

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Лекции - 17 ч.

Лабораторные занятия - 17 ч.

ЗАЧЕТ

Курс лекций

Сидорова Галина Петровна

д.т.н., профессор кафедры « Прикладной геологии и технологии геологической разведки».

Горный факультет.

Забайкальский государственный университет



Тема. Рыхлые несвязные и мягкие связные породы

При изучении этих классов пород особенно важно выделение **генетических типов пород и их состава**. По происхождению мягкие связные и рыхлые несвязные породы можно разделить на три группы:

- континентальные;
- морские;
- лагунные.

Особенно большим разнообразием характеризуются **континентальные отложения**. К ним относятся **элювиальные, делювиальные, коллювиальные, аллювиальные, пролювиальные, ледниковые, водно-ледниковые, озерные, болотные, эоловые и антропогенные образования**.

Каждый из выделенных классов характеризуется определенными условиями накопления и формирования структурных связей, а, следовательно, и различными физико-механическими свойствами, которые определяют условия строительства на этих породах.

При изучении песчаных и глинистых пород очень важным является установление процессов, под влиянием которых формируется физическое состояние и свойства пород во время их образования в земной коре. Кроме того, необходимо учитывать дисперсность этих пород, т.к. с изменением дисперсности меняются свойства пород.

Большое значение на формирование прочностных свойств, особенно глин, имеют структурные связи. Многие глинистые породы могут разжижаться или размягчаться при встряхивании или под влиянием других механических воздействий, а потом самопроизвольно восстанавливать свое состояние и прочность. Такие обратимые явления называют **тиксотропными**. Важным показателем способности пород к тиксотропии является время восстановления их физического состояния и прочности после механического воздействия. Тиксотропия может резко изменять устойчивость и прочность глинистых пород и вызывать нарушение устойчивости сооружений.

Гранулометрический состав характеризует осадочные породы в отношении их дисперсности, т.е. размеров слагающих частиц (табл.). Он выражает процентное содержание в породе групп частиц (фракций) различных размеров, взятых по отношению к весу абсолютно сухой породы.

Примечание. **Тиксотропность** (от греч. thixis — прикосновение и trope — поворот, изменение) — способность грунта под влиянием встряхивания, размешивания, вибрации или другого внешнего воздействия разжижаться, переходить в пльвинное состояние и полностью терять свою прочность и затем, когда прекращено воздействие, возвращаться в свое первоначальное состояние, т.е. загустевать.

Фракции осадочных пород

| Классификация обломочных пород | | | | | |
|--------------------------------|----------|-----------------------------|-----------|---------------------------|-----------------------|
| Размер обломко в мм | Класс | Породы | | | |
| | | Не сцементированные обломки | | Сцементированные | |
| | | Не окатанные | окатанные | Не окатанные | окатанные |
| Более 100 | псефиты | Глыбы, отломник | валунник | Брекчия глыбовая | Конгломерат валунный |
| 10-100 | | Щебень | Галечник | Брекчия щебенистая | Конгломерат галечный |
| 1-10 | | дресва | гравелит | Брекчия дресвяная | Конгломерат гравийный |
| 0,5-1 | Псаммиты | Песок крупнозернистый | | Песчаник крупнозернистый | |
| 0,25-0,5 | | Песок среднезернистый | | Песчаник среднезернистый | |
| 0,1-0,25 | | Песок мелкозернистый | | Песчаник мелкозернистый | |
| 0,05-0,1 | Алевриты | Алеврит крупнозернистый | | Алевролит крупнозернистый | |
| 0,01-0,05 | | Алеврит мелкозернистый | | Алевролит мелкозернистый | |
| Менее 0,01 | пелиты | глина | | аргиллит | |

Тонкую фракцию определяют методом **отмучивания** – по скорости падения частиц в воде. Эти частицы от крупных фракций резко отличаются по составу – это глинистые минералы, образующие группу водных силикатов, имеют, как правило, чешуйчатую, листоватую форму.

В зависимости от размера зерен выбирают методы определения гранулометрического состава (табл.).

Физические свойства коллекторов

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОДЫ

Гранулометрический состав – содержание в горной породе зерен различной крупности, выраженное в % от массы или количества зерен исследуемого образца.



Методы изучения гранулометрического состава

Для определения зернового — гранулометрического, или механического, состава породы производят гранулометрический анализ такими способами: визуальные, ситовые, гидравлические, аэродинамические и оптические



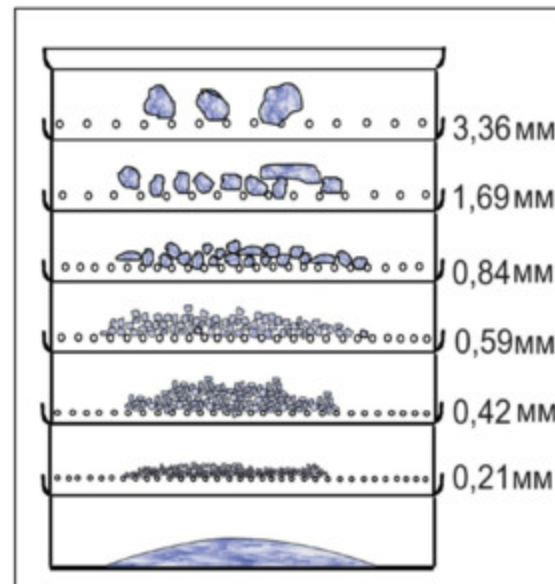
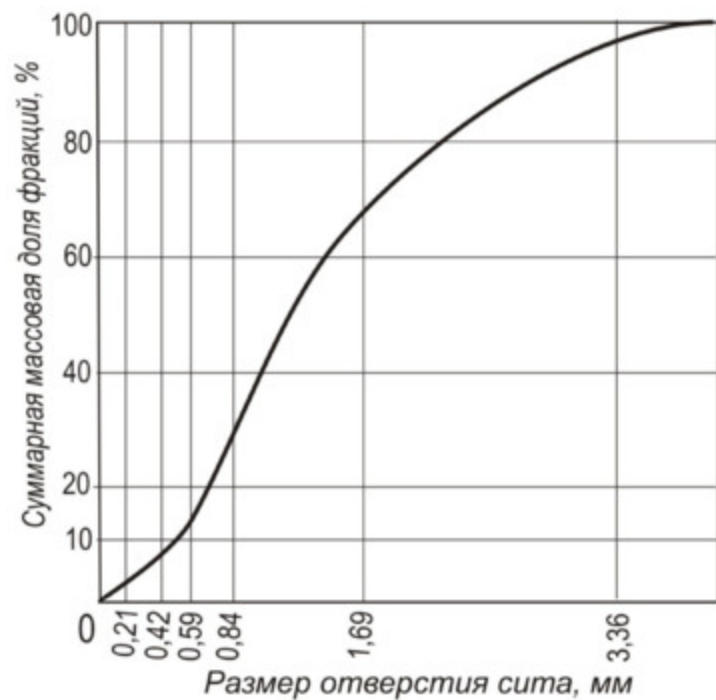
К группе *визуальных методов* - серия методов, основанных на измерении и описании зернового состава пород на глаз или под лупой путем сравнения с эталонными коллекциями, сравнения с таблицами (трафаретами) и шкалами и др., используются для полевого описания пород и предварительной оценки их гранулометрического состава.

Ситовой метод гранулометрического анализа основан на использовании различных комплектов сит для разделения песчаных пород на различные фракции (рис. 3)

Гидравлические методы анализа основаны на различии в скорости падения в воде частиц разной крупности. непрерывный отбор проб из приготовленных суспензий (метод Робинсона, пипеточный анализ); взвешивание осадков, последовательно выпадающих из суспензии при ее отстаивании; учет изменения плотности или гидростатического давления суспензии (ареометрический анализ, метод Вагнера и др.).

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОДЫ

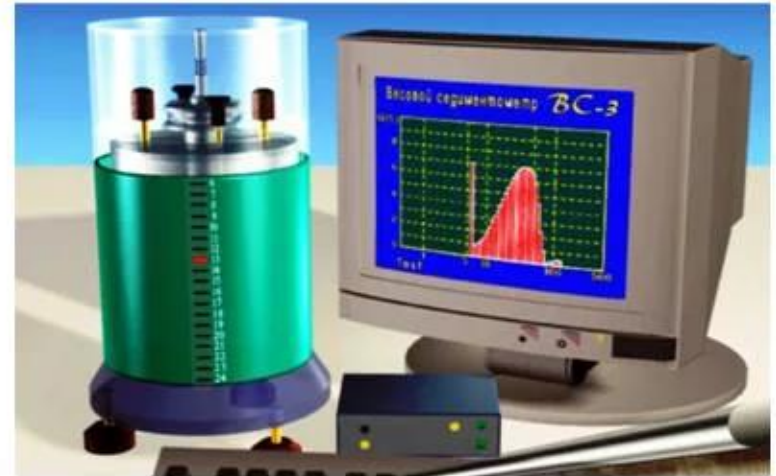
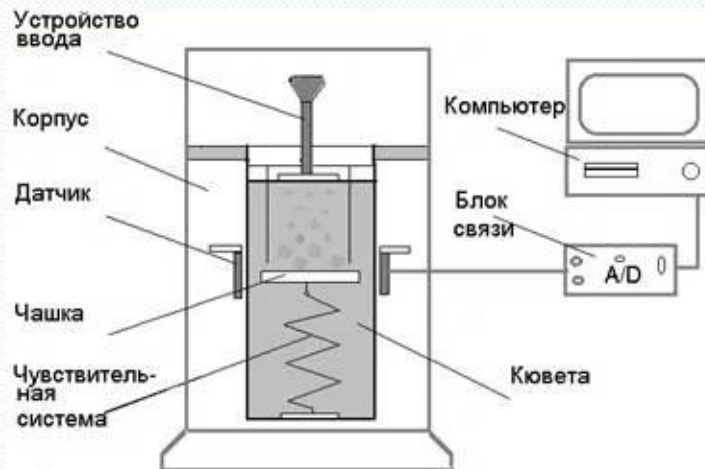
СИТОВОЙ АНАЛИЗ



Интегральное распределение частиц по размерам

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОДЫ

Весовой седиментометр ВС - 3
для автоматизированного анализа
гранулометрического состава
порошков металлов, сплавов,
органических и неорганических
соединений



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измеряемых размеров частиц...2 – 300 мкм

Время анализа одной пробы...10 – 120 мин

Вес анализируемой пробы.....20 – 40 мг

Количество анализируемых проб ...до 20
(без смены седиментационной жидкости)

Чувствительность системы измерений 0,1 мг

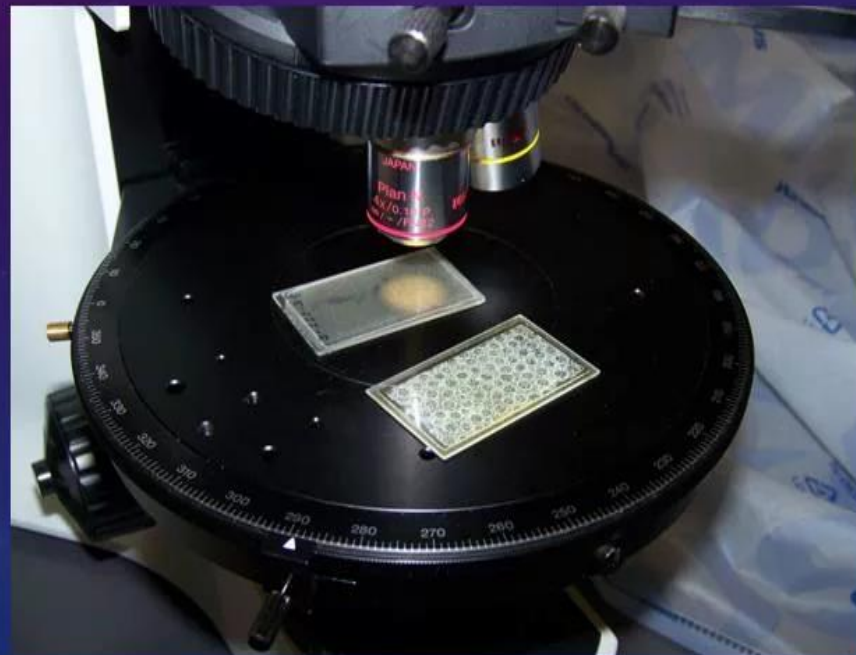
Объем седиментационной жидкости...2 Л
(дистиллированная вода)

Вес прибора (без компьютера)... до 6 кг

Микроскопический анализ

- Микроскопический анализ гранулометрического состава пород (метод оптической микроскопии) заключается в определении размеров частиц с помощью микроскопа. Обычно микроскопическому исследованию подвергаются дисперсные системы с размерами частиц от 0,5 до 300 мкм.

ШЛИФ — ТОНКАЯ ПЛАСТИНКА ГОРНОЙ ПОРОДЫ ИЛИ МИНЕРАЛА, ПРИКЛЕЕННАЯ НА СТЕКЛО. СТАНДАРТНЫЙ **ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ ШЛИФ** ИМЕЕТ ТОЛЩИНУ 0,03-0,02 ММ, ПРИКЛЕЕН НА СПЕЦИАЛЬНУЮ СМОЛУ — КАНАДСКИЙ БАЛЬЗАМИ ПОКРЫТ СВЕРХУ ТОНКИМ СТЕКЛОМ. РАЗМЕР СТАНДАРТНОГО ШЛИФА ПРИМЕРНО 2Х4 СМ. ШЛИФЫ ИЗГОТАВЛИВАЮТ В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОРОДЫ НА ПЕТРОГРАФИЧЕСКОМ МИКРОСКОПЕ. ИЗУЧЕНИЕ ШЛИФОВ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВНЫМ МЕТОДОМ НАУКИ ПЕТРОГРАФИИ.



Шлиф – препарат для микроскопических исследований минералов и горных пород

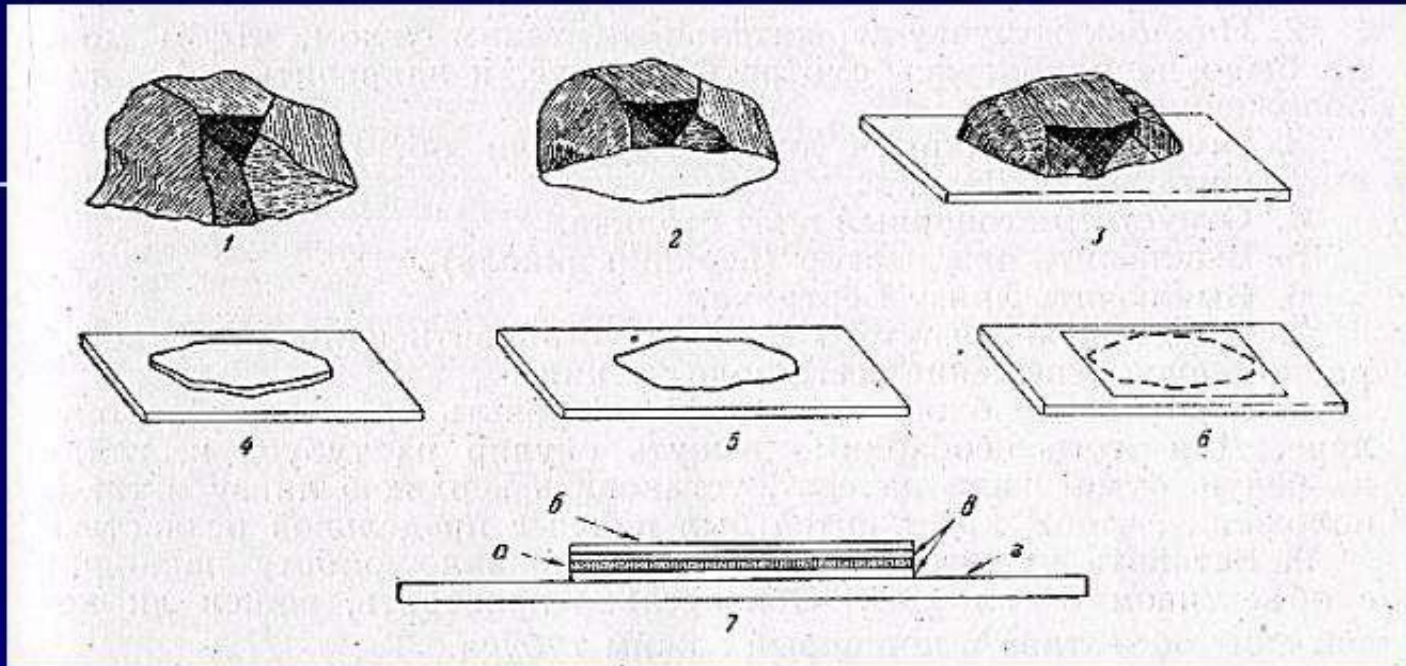
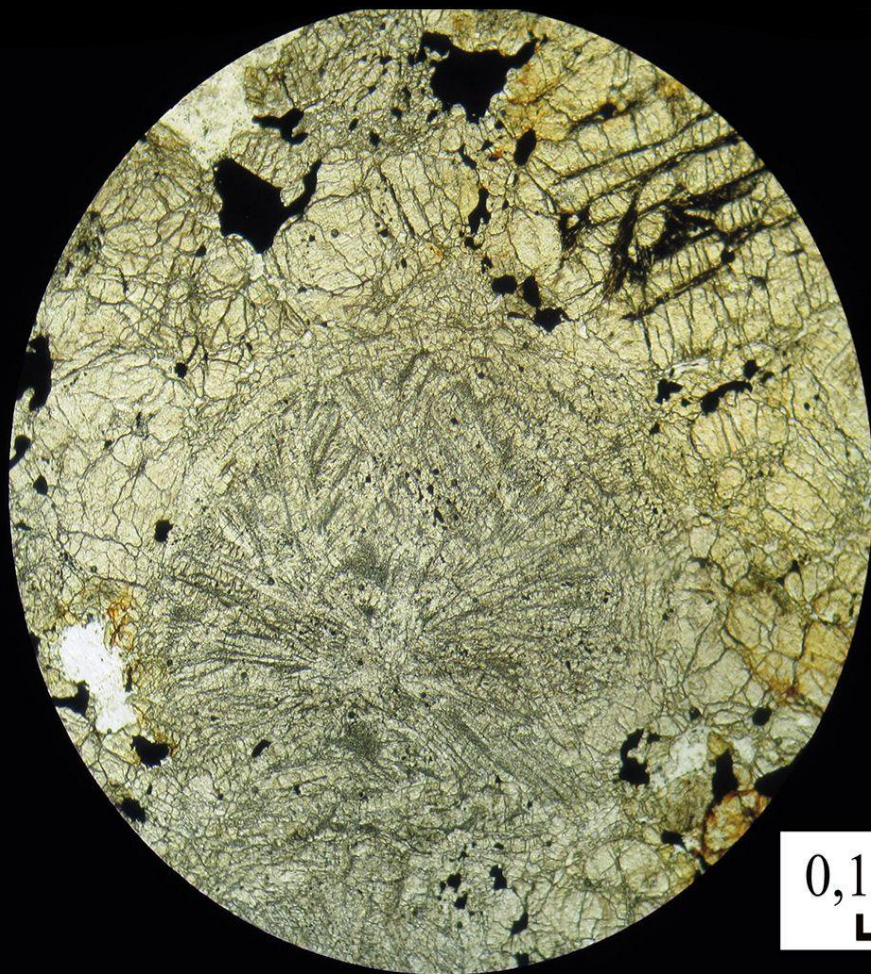
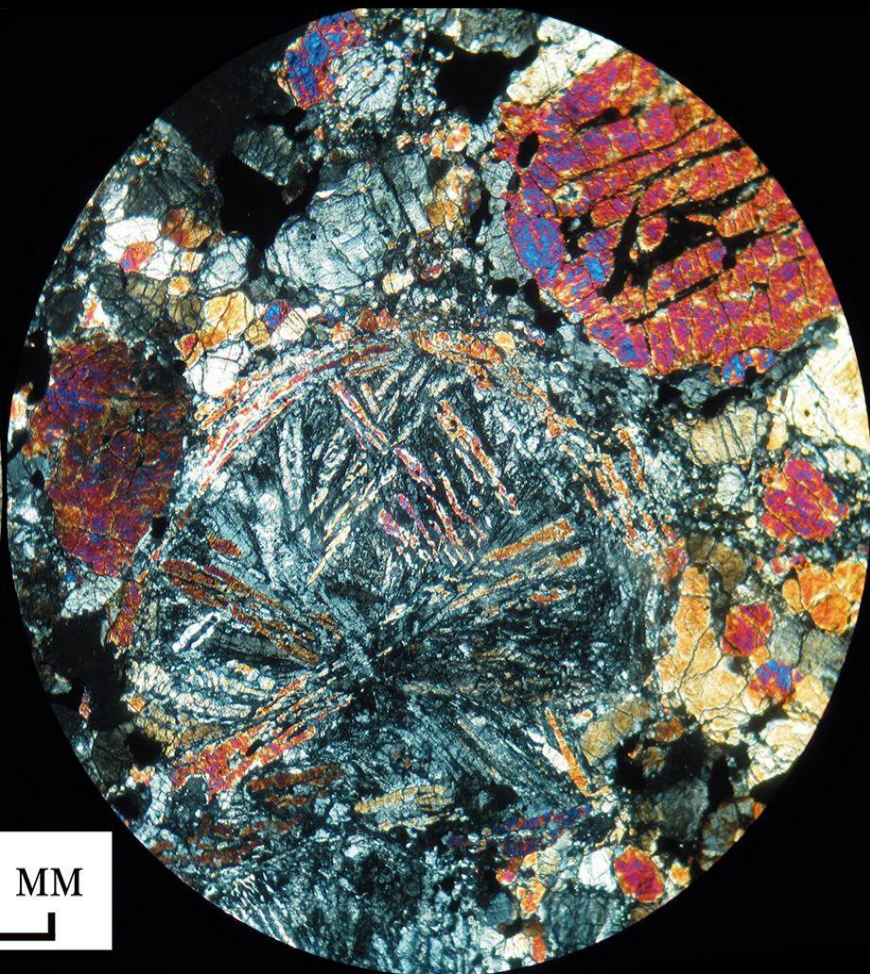


Рис. 4. Последовательные стадии изготовления шлифа

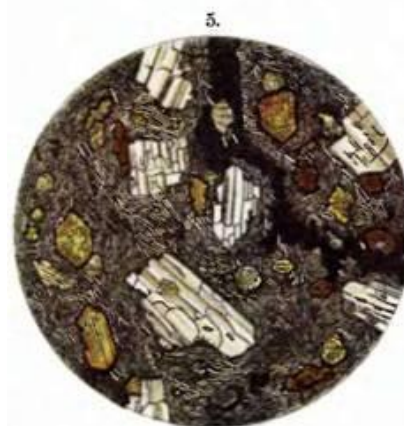
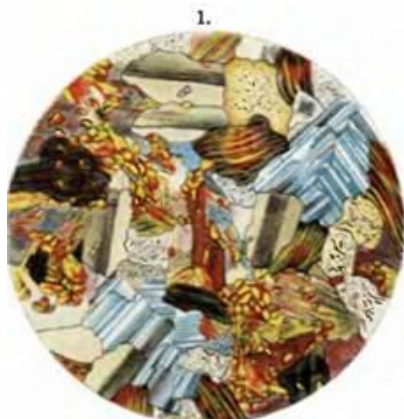
1 - обломок породы; 2 — заготовка в обломке плоской площадки; 3 — обломок, наклеенный плоской площадкой на предметное стекло; 4 — сошлифованная тонкая пластина породы; 5 — пластинка, доведенная до толщины 0.03 мм; б — пластинка, закрытая покровным стеклом; 7 — разрез готового шлифа (вертикальные размеры произвольно увеличены): а — пластинка породы; б — покровное стекло; в — канадский бальзам; г — предметное стекло



0,1 MM
└┘



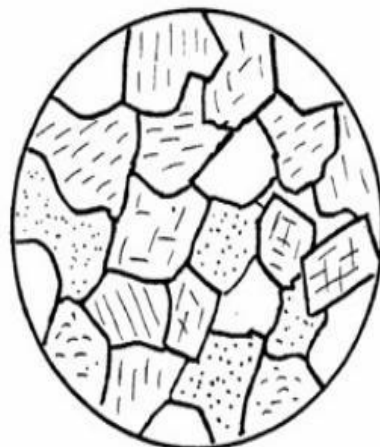
ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД



Обломочная



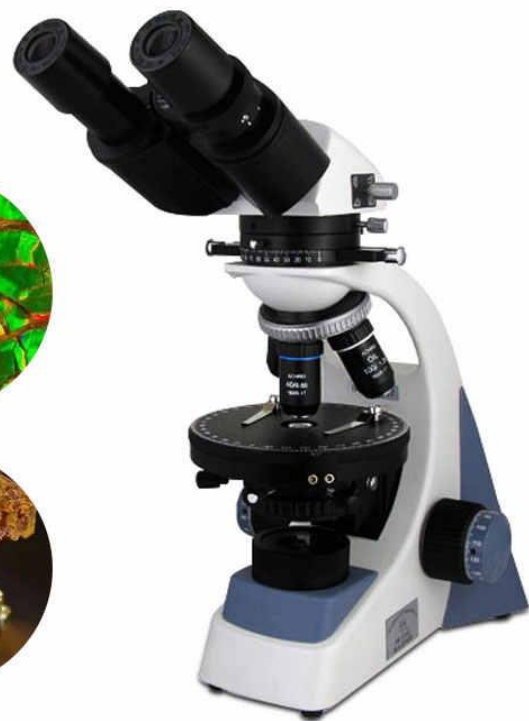
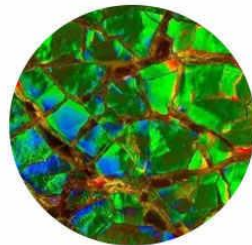
Органогенная



Кристаллическая



Сферово-сгустковая



Седиментационный анализ

Седиментационный анализ позволяет определить размер частиц и их количественное содержание. Размер частиц определяют расчетным путем на основе закона Стокса.

Согласно Стоксу частицы, оседающие в вязкой среде, спустя короткое время после начала оседания, приобретают постоянную скорость, что свидетельствует об уравнивании действующих на них сил

Седиментационный анализ

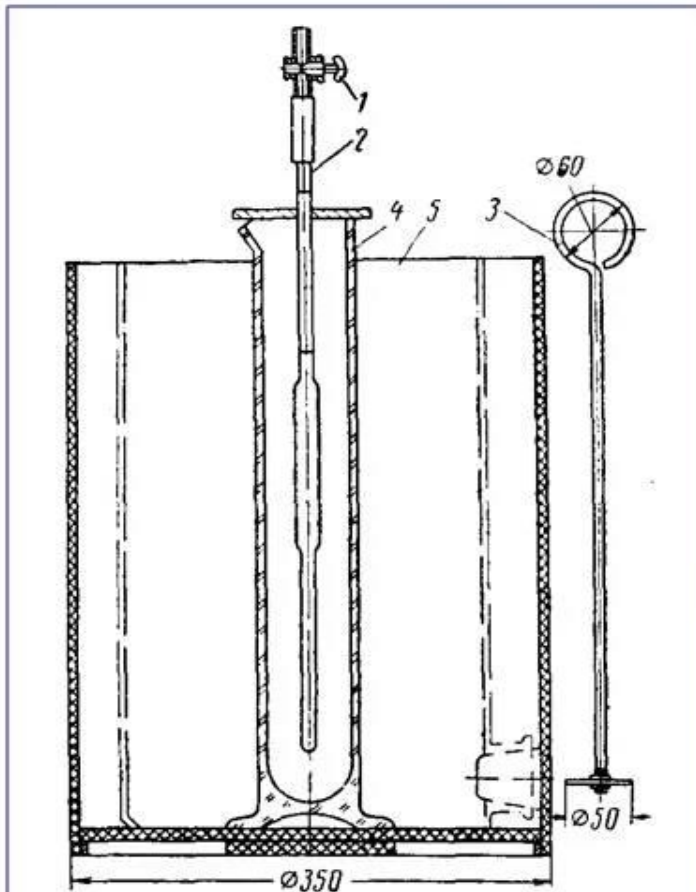


Рис. 1.1. Седиментометр.

1 — стеклянный кран; 2 — пипетка; 3 — мешалка; 4 — градуированный цилиндр; 5 — стеклянный термостат.

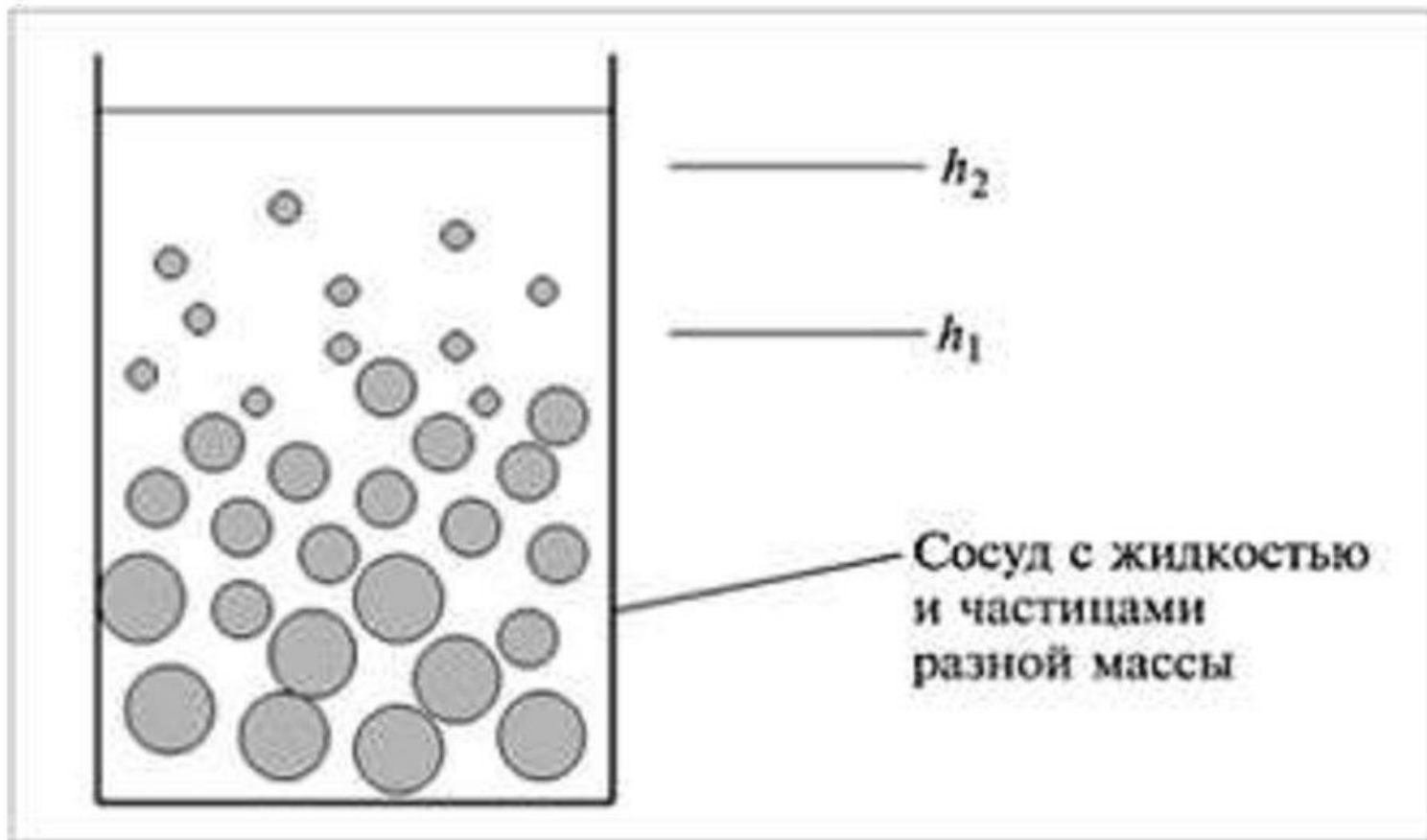
Седиментационное разделение частиц по фракциям происходит вследствие различия скоростей оседания зерен неодинакового размера в вязкой жидкости. По формуле Стокса скорость осаждения в жидкости частиц сферической формы

$$v = \frac{gd^2}{18\nu} \cdot \left(\frac{\rho_n}{\rho_{ж}} - 1 \right)$$

С глубины h через время t_x в пипетку проникнут только те частицы, диаметр которых меньше d_1 так как к этому времени после начала их осаждения более крупные зерна расположатся ниже кончика пипетки.

$$a = \frac{V_1 G}{V G_1}$$

Распределение частиц почвы по их размерам. Седиментация



Физико-механические свойства песчаных и глинистых пород отличаются по своим показателям от скальных и полускальных пород. Вместо влажности для характеристики описываемых классов вводится понятие **консистенции**. Глинистые породы при той или иной влажности приобретают определенную подвижность (деформируемость). **Различные влажности называют пределами консистенции. Наиболее важными являются предел пластичности и предел текучести.**

Предел текучести соответствует такой влажности, при незначительном превышении которой глина из пластичного состояния переходит в вязкотекучее.

Предел пластичности соответствует такой влажности, при которой глинистая порода нарушенного сложения из полутвердого состояния переходит в пластичное.

Интервал влажности, при котором глинистая порода находится в пластичном состоянии, называется числом пластичности W . **При $W > 17\%$ – высокопластичная или глина; при W от 7 до 17% – среднепластичная, суглинок; при W от 1 до 7% – слабопластичная, супесь.**

Пластичность зависит, главным образом, от минерального состава их тонкодисперсной части, т.е. частиц менее 0,002 мм.

При взаимодействии с водой резко меняются свойства песчаных и особенно глинистых пород, у которых теряется связь между частицами, и они могут размокать или распадаться. Некоторые глинистые породы (особенно гидрослюды и монтмориллониты) при взаимодействии с водой увеличиваются в объеме (до 25–30%) – **набухают**. Величину набухания выражают в долях единицы или процентах от начального образца породы по приращению высоты образца в результате набухания.

Изменение свойств глинистых пород происходит и при потере влаги породой. Изменение объема пород при усадке происходит до определенного предела влажности, ниже которого объем породы не изменяется.

Набухание пород связано с их влагоемкостью – способностью поглощать и удерживать воду.

Механические свойства по-разному проявляются в песчаных и глинистых породах. Внешняя нагрузка, приложенная к песчаной или глинистой породе, вызывает деформацию сжатия (уплотнения), т.е. компрессию.

Вследствие этого уменьшается пористость пород, повышается их плотность и объемный вес.

Для песчаных и глинистых пород, так же, как и для скальных и полускальных, изучают их прочность и деформацию. Деформацию песков и глин изучают при одноосном сжатии в условиях отсутствия бокового расширения. Такие деформации называют компрессионными, они изучаются в одометрах. Компрессионные испытания отражаются на компрессионной кривой, которая характеризует степень уплотнения пород (по коэффициенту пористости) при возрастающей нагрузке.

Песчаные и глинистые породы очень чувствительны к реологическим деформациям. Степень определения ползучести или упругости в грунте зависит от отношения времени действия силы к времени релаксации, под которым понимается такой промежуток времени, в течение которого напряжение уменьшается на определенную величину. Если продолжительность действия сил на грунт больше периода релаксации, начинаются деформации ползучести и течения.

Инженерно-геологическая оценка грунтов особых свойств, состояния и состава учитывают те особенности состава и физико-механических свойств, которые определяют условия строительства. Например, илы – это, прежде всего, водонасыщенные осадки, образовавшиеся механическим и химическим путем на дне морей, лагун, болот, озер, поймах рек. Влажность их достигает 70–80 %. Угол естественного откоса стремиться к нулю. Строительство на них возможно в результате уплотнения, укрепления, дренирования вертикальными песчаными дренами.

Торф – это порода органического происхождения, содержащая более 60 % растительных остатков. Торф сильно влагоемкий, чрезвычайно сильно, неравномерно и длительно сжимаемая порода, для которой характерны реологические свойства. При строительстве на торфах применяют различные меры, предохраняющие от сильного и неравномерного сжатия: армированные пояса, осадочные швы, разрезка зданий на отдельные жесткие отсеки, свайные основания и т.д.

Свойства засоленных пород (содержание растворимых солей более 0,3%) зависят от состава и содержания солей.

При выщелачивании воднорастворимых соединений изменяются плотность пород, деформируемость, связность, прочность, устойчивость и водопроницаемость.



Химические горные породы

Образовались из водных растворов минеральных веществ: поваренная соль, калийная соль.



КАМЕННАЯ СОЛЬ

- Разведана и подготавливается к добыче каменная соль. Запасы каменной (поваренной) соли в Калининградской области составляют 1500 миллиардов тонн, но залегают очень глубоко (от 760 до 1225 метров), что затрудняет организацию добычи.



Понятия и термины.

Засоленными называются почвы, содержащие в своем профиле легкорастворимые соли, в токсичных для сельскохозяйственных растений количествах (Кауричев и др., 1989).

К ним относятся солончаки, солончаковые почвы и солонцы.

К солончакам относятся почвы, содержащие большое количество водорастворимых солей с самой поверхности и в профиле.

Солонцами называют почвы, содержащие в поглощенном состоянии большое количество обменного натрия, а иногда и магния в иллювиальном горизонте (В).

Профиль солонца имеет ряд отчетливо выраженных горизонтов:

гумусово-элювиальный (надсолонцовый) A_1

солонцовый (или иллювиальный) B_1

подсолонцовый B_2

почвообразующую породу С



A_1

B_1

B_2

С

Классификация почв по степени засоления (солончаковатости) в зависимости от химизма солей (сумма солей в %)

| Тип засоления | Степень засоления | | | |
|---------------------------------------|-------------------|----------|----------------|---------------|
| | слабая | средняя | сильная | очень сильная |
| Хлоридный и сульфатно-хлоридный | 0,1—0,2 | 0,2-0,4 | 0,4—0,8 | >0,8 |
| Хлоридно-сульфатный | 0,2—0,4 | 0,4-0,6 | 0,6—0,9 | >1,4 |
| Сульфатный | 0,3—0,4 | 0,4-0,8 | 0,8—1,4 | >1,4 |
| Хлоридно-содовый и содово-хлоридный | 0,1—0,2 | 0,2-0,3 | 0,3—0,5 | >0,5 |
| Сульфатно-содовый и содово-сульфатный | 0,15—0,25 | 0,25-0,4 | 0,4—0,6 | >0,6 |
| Сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный | 0,2—0,4 | 0,4—0,5 | Не встречаются | |

Химические свойства почвы.

От химических свойств часто зависит распределение почвенной фауны и характер растительности. При полевых исследованиях определяются: степень засоления почвы

| Содержание солей в % от массы сухой почвы | Степень засоленности почвы |
|---|----------------------------|
| Менее 0,3 | Не засолена |
| 0,3 – 1,0 | Слабо засолена |
| 1,0 – 2,0 | Засолена |
| 2,0 – 3,0 | Сильно засолена |
| Более 3,0 | Солончак |

Довольно точное представление о степени засоленности почвы даст определение плотности водной вытяжки из почвы ареометром или при помощи пикнометра (взвешиванием).

Водную почвенную вытяжку используют чаще всего для определения водорастворимых соединений, а также для определения актуальной кислотности почвы.

Приготовление водной вытяжки

- 20 г воздушно-сухой просеянной почвы поместить в колбу на 100 мл,
- добавить 50 мл дистиллированной воды,
- взболтать в течение 5-10 мин. и профильтровать..