

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Томский государственный архитектурно-строительный университет»

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ**  
**ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА**  
**И КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТОВ**

Методические указания к лабораторным работам

Составитель Е.С. Казанцева

Томск – 2016

Определение гранулометрического состава и коэффициента фильтрации грунтов: методические указания к лабораторным работам №5 и 6 /Сост. Е.С.Казанцева – Томск: Изд-во Том. гос.архит.-строит. ун-та, 2016. – 22 с.

Рецензент к.г.-м.н. О.А.Бычков  
Редактор к.г.-м.н. Н.А.Чернышова

Методические указания к лабораторным работам предназначены для студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» и дневной и заочной формы обучения.

Рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры инженерной геологии и геоэкологии.  
Протокол № 16 от 02.12.2016 г.

Срок действия

с 01.09.16  
по 01.09.21

Оригинал-макет подготовлен составителем Е.С. Казанцевой  
Подписано в печать 05.12.16  
Формат 60х90/16. Бумага офсет. Гарнитура Таймс.  
Уч-изд.л. Тираж 50 экз. Заказ №  
Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2  
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ  
634003, г. Томск, ул. Партизанская,15

Лабораторная работа № 5  
**Определение гранулометрического состава  
грунтов**

Под гранулометрическим составом грунтов понимается относительное содержание в грунте частиц различного размера, выраженное в процентах к сухой навеске грунта, взятой для анализа. Для обломочных грунтов он является классификационным признаком. Преобладание в гранулометрическом составе грунта частиц той или иной фракции значительно влияет на его физико-механические свойства и имеет существенное значение для оценки его литологического типа. По размеру частиц они подразделяются на фракции, размеры которых обычно выражаются в миллиметрах и приведены в таблице 1.

Таблица 1

<b>Фракции</b>	<b>Размер частиц (d),мм</b>
<b>Гравийная</b>	$10 \geq d > 2$
<b>Песчаная</b>	$2 \geq d > 0,05$
<b>Пылеватая</b>	$0,05 \geq d > 0,005$
<b>Глинистая</b>	$d \leq 0,005$

Учитывая определённое содержание тех или иных фракций в составе обломочных или глинистых грунтов, их классифицируют по гранулометрическому составу, используя классификации ГОСТ 25100 – 95 и Охотина В.В. (приложения №1 и 2). Каждая фракция обладает определёнными свойствами.

Например: грунты, состоящие из гравийной фракции, имеют очень большую водопроницаемость; из песчаной фракции – легко водопроницаемы и обладают незначительным капиллярным поднятием. Грунты, содержащие пылеватые частицы весьма незначительно набухают, слабо водопроницаемы, однако капиллярное поднятие у них происходит на большую высоту и с большой скоростью. Грунты, состоящие из глинистой фракции, связны, пластичны, в

воде сильно набухают, водонепроницаемы, при высыхании дают усадку.

Для определения гранулометрического состава грунтов производят гранулометрический анализ. Для **песчано-гравелистых** грунтов в настоящее время основным лабораторным методом считается **ситовой**, который заключается в просеивании грунта через набор стандартных сит. Он позволяет определить содержание в породе фракций диаметром более 0,1мм. Выделение фракций диаметром менее 0,1мм при анализе **глинистых, пылеватых, тонко- и мелкозернистых песчаных** грунтов обычно проводят **отмучиванием**. Наиболее распространены методы **двойного отмучивания Сабанина** и **пипеточный**, которые основаны на неодинаковой скорости падения различных по крупности частиц в спокойной воде после их взмучивания. Метод Сабанина может применяться в комбинации с ситовым методом для определения содержания фракций диаметром более 0,1мм и в комбинации с пипеточным, для определения содержания фракций диаметром менее 0,01мм. Гранулометрический состав необходим для решения следующих практических задач:

- 1) классификации грунтов на типы, которые можно выделять на геологических колонках, разреза, картах и т. д.;
- 2) оценки рыхлых несвязанных грунтов, как строительных материалов для возведения насыпей, плотин, дамб;
- 3) подбора оптимальных смесей для дорожного строительства;
- 4) определения приближённого значения коэффициента фильтрации рыхлых несвязанных грунтов по эмпирическим формулам;
- 5) оценки возможности выноса частиц грунта (суффозия) из тела фильтрующих сооружений;
- 6) приближённой характеристики их физико-механических свойств;
- 7) оценки сопротивляемости грунтов их разработки тем

или иным способом и инструментом и в результате классифицировать на строительные категории, категории по буримости и т. д. Лабораторное определение грансостава грунта необходимо проводить в соответствии с ГОСТ 12536-79.

#### Подготовка грунта к анализу

- Пробу грунта высушить на воздухе до воздушно-сухого состояния.

- Тщательно и осторожно растереть её в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником не вызывая дробления частиц.

- Грунт рассыпать на листе бумаги ровным слоем толщиной несколько миллиметров, перемешать и методом квартования взять среднюю навеску: 100г – для грунтов, не содержащих частиц крупнее 2мм; 500г – для грунтов, содержащих до 10% частиц крупнее 2мм; 1000г – при содержании частиц крупнее 2мм от 10% до 30% и не менее 2000г – при содержании данных частиц больше 30%. Содержание в грунте частиц крупнее 2мм определяется визуально.

- Если предполагается определение грансостава с выделением частиц менее 0,1мм, то пробу грунта необходимо предварительно размочить и прокипятить в воде с добавлением аммиака. Навеска воздушно-сухого грунта массой 5г. берётся методом квартования, помещается в коническую колбу объёмом 250мл, заливается десятикратным количеством дистиллированной воды и кипятится в течение 1 часа.

- Взвешивание проб грунта на технических весах должно проводиться с погрешностью до 0,01г, а если масса пробы 1000г и более - до 1г. Результаты вычисления грансостава грунтов должны определяться с погрешностью до 0,1%.

## Определение гранулометрического состава гравийно-песчаных грунтов ситовым методом



Для определения гранулометрического состава грунта ситовым методом необходимо иметь: набор стандартных сит; технические весы с разновесами; фарфоровую ступку и пестик с резиновым наконечником; фарфоровые чашечки или бюксы; грушу резиновую; нож; эксикатор; шкаф сушильный.

Стандартный набор сит состоит из семи сит с размером отверстий 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1мм. Первые четыре сита должны быть штампованными или сверлёнными с отверстиями круглой формы. Сита с отверстиями 0,5; 0,25; 0,1мм обычно изготавливаются из медной сетки простого плетения. Сита с отверстиями 0,5; 0,25; 0,1мм обычно изготавливаются из медной сетки простого плетения.

Последние два сита (0,25 и 0,1) применяются только при ситовом анализе с промывкой водой, которому обычно подвергаются глинистые пески. Сита собирают в колонну так, чтобы диаметр их отверстий уменьшался сверху вниз. Под нижнее сито подставляется поддон, а на верхнее – надевается крышка.

### Проведение испытания

#### Разделение грунта на фракции *без промывки водой* (фракции от 10 до 0,5мм)

- Взвешенную пробу грунта следует просеять сквозь набор сит с диаметром отверстий 10, 5, 2, 1, 0,5мм. Фракции грунта, задержавшиеся на ситах, высыпать, начиная с верхнего сита, в ступку и дополнительно растереть пестиком с резиновым наконечником, после чего вновь просеять на этих же ситах.

- Полноту просеивания фракций грунта проверяют встряхиванием сита над листом бумаги. Если при этом на лист выпадают частицы, то их высыпают на следующее сито; просев

продолжают до тех пор, пока на бумагу перестанут выпадать частицы.

- Содержимое каждого сита и поддона высыпать в предварительно взвешенные фарфоровые чашечки или бюксы и взвесить. Результаты взвешиваний выразить с точностью до 0,1г и записать в таблицу 2.

- Сложить массы всех фракций грунта. Потерю грунта при просеивании разнести по всем фракциям пропорционально их массе. Содержание каждой фракции в грунте вычислить по формуле:

$$A = \frac{m_f}{m} \cdot 100; \text{ где } m_f - \text{ масса данной фракции грунта, г, } m -$$

масса навески грунта, взятой для анализа, г.

- Определить процентное содержание (с точностью до единицы) для фракций: крупнее 10мм; от 10 до 5мм; от 5 до 2мм; от 2 до 1мм; от 1 до 0,5мм; менее 0,5мм. Данные анализа записать в таблицу 2.

- Определить название грунта по классификации ГОСТ 25100—95 (приложение №1).

Таблица №2

Показатели	Фракции грунта, мм					
	>10	10—5	5—2	2—1	1—0,5	<0,5
Масса фракции ( $m_f$ ), г.						
Содержание фракции (A), %						

***Разделение грунта на фракции с промывкой водой.***

Заранее подготовленную и взвешенную пробу грунта высыпать в заранее взвешенную фарфоровую чашку, смочить водой и растереть пестиком с резиновым наконечником. Затем следует залить грунт водой, взмутить суспензию и дать отстояться 10 –15 секунд. Воду с неосевшими частицами (взвесь) слить сквозь сито с отверстиями размером 0,1мм.

- Взмучивание и сливание следует проводить до полного

осветления воды над осадком. Оставшиеся на сите частицы смыть при помощи резиновой груши в фарфоровую чашку, а отстоявшуюся воду слить. Промытую пробу грунта необходимо высушить до воздушно – сухого состояния и взвесить чашку с грунтом.

- Высушенный грунт просеять сквозь стандартный набор сит с диаметром отверстий 10, 5, 2, 1, 0,5мм. Полноту просеивания фракций грунта сквозь сито следует проверять над листом бумаги. Задержавшуюся на ситах фракцию грунта взвесить отдельно.

- Потерю грунта при просеивании разнести по фракциям пропорционально их массе. Массу частиц размером менее 0,1мм следует определить по разности между массой средней пробы, взятой для анализа, и массой высушенной пробы после промывки водой.

- Определить процентное содержание каждой фракции в грунте (А) по формуле:  $A = \frac{m_{\phi}}{m} \cdot 100$ ; где  $m_{\phi}$  – масса данной фракции грунта, г;  $m$  – масса навески грунта, взятой для анализа, г;  $m_{\phi} = m_l - m_m$ , г;  $m_l$  – масса тары с грунтом, г;  $m_m$  – масса тары ,г.

- Данные анализа занести в таблицу №3.

- Определить название грунта по классификации ГОСТ 25100—95 (приложение №1).

Таблица №3

Показатели	Фракции грунта, мм							
	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	<0,10
Масса тары с грунтом $m_l$ , г								
Масса тары $m_m$ , г								
Масса фракции $m_{\phi}$ , г								
Содержание фракции А, %								



## Определение названия грунта

Для того чтобы определить название грунта, необходимо подсчитать процентное содержание фракций диаметрами  $>10$ ,  $>2$ ,  $>0,5$ ,  $>0,25$ ,  $>0,10$  мм. Для этого суммируют проценты содержания частиц исследуемого грунта: сначала крупнее 10 мм, затем крупнее 2 мм, крупнее 0,5 мм и т. д.

**Название грунта** принимается по **первому удовлетворяющему показателю** в порядке расположения наименований в ГОСТ 25100—95 (приложение №1).

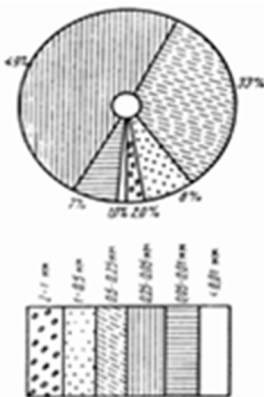
**Например:** Содержание частиц  $>10$  мм — 14%;  $>2,0$  мм — 42%;  $>0,5$  мм — 88%;  $<0,5$  мм — 12%. Так как процентное содержание частиц диаметром  $>2,0$  мм составляет 42%, (что более 25%, но менее 50%) **название грунта — песок гравелистый** (ГОСТ 25100 — 95).

## Способы графического изображения гранулометрического состава грунтов

Для наглядного представления о гранулометрическом составе и степени однородности грунтов строятся различные графики, из которых наиболее распространены диаграммы и циклограммы; треугольные диаграммы — треугольники Фере и интегральные кривые грансостава в полупологарифмическом масштабе — для многочисленных анализов.

### Построение циклограммы грансостава

Площадь круга, очерченного произвольным диаметром, разбить на секторы с длинами дуг пропорционально содержанию каждой фракции. Площади секторов закрасить или заштриховать в соответствии с принятыми условными обозначениями фракций. Возле каждого отрезка дуги снаружи указать процентное содержание соответствующей фракции.

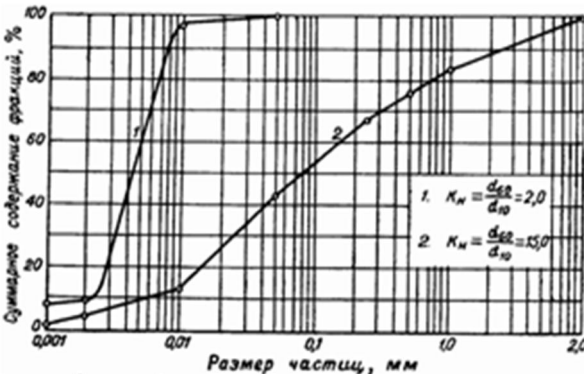


## Построение интегральной кривой гранулометрического состава в полулогарифмическом масштабе

При построении интегральной кривой однородности в полулогарифмическом масштабе по *оси ординат* откладывают *процентное содержание фракции по совокупности*, для чего последовательно, начиная с самой мелкой фракции, проценты суммируют до 100, а по *оси абсцисс* показывают *логарифмы диаметра частиц* в миллиметрах или, точнее, размеры пропорциональные логарифмам.

Для построения шкалы по оси абсцисс необходимо выбрать основание этой шкалы, т. е. длину отрезка, соответствующего  $\lg 10$ . В нашем случае она может быть равна 4 сантиметрам. Тогда в начале координат ставят величину 0,001, а через каждые 4см соответственно 0,01; 0,1; 1,0; 10,0. Если в составе грунта тонкие фракции отсутствуют, то в начале координат ставят 0,01 или 0,1, т. е. шкала может быть сдвинута влево. Расстояние между каждыми двумя метками делятся на 9 частей пропорционально логарифмам чисел 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9. Если  $\lg 10=1$  будет соответствовать длине 4см, то логарифмы чисел будут равны следующим длинам:

$$\begin{aligned} \lg 2 &= 0,301 - 0,301 \cdot 4 = 1,2\text{см}; & \lg 6 &= 0,778 - 0,778 \cdot 4 = 3,1\text{см}; \\ \lg 3 &= 0,477 - 0,477 \cdot 4 = 1,9\text{см}; & \lg 7 &= 0,845 - 0,845 \cdot 4 = 3,4\text{см}; \\ \lg 4 &= 0,602 - 0,602 \cdot 4 = 2,4\text{см}; & \lg 8 &= 0,903 - 0,903 \cdot 4 = 3,6\text{см}; \\ \lg 5 &= 0,699 - 0,699 \cdot 4 = 2,8\text{см}; & \lg 9 &= 0,954 - 0,954 \cdot 4 = 3,8\text{см}. \end{aligned}$$



Откладывая длину вычисленных отрезков от начала координат и от каждой граничной метки вправо, на шкале абсцисс делают промежуточные

метки, против которых ставят соответствующие величины: в первом интервале 0,002; 0,003; 0,004 и т. д., во втором — 0,02; 0,03; 0,04 и т. д., в третьем — 0,2; 0,3; 0,4 и т. д. Далее необходимо пересчитать фракции по совокупности и на соответствующих ординатах точками отметить процентное содержание фракций меньше определённого диаметра, затем полученные точки соединить плавной линией.

Характер кривой показывает степень однородности частиц, слагающих грунт, если кривая крутая, то грунт однороден, а если — пологая, то — неоднороден. **Мерой неоднородности** грансостава песчаных и глинистых грунтов является **коэффициент неоднородности ( $C_u$ )**:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} ; \text{ где } d_{60} \text{ — контролирующий диаметр частиц, это}$$

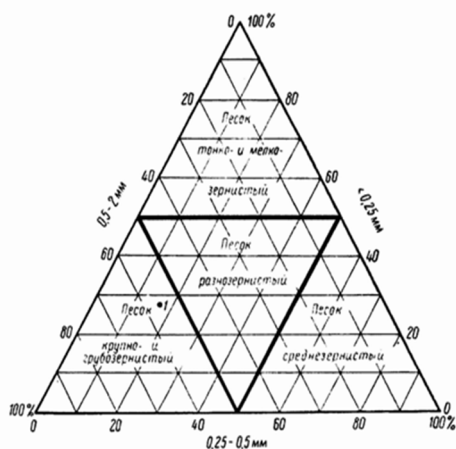
такой диаметр, меньше которого в данном грунте содержится 60% частиц;  $d_{10}$  — действующий или эффективный диаметр, меньше которого содержится в грунте 10% от всех частиц. Эти диаметры определяются по интегральной кривой грансостава грунта.

**При коэффициенте неоднородности ( $C_u$ ) песчаных грунтов больше 3, а глинистых больше 5 грунты считаются неоднородными.**

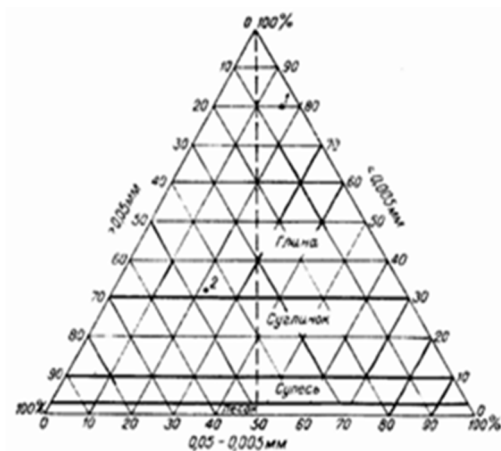
#### ***Диаграмма — треугольник грансостава***

Для изображения результатов гранулометрического состава также используются равносторонние треугольники или треугольники Фере. Известно, что если из какой — либо точки внутри равностороннего треугольника опустить перпендикуляры на его стороны, то сумма перпендикуляров будет равна высоте треугольника. Высоты в равностороннем треугольнике все равны. Если каждую высоту треугольника разделить на 100 равных частей и провести через них параллельные линии, перпендикулярные высоте, то и стороны треугольника разделятся на 100 частей. Показывая на каждой

стороне такого треугольника содержание трёх основных фракций (глинистых, пылеватых и песчаных), можно точкой в треугольнике изобразить состав грунта. Данный способ позволяет наносить на один чертёж очень большое число анализов.



**Например:** На рисунке точка 1 показывает, что в песке содержится грубо – и крупнозернистых фракций 56%, среднезернистых – 18% и мелко - тонкозернистых – 26%.



**Например:** На рисунке точка 1 показывает, что в грунте содержится песчаных фракций 5%, пылеватых 15%, глинистых 80%, точка 2 показывает соответственно 46%, 22%, и 32%.

## Лабораторная работа №6

### Определение коэффициента фильтрации грунтов

**Водопроницаемостью грунтов** называют способность их пропускать через себя воду. Вода в порах грунтов может передвигаться под влиянием ряда причин: внешнего давления; капиллярных и адсорбционных сил, развивающихся на поверхности раздела твёрдых частиц и воды; промерзания грунтов; давления газов и др.

При инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях практический интерес представляет передвижение воды под влиянием силы тяжести и разности напоров. Численно водопроницаемость характеризуется коэффициентом фильтрации  $k$ .

**Коэффициент фильтрации** представляет собой скорость движения воды при напорном градиенте, равном единице.

$k = \frac{V}{I}$ , где  $V$  – скорость фильтрации,  $k$  – коэффициент фильтрации,  $I$  – градиент напора.

Выражают коэффициент фильтрации обычно в см /с или в м /сут.

Коэффициент фильтрации используется при подсчёте запасов подземных вод, определении притока воды в строительные котлованы и горные выработки, при расчёте утечек воды из водохранилищ, проектировании дренажных сооружений и фильтров и при ряде других расчётов. Он зависит от гранулометрического состава, структурно-текстурных особенностей грунта, концентрации и свойств фильтрующейся жидкости, а также её температуры.

Для определения коэффициента фильтрации грунтов существует ряд методов, которые могут быть подразделены на три основные группы:

1) полевое опытное определение с помощью откачки или налива;

2) лабораторное определение в приборах;

3) аналитическое определение путём вычисления по формулам по данным гранулометрического анализа и пористости.

Все лабораторные методы определения коэффициента фильтрации основаны на определении водопроницаемости отдельных образцов, взятых из толщи грунтов, естественного или нарушенного сложения. Они могут быть разделены на две группы.

Таблица 1

Коэффициент фильтрации различных грунтов и характеристика их водопроницаемости (по Н. Н. Маслову)

Грунты	k, м/сут	Характеристика грунтов по водопроницаемости
Глины	$5 \cdot 10^{-5}$	Практически водонепроницаемые
Суглинки	до $5 \cdot 10^{-3}$	Весьма слабопроницаемые
Супеси	до 0,5	Слабопроницаемые
Пески тонко- и мелкозернистые	до 5,0	Водопроницаемые
Пески среднезернистые	до 50	Хорошо водопроницаемые
Галечники, гравелистые пески	>50	Сильнопроницаемые

**Первую группу** представляют компрессионно-фильтрационные приборы (Маслова и др.), позволяющие учесть влияние нагрузки.

**Вторую группу** объединяют приборы, где определение коэффициента фильтрации проводится без учёта влияния нагрузки (приборы Г.Н. Каменского, Г.Тима, трубка СПЕЦГЕО и др.).

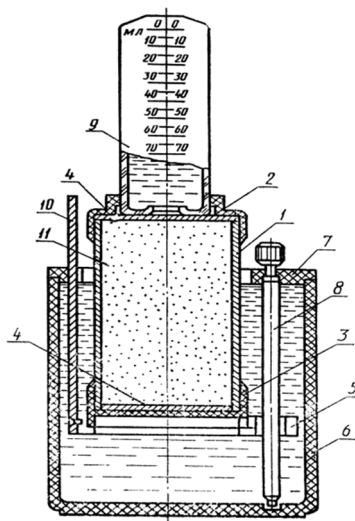
Усовершенствованная модель трубки СПЕЦГЕО – это приборы под маркой КФЗ и КФ-ООМ, которые позволяют

вести испытания грунтов естественного сложения, что особенно важно для пылевато-глинистых грунтов, и при постоянном градиенте, что важно для песчаных грунтов.

### Определение коэффициента фильтрации песчаных грунтов

Коэффициент фильтрации песчаных грунтов определяют при заданном градиенте напора с пропуском воды сверху вниз или снизу вверх, при предварительном насыщении водой образца грунта снизу вверх.

**Необходимое оборудование:** прибор КФ-00М, весы лабораторные с комплектом гирь, термометр (с погрешностью измерения не более  $0,5^{\circ}\text{C}$ ), секундомер, нож с прямым лезвием из нержавеющей стали, лопатка, пресс винтовой, пластины плоские с гладкой поверхностью (из стекла, плексигласа или металла).



**Прибор КФ-00М** состоит из фильтрационной трубки (1), представляющей собой полый цилиндр с внутренним диаметром 56,5мм, высотой 100мм и заострёнными краями; перфорированного дна (3) с отверстиями размером (2x2)мм; муфты с латунной сеткой (4); мерного стеклянного баллона (9) объёмом  $140\text{см}^3$  и высотой 110–115мм со шкалой объёма фильтрующейся жидкости (сосуд Мариотта); телескопического

приспособления для насыщения грунта водой и регулирования градиента напора, состоящего из подставки (5), подъёмного винта (8), планки со шкалой градиентов напора от 0 до 1 (10);

корпуса (6) с крышкой (7).

### ***Подготовка к испытанию***

Грунт к испытанию готовится в следующей последовательности:

1) песок и воду выдерживают в лаборатории до комнатной температуры. Из корпуса прибора извлекают фильтрационную трубку, разбирают её и взвешивают ( $m_1$ ). Заполняют цилиндр испытываемым грунтом и опять взвешивают ( $m_2$ );

2) в корпус наливают воду и вращением подъёмного винта поднимают подставку до совмещения отметки градиента напора на планке с верхним краем крышки корпуса;

3) устанавливают цилиндр с грунтом на подставку и вращением подъёмного винта медленно погружают в воду, содержащуюся в корпусе, до отметки градиента напора 0,8 и оставляют его в таком положении до тех пор, пока грунт увлажнится;

4) помещают на образец грунта латунную сетку, надевают на цилиндр муфту, вращением подъёмного винта опускают фильтрационную трубку в крайнее нижнее положение и оставляют на 15 минут.

### ***Проведение испытания***

Коэффициент фильтрации грунта определяют в следующем порядке:

1) цилиндр с грунтом устанавливают на подставку; вращением подъёмного винта совмещают отметку необходимого градиента напора на планке с верхним краем крышки корпуса и доливают воду в корпус до верхнего его края, предварительно замеряя её температуру;

2) заполняют мерный стеклянный баллон водой и, закрывая пальцем его отверстие, опрокидывают отверстием вниз, подносят как можно ближе к цилиндру с грунтом и, отнимая



палец, быстро вставляют в муфту фильтрационной трубки так, чтобы его горлышко соприкасалось с латунной сеткой, а в баллон медленно поднимались мелкие пузырьки воздуха;

3) отмечают время, когда уровень воды достигнет деления шкалы мерного баллона, отмеченного цифрой 10 (или 20) см<sup>3</sup>, принимая это время за начало фильтрации воды. В дальнейшем фиксируют время, когда уровень воды достигнет соответственно делений 20, 30, 40, 50 (или 20, 40, 60, 80) см<sup>3</sup> или других кратных значений;

4) производят четыре отсчёта времени. Результаты заносят в таблицу 3. Воду для насыщения образцов грунта и фильтрации применяют грунтовую с места отбора грунта или питьевого качества. Взвешивания образцов грунта производят на лабораторных весах с погрешностью ± 0,01г.

Таблица 3

Напорный градиент	Температу- ра воды, град, °С	Объём профильтро ванной воды, см <sup>3</sup>	Время фильтрации сек	Коэффици- ент фильтрации м /сут	Среднее значение, м /сут
<i>I</i>	<i>t</i>	<i>V</i>	<i>T</i>	<i>k</i>	<i>k<sub>ср.</sub></i>
		10			

### **Обработка результатов испытаний**

**Коэффициент фильтрации грунта**, приведённый к условиям фильтрации при температуре 10°С, вычисляют по формуле

$$k = \frac{864 \cdot V}{T \cdot F \cdot I \cdot \tau}, \text{ где } V - \text{ объём профильтрованной воды}$$

при одном замере, см<sup>3</sup>; *T*– время фильтрации воды, сек.; *F*– площадь поперечного сечения цилиндра фильтрационной трубки, см<sup>2</sup>; *I*– градиент напора; *τ*– поправка для приведения значения коэффициента фильтрации к условиям фильтрации воды при температуре 10°С;  $\tau = (0,7 + 0,03 t)$ , где *t*– фактическая температура воды при испытании, град. °С; 864 – переводной коэффициент размерности из см/с в м/сут.

## Приложение № 1

Виды несцементированных обломочных грунтов (ГОСТ 25100 – 95)

Наименование видов несцементированных обломочных грунтов	Распределение частиц по крупности, % от массы сухого грунта
<b>Крупнообломочные</b>	
Грунт <b>щебенистый</b> (при преобладании окатанных частиц – <b>галечниковый</b> )	Масса частиц крупнее 10мм составляет более 50 %
Грунт <b>дресвяный</b> (при преобладании окатанных частиц – <b>гравийный</b> )	Масса частиц крупнее 2мм составляет более 50 %
<b>Песчаные</b>	
<b>Песок</b> гравелистый	Масса частиц крупнее 2мм составляет более 25 %, но менее 50 %
<b>Песок</b> крупный	Масса частиц крупнее 0,5мм составляет более 50 %
<b>Песок</b> средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25мм составляет более 50 %
<b>Песок</b> мелкий	Масса частиц крупнее 0,1мм составляет более 75 %
<b>Песок</b> пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1мм составляет менее 75 %

**Примечание:** Для установления наименования крупнообломочного или песчаного грунта последовательно суммируют проценты содержания частиц исследуемого грунта: сначала крупнее 10мм, затем крупнее 2мм, крупнее 0,5мм и т. д. Наименование грунта принимают по первому удовлетворяющему показателю в порядке расположения наименований в данном приложении.

**Приложение № 2**

**Гранулометрическая классификация пылеватоглинистых и  
песчаных грунтов (по В.В.Охотину, 1940 г.)**

Наименование грунта	Содержание частиц, %		
	Глинистых <0,005мм	Пылеватых 0,005-0,05мм	Песчаных 0,05–2,0мм
<b>Глина</b>	> 30	-	-
<b>Суглинок тяжёлый</b>	30 - 20	-	-
<b>Суглинок средний</b>	20 - 15	-	Больше, чем пылеватых
<b>Суглинок средний, пылеватый</b>	20 - 15	Больше, чем песчаных	
<b>Суглинок лёгкий</b>	15 - 10	-	Больше, чем пылеватых
<b>Суглинок пылеватый</b>	15 - 10	Больше, чем песчаных	-
<b>Супесь тяжёлая</b>	10 - 6	-	Больше, чем пылеватых. Преобладают частицы 2 – 0,25мм
<b>Супесь мелкозернистая</b>	10 - 6	-	Больше, чем пылеватых. Преобладают частицы 0,25 – 0,05мм
<b>Супесь тяжёлая пылеватая</b>	10 - 6	Больше, чем песчаных	-
<b>Супесь лёгкая</b>	6 - 3	-	Больше, чем пылеватых. Преобладают частицы 2 – 0,25мм
<b>Супесь лёгкая, мелкозернистая</b>	6 - 3	-	Больше, чем пылеватых. Преобладают частицы 0,25 – 0,05мм
<b>Супесь лёгкая, пылеватая</b>	6 - 3	Больше, чем песчаных	-
<b>Песок</b>	<3	-	Больше, чем пылеватых. Преобладают частицы 2 – 0,25мм
<b>Песок мелкозернистый</b>	<3	-	Больше, чем пылеватых. Преобладают частицы 0,25 – 0,05мм

Приложение № 3

№ варианта	Размер фракции, мм							Суммарное содержание фракции, %
	Содержание, %							
	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001	
1	1,10	4,00	17,59	46,06	10,96	16,18	3,49	
2	0,58	4,35	25,45	44,59	8,69	13,90	2,44	
3	31,56	43,42	12,40	6,90	1,62	2,78	1,32	
4	6,20	26,20	41,30	11,50	7,80	6,20	0,80	
5	17,30	66,10	7,30	3,20	3,00	2,00	1,10	
6	1,00	2,11	4,26	55,67	11,56	17,69	7,71	
7	22,86	47,01	10,86	8,64	3,17	3,81	3,65	
8	26,84	48,19	5,46	7,96	3,10	6,30	2,15	
9	19,32	28,36	18,37	14,38	5,48	9,72	4,37	
10	6,74	27,26	18,21	22,46	8,63	12,49	4,21	
11	6,15	15,17	14,46	33,47	9,78	15,06	5,91	
12	29,89	27,80	12,49	11,69	4,73	6,69	6,71	
13	24,21	25,03	27,16	7,38	4,92	6,65	4,65	
14	3,41	29,18	23,29	21,44	5,68	10,68	6,32	
15	1,59	43,42	14,95	14,98	12,17	5,82	7,13	
16	1,83	3,16	21,91	30,86	22,25	15,38	4,61	
17	0,77	29,60	26,74	19,23	7,14	9,73	6,79	
18	0,13	25,98	38,33	19,51	6,07	6,30	3,71	
19	0,54	1,59	12,19	51,43	14,78	13,48	5,99	
20	2,81	44,31	23,47	13,22	3,32	8,23	4,64	
21	0,12	0,64	16,64	51,79	15,53	10,58	4,70	
22	0,46	1,76	12,12	50,85	23,26	7,34	4,21	
23	6,75	32,61	19,12	26,72	6,34	5,88	2,58	
24	24,86	35,11	9,75	19,65	4,17	4,81	1,65	
25	0,97	5,06	20,23	46,30	11,28	12,20	3,96	
26	1,83	3,16	21,91	20,82	27,25	20,38	4,65	
27	6,79	28,26	17,21	20,41	10,63	12,45	4,25	
28	0,78	2,23	9,86	41,09	29,38	9,15	7,16	
29	20,56	44,42	15,40	13,90	1,62	2,32	1,78	
30	3,05	3,31	14,95	33,39	21,91	18,19	5,20	

**Задача:** По данным гранулометрического анализа, приведённого в

соответствующем варианте таблицы, **определить название грунта** (по классификации Охотина В.В.); **построить суммарную кривую гранулометрического состава** в полулогарифмическом масштабе; **вычислить коэффициент неоднородности ( $C_u$ )** и **определить степень неоднородности** грунта (по таблице ГОСТ 25100-95).

**Примечание:** При решении задачи (приложение 3) необходимо определить суммарное содержание глинистых (<0,005мм), пылеватых (0,005 – 0,05мм) и песчаных (>0,05мм) частиц в процентах. Далее по содержанию глинистых частиц, используя классификацию в таблице 4 и классификацию В.В.Охотина (приложение №1), дать название грунта. В случае преобладания пылевой фракции над песчаной к названию грунта добавляется «пылеватый».

Таблица 4

Содержание глинистой фракции, %	Название грунта
$\leq 3$	Песок
3 – 10	Супесь
10 – 30	Суглинок
>30	Глина

**Пример 1:** глинистых частиц – 34%, пылеватых – 20%, песчаных – 46%. Так как процентное содержание глинистых частиц 34%, что больше 30%, **название грунта - глина.**

## Список рекомендуемой литературы

### Основная

1. ГОСТ 25100 — 95. Грунты. Классификация. М.: Изд-во стандартов, 1997.—32с.
2. ГОСТ 12536 — 79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. М.: Изд-во стандартов, 1979.—24с.
3. ГОСТ 25584 — 90\*. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. М.: Изд-во стандартов, 1990. — 15с.

### Дополнительная

1. ГОСТ 25100 — 95. Грунты. Классификация. М.: Изд-во стандартов, 1997.—32с.
2. ГОСТ 12536 — 79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. М.: Изд-во стандартов, 1979.—24с.
3. ГОСТ 25584 — 90\*. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. М.: Изд-во стандартов, 1990. — 15с.