>4</sub>		Супесь серая заторфованная
aQ <sub>3</sub>		Суглинок бурый иловатый
aQ <sub>3</sub>		Суглинок бурый плотный
aQ <sub>3</sub>		Супесь желтая
aQ <sub>3</sub>		Песок средней крупности
fgQ <sub>3</sub>		Песок крупный
fgQ <sub>1</sub>		Песок крупный кварцевый
C <sub>3</sub>		Глина черная плотная
C <sub>1</sub>		Известняк трещиноватый
D <sub>3</sub>		Аргиллит серый
PR		Гранит крупнозернистый выветрелый

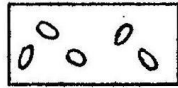
# Осадочные горные породы

## Обломочные

### Рыхлые



- Глыбы



- Валуны



- Пески

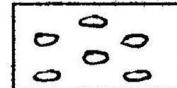


- Глины

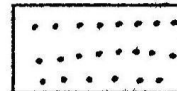
### Сцементированные



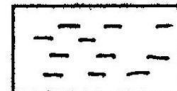
- Брекчии



- Конгломераты

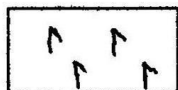


- Песчаники

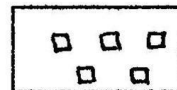


- Аргиллиты

## Сульфатно - галогенные

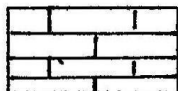


- Гипс



- Каменная соль

## Карбонатные



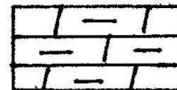
- Известняки



- Доломиты



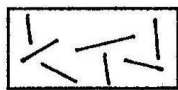
- Мергели известковые



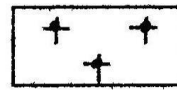
- Мергели доломитовые

## Магматические горные породы

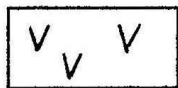
### Вулканические



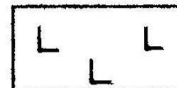
- Риолиты



- Трахиты

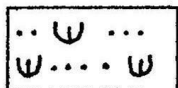


- Андезиты

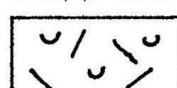


- Базальты

### Вулканогенно – осадочные

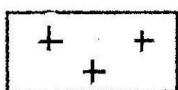


- Туфопесчаник

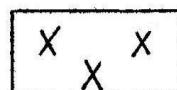


- Алевролитовый спекшийся туф

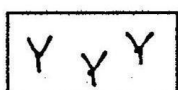
### Интрузивные



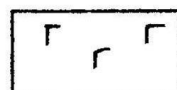
- Граниты



- Диориты

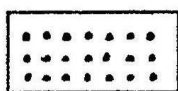


- Сиениты

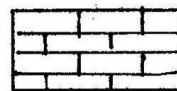


- Габбро

## Метаморфические



- Кварциты



- Мраморы

## **Вопросы для закрепления теоретического материала к лабораторному занятию:**

1. В чем заключаются почвенно-грунтовые обследования вдоль трассы?
2. Для чего проводятся инженерно-геологические изыскания?
3. На какую глубину проводятся обследования грунтов?
4. В каких местах рельефа закладывают скважины и шурфы?
5. Что включает в себя полевая техническая документация.
6. Что понимают под первичной камеральной обработкой материалов изысканий?
7. Кто осуществляет приемочный контроль полевой документации?
8. Чем следует выполнять записи и зарисовки в полевой документации?
9. Что является основным документом при проведении инженерно-геологической съемки (рекогносцировки)?

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

## Печатные издания

1. Бондарик Г.К., Ярг Л.А.. Инженерно-геологические изыскания : учеб. / Г. К. Бондарик, Л. А. Ярг; Рос.гос.геол.-развед.ун-т им.С.Орджоникидзе .- 3-е изд.- М., КДУ, 2014.- 418 с.
- 2.Бондарик Г.К., Пендин В.В., Ярг Л.А. Инженерная геодинамика: Учеб. / Г.К.Бондарик,В.В.Пендин,Л.А.Ярг .- 2-е изд.- М., КДУ, 2009.- 439 с.
- 3.Бондарик Г.К., Ярг Л.А.Инженерно-геологические изыскания : учеб. / Г. К. Бондарик, Л. А. Ярг; Рос.гос.геол.-развед.ун-т им.С.Орджоникидзе .- 3-е изд.- М., КДУ, 2014.- 418 с.
- 4.Передельский Л.В., Приходченко О.Е. Инженерная геология: Учеб. / Л.В.Передельский,О.Е.Приходченко.- Ростов н/Д, Феникс, 2006.- 447 с.
5. Платов Н.А. Основы инженерной геологии. Москва: ИНФРА-М, 2018 г.-187 с. ISBN: 978-5-16-102386-0.
6. Малышев М. В., Болдырев Г.Г. Механика грунтов. Основания и фундаменты: учебное пособие. Москва: Ассоциация строительных вузов, 2004 - 328 с.
7. Сетков В.И., Сербин Е.П. Строительные конструкции. Расчет и проектирование. Москва: ИНФРА-М, 2019 г.-444 с. ISBN: 978-5-16-102378-5.
8. Шутенко Л.Н., Рудь А.Г., О. В. Кичаева. Механика грунтов, основания и фундаменты. Харьков: ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2015. – 501 с.
9. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. СПб: Стройиздат, 2018 г. -415 с. . ISBN: 5-274-00374-5.

## Дополнительная литература

10. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.
11. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. Дата введения 2017-07-01.
12. СП 122.13330.2012 "СНиП 32-04-97 Тоннели железнодорожные и автодорожные" (с изменением N 1).
13. ГОСТ 22733-2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.
14. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация.
15. ГОСТ 25584-2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации.
- 16.ГОСТ 21.302-2013 "Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям", введен в действие приказом Росстандарта от 30.12.2013.
- 17.ГОСТ 21.301 Основные требования к оформлению отчетной документации по инженерно-геологическим изысканиям
- 18.ГОСТ 32836-2014 Дороги автомобильные общего пользования.

Изыскания автомобильных дорог. Общие требования

19. Пособие по составлению и оформлению документации инженерных изысканий для строительства. Часть 2. Инженерно-геологические (гидрогеологические) изыскания (к СНиП II-9-78)

20. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.

21. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* (с Изменениями N 1, 2, 3)

**Интернет-ресурсы:**

22. Справочная поисковая система Консультант Плюс

23. [www.education.ru](http://www.education.ru).

24. [www.customs.ru](http://www.customs.ru).

25. ZNANIUM.COM