

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 11.09.2023 17:42:55

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58480412a23e198f

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования**

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ по дисциплине

«Механика (механика грунтов)»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль подготовки:

«Строительство зданий и сооружений»

Пятигорск, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Лабораторная работа №1

Лабораторная работа №2

Лабораторная работа №3

Лабораторная работа №4

Лабораторная работа №5

Лабораторная работа №6

Лабораторная работа №7

Лабораторная работа №8

Лабораторная работа №9

Лабораторная работа №10

Лабораторная работа №11

Лабораторная работа №12

Лабораторная работа №13

Лабораторная работа №14

Лабораторная работа №15

Лабораторная работа №16

Лабораторная работа №17

Список рекомендуемой литературы

ВВЕДЕНИЕ

Целью дисциплины «Механика (Механика грунтов)» является ознакомление студента с вопросами формирования напряженно-деформированного состояния грунтового массива в зависимости от действующих внешних факторов.

Задачи освоения дисциплины

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции.

Знать:

- технологию проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных прикладных расчетных и графических программных пакетов,

- методы доводки и освоения технологических процессов строительного производства, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования,

- нормативную базу и методики разработки проектных решений в строительстве;
- методы рационального планирования экспериментальных исследований,
- правовые основы охраны интеллектуальной собственности,
- особенности численных исследований,

Уметь:

- проектировать детали и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных прикладных расчетных и графических программных пакетов,

- производить строительные материалы, изделия и конструкций,
- анализировать и обобщать результаты исследований, доводить их до практической реализации;
- работать с научной информацией, осуществлять патентный поиск,
- использовать знания современных технологий проектных, земельных и других работ, связанных со строительством

Владеть:

- навыками выбора методов проведения и рационального планирования научных исследований.

- технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства.

- методами проведения инженерных изысканий.

- способностью изучения научно – технической информации, отечественного и зарубежного опыта использования грунтов.

Лабораторная работа № 1 (1,5 часа)

Тема: Состав, строение и состояние грунтов. Отбор, консервация и хранение образцов грунтов.

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Достоверность результатов лабораторного изучения состава, состояния физико-механических свойств грунтов зависят от правильности отбора образцов, сохранения их природного состояния в процессе отбора, транспортировки и хранения. Качество отбора проб, число и качество проведенных испытаний существенно влияют на оценки показателей свойств грунта.

Способы отбора проб должны обеспечивать, с одной стороны, их представительность для каждой разновидности грунта, а с другой — возможность проведения необходимых испытаний в соответствии с требованиями методики исследований. Набор показателей свойств, виды и методику испытаний устанавливают в зависимости от цели инженерно-геологических исследований. Методика исследований обуславливает требования к видам проб и способам их отбора.

Все операции по отбору, консервации, транспортированию и хранению образцов грунтов для выполнения лабораторных исследований должны выполняться по ГОСТ 12071-2000 /5/. Согласно ГОСТу, образцы грунтов отбирают с нарушенной и ненарушенной естественной (монолиты) структурой. Первые предназначены для определения состава (гранулометрического, минерального, солевого и др.), пластических свойств и влажностного состояния; вторые — для исследования строения грунтов, их плотности, прочностных и деформационных свойств.

В настоящее время применяют следующие способы отбора проб: точечный, бороздовый и валовой.

Точечный способ заключается в отборе небольшой по объему части грунта с нарушенной или ненарушенной структурой, характеризующей лишь данную точку массива. Значения показателей свойств, определенные по таким пробам, представляют собой статистическую совокупность, отражающую степень рассеяния изучаемого показателя свойств в пределах однородного геологического тела соответствующего уровня. Свойства массива грунтов оцениваются средним значением, полученным при статистической обработке результатов испытаний.

Бороздовый и валовой способы применяются при отборе проб с нарушенной структурой. Они позволяют получить после соответствующей обработки (перемешивания и сокращения пробы методом квартования) образец породы, обладающий средними

значениями показателей свойств, характеризующими всю опробуемую часть массива. Значения показателя, определенные по валовой или бороздовой пробам, аналогичны средним значениям, полученным при усреднении результатов испытаний точечных проб. Таким образом, применение этих способов позволяет значительно сократить число лабораторных испытаний при одной и той же точности результата.

Бороздовым способом грунт отбирают из борозды (шириной 10-20 см и глубиной 5-10 см), проходящей вкрест или по простиранию слоев. Длина борозды, обеспечивающей представительность всех типов грунта при опробовании слоистой толщи, зависит от мощности отдельных слоев и может быть рассчитана исходя из требований к точности оценки показателя. Полученные образцы можно использовать и для определения плотности грунта ρ , если удастся определить объем борозды или горной выработки. При бороздовом опробовании эта задача решается довольно просто. Если вырезать борозду специальным ножом с известной площадью поперечного сечения (s), то $\rho = m/(l * s)$, где m — масса грунта, извлеченная из борозды;

l — длина борозды.

В качестве валовой пробы используют весь грунт, извлеченный из горной выработки. Особенности этих способов делают чрезвычайно эффективным их применение при исследовании неоднородных и слоистых грунтов. Для определения объема изъятых из горной выработки грунтов при валовом отборе пробы предложено несколько способов, основанных на заполнении полости материалом, объем которого может быть легко измерен заполнителями (водой, чистым однородным песком и др.). Для защиты выработки от утечки воды рекомендуется покрывать ее стенки защитной пленкой из тонкой резины, жидкой целлюлозы и т. д.

Все перечисленные выше способы отбора проб применимы при исследовании как песчано-глинистых, так и скальных грунтов; изменяются лишь технические средства и приемы отбора. Отбор проб проводится из стенок естественных обнажений, открытых горных выработок (шурфы, канавы, штольни и др.) и скважин. В последнем случае керн может рассматриваться и как бороздовая проба, пересекающая изучаемый разрез, и как валовая, т. к. при колонковом бурении его можно рассматривать как полный объем грунта из горной выработки — скважины.

В таблице 1.5.1. приведены требования к объему и массе проб грунта с нарушенной и ненарушенной структурой в зависимости от определяемых показателей свойств.

Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов скальных грунтов регламентированы ГОСТ 127071-2000. Отбор проб с нарушенной структурой практически не вызывает затруднений. Образцы можно отбирать в любую тару (например, мешочки из ткани, полиэтилена, бумаги). Для сохранения естественной влажности образцы помещают в герметически закрывающиеся банки или внахлест заматывают скотчем.

Таблица 1
Размеры и масса образцов для лабораторных испытаний грунтов

№ ГОСТа	Характеристика грунта	Метод определения	Область применения	Масса и размер испытываемого образца
ГОСТ 5180	Влажность: гигроскопическая	Высушивания	Все дисперсные грунты, кроме крупнообломочных	15-50 г
	суммарная	Средней пробы	Мерзлые грунты со слоистой и сетчатой криогенной текстурой	1-3 кг

	Границы текучести и раскатывания	Пенетрация конусом и раскатывание жгутов	Глинистые грунты	300 г
--	----------------------------------	--	------------------	-------

Консервация и упаковка образцов нарушенного сложения и монолитов

В соответствии с ГОСТ 12071-2000 основные требования консервации при упаковке образцов заключаются в следующем.

Если не требуется сохранить природную влажность, то образцы с нарушенной структурой упаковывают в любую тару и снабжают этикетками, защищенными от размокания калькой и парафином. Образцы засоленных грунтов отбирают в мешочки с гидроизоляцией (из полиэтилена). При необходимости сохранения природной влажности в образцах с нарушенной структурой их упаковывают в цилиндрические стаканы с крышками, имеющими герметические прокладки, или в обычные боксы и заливают парафином.

Консервация монолитов, в том числе и скальных грунтов, производится на месте их отбора. Монолиты, отобранные в жесткую тару, необходимо упаковывать в той же таре. Открытые торцы тары следует закрыть крышками с резиновыми прокладками. Места соединения крышки с тарой покрыть двойным слоем изоляционной ленты или залить расплавленным парафином. При отсутствии крышек торцы следует парафинировать. В последнем случае перед заливкой парафина на торцы необходимо положить два-четыре слоя марли, пропитанной парафином. Сверху монолита между слоями парафина следует положить этикетку, вторую этикетку прикрепить к боковой поверхности жесткой тары.

Монолит, не помещенный в жесткую тару, следует запарафинировать. Для этого следует его туго обмотать слоем марли и весь монолит покрыть слоем парафина. Затем обмотать монолит вторым слоем марли и еще раз покрыть слоем парафина толщиной не менее 1 мм. Одну этикетку положить под нижний слой марли на верхнюю грань монолита, другую этикетку, смоченную расплавленным парафином, прикрепить на запарафинированный монолит и покрыть тонким слоем парафина.

Парафин, применяемый при изоляции монолитов, должен иметь температуру несколько выше точки его плавления (57°-60°С). Для увеличения пластичности парафина в него необходимо добавить 35-50 % (по массе) гудрона.

Монолит мерзлого грунта допускается упаковывать способом намораживания на них корки льда толщиной не менее 1 см. Для этого завернутый в пленку или кальку монолит многократно следует погрузить в пресную охлажденную воду или облить ею. После каждого погружения вода на поверхности монолита должна быть заморожена. Второй экземпляр этикетки следует прикрепить сверху упакованного монолита перед последним погружением или обливанием водой.

Все образцы снабжаются двумя этикетками, на которых указываются:

- а) наименование организации, выполняющей изыскания;
- б) название или номер полевой партии;
- в) наименование объекта (участка);
- г) номер образца;
- д) название выработки и ее номер;
- е) глубина отбора образца;
- ж) название грунта по визуальному определению;
- з) температура мерзлого грунта или другие погодные условия;
- и) должность и фамилия исполнителя, производившего отбор образца, и его подпись;
- к) дата отбора;
- л) визуальное описание образца (наименования грунта, влажность, наличие корней растений, твердых включений, включений карбонатов, солей, наличие ходов землеройных червей и т.п.).

Этикетки заполняются простым графитовым карандашом, чтобы исключить возможность расплывания или обесцвечивания надписи.

При необходимости дальнейшей транспортировки монолиты упаковываются в ящики на расстоянии 2-3 см друг от друга и 4-5 см — от стенок ящика. Зазоры заполняют стружкой, древесными опилками, пенопластом и другими аналогичными материалами. Внутри ящика под верхнюю крышку необходимо положить завернутый в полиэтилен или кальку список образцов со сведениями, указанными в этикетке. Ящики следует пронумеровать, сделать надпись: «Верх», «Не бросать», «Не кантовать», а также указать адрес получателя и отправителя.

Для изоляции монолитов допускается применение вместо парафина с гудроном заменителей (например, смесь: 60 % парафина, 25 % воска, 10 % канифоли и 5 % минерального масла).

Оборудование и материалы

- штыковая лопата;
- нож;
- пластина из фанеры размерами 25смх35смх0,5см;
- марлевая ткань длиной 2м;
- парафин 200 грамм;
- ящик кубической формы со стороной 40см с закрывающейся крышкой;
- пластины из пенопласта размерами 35смх35смх5см – 2шт и 30смх25смх5см – 4шт;
- бумажные этикетки 10смх10см -2шт;
- карандаш;
- электроплитка;
- кастрюля на 5л;
- журнал.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электроцитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Достоверность результатов лабораторного изучения состава, состояния физико-механических свойств грунтов зависят от правильности отбора образцов, сохранения их природного состояния в процессе отбора, транспортировки и хранения. Качество отбора проб, число и качество проведенных испытаний существенно влияют на оценки показателей свойств грунта.

Способы отбора проб должны обеспечивать, с одной стороны, их представительность для каждой разновидности грунта, а с другой — возможность проведения необходимых испытаний в соответствии с требованиями методики исследований. Набор показателей свойств, виды и методику испытаний устанавливают в зависимости от цели инженерно-геологических исследований. Методика исследований обуславливает требования к видам проб и способам их отбора.

Все операции по отбору, консервации, транспортированию и хранению образцов грунтов для выполнения лабораторных исследований должны выполняться по ГОСТ 12071-2000 /5/. Согласно ГОСТу, образцы грунтов отбирают с нарушенной и ненарушенной естественной (монолиты) структурой. Первые предназначены для определения состава (гранулометрического, минерального, солевого и др.), пластических свойств и влажностного состояния; вторые — для исследования строения грунтов, их плотности, прочностных и деформационных свойств.

В настоящее время применяют следующие способы отбора проб: точечный, бороздовый и валовой.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;

4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 2 (3,0 часа)

Тема: Виды грунтов. Определение плотности ρ и удельного веса γ грунта естественной ненарушенной структуры

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Плотностью грунта называется масса единицы объема грунта с естественной влажностью и природным (ненарушенным) сложением. Эту величину измеряют в г/см^3 или т/м^3 .

Плотность зависит от минерального состава, пористости и влажности грунта: с увеличением содержания тяжелых минералов плотность увеличивается, а при увеличении содержания органических веществ — уменьшается; с увеличением влажности плотность увеличивается (максимальное значение при данной пористости плотность грунта достигает при полном заполнении пор водой); при увеличении пористости плотность уменьшается.

Определение плотности влажного грунта методом режущего кольца (по ГОСТ 5180-84)

Этот метод применяют для грунтов, легко поддающихся резке ножом и не крошащихся — глин, суглинков, супесей и песков.

Ход работы

1. Согласно требованиям выбрать режущее кольцо-пробоотборник.

Таблица 1

Параметры пробоотборника в зависимости от вида грунта

Наименование и состояние грунтов	Размеры кольца-пробоотборника			
	Толщина стенки, мм	диаметр внутренний (d), мм	высота (h), мм	угол заточки наружного режущего края
Немерзлые пылевато-глинистые грунты	1,5-2,0	>50	$0,8d > h > 0,3d$	Не более 30°
Немерзлые и сыпучемерзлые песчаные грунты	2,0-4,0	>70	$d > h > 0,3d$	Не более 30°
Мерзлые пылевато-глинистые грунты	3,0-4,0	>80	$h = d$	Не более 45°

Примечание. Кольца-пробоотборники изготавливают из стали с антикоррозионным покрытием или из других материалов, не уступающих по твердости и коррозионной стойкости.

2. Кольца пронумеровать, измерить внутренний диаметр и высоту (с погрешностью не более 0,1мм) и взвесить (m_1). По результатам измерений вычислить объем кольца с точностью до 0,1 см³ (V).

3.Крышечки пронумеровать и взвесить (m_1). Результаты взвешивания занести в журнал

4. Кольцо-пробоотборник смазать с внутренней стороны тонким слоем вазелина или консистентной смазки.

5. Верхнюю зачищенную плоскость образца грунта выровнять, срезая излишки грунта ножом, установить на ней режущий край кольца и винтовым прессом (или вручную через насадку) слегка вдавить кольцо в грунт, фиксируя границу образца для испытаний. Затем, грунт обрезать на глубину 5-10мм ниже режущего края кольца, формируя столбик диаметром на 1-2мм больше наружного диаметра кольца. Периодически, по мере срезания грунта, легким нажимом пресса или насадки насаживать кольцо на столбик грунта, не допуская перекосов. После заполнения кольца грунт подрезать на 8-10мм ниже режущего кольца и отделить его. Грунт, выступающий за края кольца, срезать ножом и зачистить поверхность грунта вровень с краями.

6.При пластичном или сыпучем грунте кольцо плавно, без перекосов вдавить в него и удалить грунт вокруг кольца. Затем, зачистить поверхность грунта и закрыть его крышечками.

7.Кольцо с грунтом и крышками взвесить (m_2)/

8.Плотность грунта (ρ , г/см³) вычислить по формуле:

$$\rho = (m_2 - m_0 - m_1) / V,$$

где m_1 -масса с кольцом и с крышечками,г; m_0 -масса кольца,г;

m_1 -масса крышечек, г; V- внутренний объем кольца, см³.

Таблица 2

Журнал определения плотности методом режущих колец.

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер образца и номер выработки	Глубина отбора образца грунта, м	Номер кольца	Номер пластинок		Масса кольца, г.	Масса кольца с	Масса пластинок		Масса грунта, г	Объем грунта, см ³	Плотность грунта, г/см ³	
					верх	нижн	m_0	m_2	верхней	нижней	$m_г$	v	ρ_i	ρ
1	010 2	6/15	1,8 1,9	8	1	2	35,05	326,55	15,00	14,00	262,5	150,0	1,75	1,74
				9	1	2	38,10	328,30	15,15	13,90	261,15	150,0	1,74	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА ВЕСОВЫМ СПОСОБОМ (ПО ГОСТ 5180-84)

Ход работ

Взвесить бюкс с крышкой, обозначив его массу m_0 .

Взять 15-50г исследуемого грунта, поместить его в бюкс, закрыть крышкой и взвесить, обозначив массу бьюкса с грунтом m_1 . Взвешенный бюкс с приоткрытой крышкой поставить в сушильный шкаф (термостат) и выдерживать образец при температуре 105 ± 2 °С в течение 3 ч. для песчаных грунтов, для остальных — 5 ч. Загипсованные грунты высушивать при температуре 80 ± 2 °С первично — в течение 8 ч, последующие высушивания — в течение 2 ч.

Закрывать бюкс с высушенным грунтом крышкой и охладить его в течение 30-40 минут в эксикаторе, на дне которого насыпан хлористый кальций, поглощающий пары воды.

Взвесить охлажденный бюкс с грунтом, а затем вновь поставить его в сушильный шкаф для дополнительного высушивания при температуре от $105^{\circ} + 2$ °С до $105^{\circ} - 2^{\circ}$ течение 1 ч. для песчаных грунтов, для остальных 2 ч.

Повторять операции, указанные в п.п. 4 и 5, до тех пор, пока разница между двумя последующими взвешиваниями не превысит $\pm 0,02$ г. За результат взвешивания принять наименьшую массу бьюкса с грунтом m_2 .

Вычислять влажность грунта по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0},$$

где m_1 , — масса бьюкса с крышкой и грунтом до высушивания, г; m_2 — масса бьюкса с крышкой и грунтом после высушивания, г; m_0 — масса бьюкса с крышкой, г.

Все взвешивания производить на весах с точностью до 0,01г.

Для каждого образца грунта провести не менее двух определений влажности и подсчитать среднее значение.

При обработке данных испытаний результаты вычислений выражать с точностью до 0,1 % при влажности грунтов до 30 % и с точностью до 1%: при влажности грунтов выше 30 %. Данные анализа и вычислений занести в журнал (табл. 2.5.2.1.).

Таблица 3

Журнал определения влажности весовым способом

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер	Номер выработки	Глубина отбора пробы	Номер бьюкса	Масса бьюкса, г	Масса бьюкса с влажным	Масса бьюкса с высушенным	Масса бьюкса с грунтом, г	Влажность грунта: $w = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0}$	w
						m_0	m_1	m_2	m_2^{11}		
1	2.X	1 2	4	5,2	62	80,11	96,21	94,76	94,74	0,10	0,11
					50	75,16	95,42	90,69	90,60	0,11	

ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА

В отличие от гранулометрического состава влажность грунта более чутко реагирует на внешние воздействия. Несмотря на строгое соблюдение правил, предусмотренных ГОСТ 12071-94, изменение влажности грунта начинается в процессе проходки скважины или шурфа под воздействием бурового, проходческого или пробоотборного инструмента вследствие перераспределения напряженного состояния, деструктурирования, изменений температурных условий и влажностного режима. Учесть влияние всех перечисленных процессов на изменение влажности отбираемого образца трудно. Наиболее часто используемый прием, позволяющий выявить роль этой составляющей погрешности определения влажности, — сравнительная оценка результатов

анализов образцов, отобранных из скважины и шурфа. При этом влажность образцов, отобранных из шурфа, считается соответствующей естественной влажности массива.

Природная влажность изменяется при консервации, транспортировке и хранении образцов. Условия хранения образцов грунта регламентированы ГОСТ 12071-94. Данные об их влиянии на скорость и величину изменения влажности разнообразны. В работах Г. М. Березкиной, Н. С. Морозова и других установлено, что при хранении монолитов в течение трех месяцев уменьшение W не превышает 2 %. Поэтому Н. С. Морозов полагает, что можно увеличить срок хранения до восьми месяцев. В то же время А. Г. Кашназаров указывает на существование изменения не только W , но и p , n , ϕ и c , начинающегося с момента упаковки монолита и рекомендует ограничить срок хранения образцов одним месяцем.

Оборудование и материалы

- кern или монолит грунта;
- кольцо с заостренным режущим краем в комплекте с нижней и верхней крышками;
- штангенциркуль;
- нож;
- электронные или технические весы с точностью измерения до 0,01грамма;
- бюкс для грунта;
- сушильный шкаф с регулятором температуры до 105°C;
- эксикатор;
- хлористый кальций;
- журнал.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытуемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Определить плотность ρ
2. Определить удельный вес γ грунта

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 3 (3 часа)

Тема: Физико-механические свойства грунтов. Определение плотности и влажности грунтов.

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Плотностью грунта называется масса единицы объема грунта с естественной влажностью и природным (нечтвенным) сложением. Эту величину измеряют в г/см³ или т/м³.

Плотность зависит от минерального состава, пористости и влажности грунта: с увеличением содержания тяжелых минералов плотность увеличивается, а при увеличении содержания органических веществ — уменьшается; с увеличением влажности плотность увеличивается (максимальное значение при данной пористости плотность грунта достигает при полном заполнении пор водой); при увеличении пористости плотность уменьшается.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВЛАЖНОГО ГРУНТА МЕТОДОМ РЕЖУЩЕГО КОЛЬЦА (по ГОСТ 5180-84)

Этот метод применяют для грунтов, легко поддающихся резке ножом и не крошащихся — глин, суглинков, супесей и песков.

Ход работы

1. Согласно требованиям выбрать режущее кольцо-пробоотборник.

Таблица 1

Параметры пробоотборника в зависимости от вида грунта

Наименование и состояние грунтов	Размеры кольца-пробоотборника			
	Толщина стенки, мм	диаметр внутренний (d), мм	высота (h), мм	угол заточки наружного режущего края
Немерзлые пылевато-глинистые грунты	1,5-2,0	>50	$0,8d > h > 0,3d$	Не более 30°
Немерзлые и сыпучемерзлые песчаные грунты	2,0-4,0	>70	$d > h > 0,3d$	Не более 30°
Мерзлые пылевато-глинистые грунты	3,0-4,0	>80	$h = d$	Не более 45°

Примечание. Кольца-пробоотборники изготавливают из стали с антикоррозионным покрытием или из других материалов, не уступающих по твердости и коррозионной стойкости.

2. Кольца пронумеровать, измерить внутренний диаметр и высоту (с погрешностью не более 0,1мм) и взвесить (m_1). По результатам измерений вычислить объем кольца с точностью до 0,1 см³ (V).

3.Крышечки пронумеровать и взвесить (m_1). Результаты взвешивания занести в журнал

4. Кольцо-пробоотборник смазать с внутренней стороны тонким слоем вазелина или консистентной смазки.

5. Верхнюю зачищенную плоскость образца грунта выровнять, срезая излишки грунта ножом, установить на ней режущий край кольца и винтовым прессом (или вручную через насадку) слегка вдавить кольцо в грунт, фиксируя границу образца для испытаний. Затем, грунт обрезать на глубину 5-10мм ниже режущего края кольца, формируя столбик диаметром на 1-2мм больше наружного диаметра кольца. Периодически, по мере срезания грунта, легким нажимом пресса или насадки насаживать кольцо на столбик грунта, не допуская перекосов. После заполнения кольца грунт подрезать на 8-10мм ниже режущего кольца и отделить его. Грунт, выступающий за края кольца, срезать ножом и зачистить поверхность грунта вровень с краями.

6.При пластичном или сыпучем грунте кольцо плавно, без перекосов вдавить в него и удалить грунт вокруг кольца. Затем, зачистить поверхность грунта и закрыть его крышечками.

7.Кольцо с грунтом и крышками взвесить (m_2)/

8.Плотность грунта (ρ , г/см³) вычислить по формуле:

$$\rho = (m_2 - m_0 - m_1) / V,$$

где m_1 -масса с кольцом и с крышечками,г; m_0 -масса кольца,г;

m_1 -масса крышечек, г; V- внутренний объем кольца, см³.

Таблица 2

Журнал определения плотности методом режущих колец.

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер образца и номер выработки	Глубина отбора образца грунта, м	Номер кольца	Номер пластинок		Масса кольца, г.	Масса кольца с	Масса пластинок, г		Масса грунта, г	Объем грунта, см ³	Плотность грунта, г/см ³ $\rho = \frac{m_2 - m_0 - m_1}{V}$	
					верх	нижн	m_0	m_2	m_1^B	m_1^H	m_r	V	ρ_i	ρ
1	010	6/15	1,8	8	1	2							1,7	1,74
	2		1,9				35,05	326,55	15,00	14,00	262,5	150,0	5	
				9	1	2	38,10	328,30	15,15	13,90	261,15	150,0	1,7	
													4	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА ВЕСОВЫМ СПОСОБОМ (ПО ГОСТ 5180-84)

Ход работ

Взвесить бюкс с крышкой, обозначив его массу m_0 .

Взять 15-50г исследуемого грунта, поместить его в бюкс, закрыть крышкой и взвесить, обозначив массу бьюкса с грунтом m_1 . Взвешенный бюкс с приоткрытой крышкой поставить в сушильный шкаф (термостат) и выдерживать образец при температуре 105 ± 2 °С в течение 3 ч. для песчаных грунтов, для остальных — 5 ч. Загипсованные грунты высушивать при температуре 80 ± 2 °С первично — в течение 8 ч, последующие высушивания — в течение 2 ч.

Закрывать бюкс с высушенным грунтом крышкой и охладить его в течение 30-40 минут в эксикаторе, на дне которого насыпан хлористый кальций, поглощающий пары воды.

Взвесить охлажденный бюкс с грунтом, а затем вновь поставить его в сушильный шкаф для дополнительного высушивания при температуре от $105^{\circ} + 2$ °С до $105^{\circ} - 2^{\circ}$ течение 1 ч. для песчаных грунтов, для остальных 2 ч.

Повторять операции, указанные в п.п. 4 и 5, до тех пор, пока разница между двумя последующими взвешиваниями не превысит $\pm 0,02$ г. За результат взвешивания принять наименьшую массу бьюкса с грунтом m_2 .

Вычислять влажность грунта по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0},$$

где m_1 , — масса бьюкса с крышкой и грунтом до высушивания, г; m_2 — масса бьюкса с крышкой и грунтом после высушивания, г; m_0 — масса бьюкса с крышкой, г.

Все взвешивания производить на весах с точностью до 0,01г.

Для каждого образца грунта провести не менее двух определений влажности и подсчитать среднее значение.

При обработке данных испытаний результаты вычислений выражать с точностью до 0,1 % при влажности грунтов до 30 % и с точностью до 1%: при влажности грунтов выше 30 %.

Данные анализа и вычислений занести в журнал (табл. 2.5.2.1.).

Таблица 3

Журнал определения влажности весовым способом

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер	Номер выработки	Глубина отбора пробы	Номер бьюкса	Масса бьюкса, г	Масса бьюкса с влажным	Масса бьюкса с высушенным	Влажность грунта: $w = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0}$	w
						m_0	m_1	m_2		
1	2.X	1 2	4	5,2	62	80,11	96,21	94,76	94,74	0,10
					50	75,16	95,42	90,69	90,60	0,11

ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА

В отличие от гранулометрического состава влажность грунта более чутко реагирует на внешние воздействия. Несмотря на строгое соблюдение правил, предусмотренных ГОСТ 12071-94, изменение влажности грунта начинается в процессе проходки скважины или шурфа под воздействием бурового, проходческого или пробоотборного инструмента вследствие перераспределения напряженного состояния, деструктурирования, изменений температурных условий и влажностного режима. Учесть влияние всех перечисленных процессов на изменение влажности отбираемого образца трудно. Наиболее часто используемый прием, позволяющий выявить роль этой составляющей погрешности определения влажности, — сравнительная оценка результатов

анализов образцов, отобранных из скважины и шурфа. При этом влажность образцов, отобранных из шурфа, считается соответствующей естественной влажности массива.

Природная влажность изменяется при консервации, транспортировке и хранении образцов. Условия хранения образцов грунта регламентированы ГОСТ 12071-94. Данные об их влиянии на скорость и величину изменения влажности разнообразны. В работах Г. М. Березкиной, Н. С. Морозова и других установлено, что при хранении монолитов в течение трех месяцев уменьшение W не превышает 2 %. Поэтому Н. С. Морозов полагает, что можно увеличить срок хранения до восьми месяцев. В то же время А. Г. Кашназаров указывает на существование изменения не только W , но и p , n , ϕ и c , начинающегося с момента упаковки монолита и рекомендует ограничить срок хранения образцов одним месяцем.

Оборудование и материалы

- прибор конструкции ДорНИИ;
- лабораторная щековая дробилка;
- сушильный шкаф;
- представительная проба испытуемого грунта массой 3кг;
- мерный цилиндр для воды;
- поддон;
- эксикатор или кусок ткани и полиэтиленовой пленки;
- электрические или технические весы с предельным значением массы взвешиваемого груза до 5кг и точностью до 0,01грамма;
- журнал.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытуемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Определить плотность ρ
2. Определить влажность грунта

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 4 (1,5 часа)

Тема: Плотность и влажность грунтов. Определение пределов пластичности грунтов.

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Под пластичностью грунтов понимается их способность деформироваться (изменять свою форму) без разрыва сплошности под воздействием внешних механических усилий и сохранять полученную при деформации новую форму после того, как внешние воздействия прекращаются. При изменении влажности глинистых грунтов изменяются их состояние и свойства, в частности, консистенция.

Консистенцией грунта называют его состояние, характеризующее способность сохранять свою форму без или при наличии внешнего механического воздействия. Переход глинистого грунта из одной формы консистенции в другую совершается при определенных значениях влажности, которые получили название характерных влажностей (или пределов): влажность на границе текучести (верхний предел пластичности) и влажность на границе раскатывания (нижний предел пластичности).

Влажность, при которой грунт переходит из пластичного состояния в текучее, называется **влажностью верхнего предела пластичности (W_L)** — границей текучести.

Влажность, при которой грунт переходит из пластичного состояния в твердое, называется **влажностью нижнего предела пластичности (W_p)** — границей раскатывания.

Разность между значениями влажности, отвечающими верхнему и нижнему пределам пластичности, называется числом пластичности (I_p):

$$I_p = W_L - W_p.$$

Для количественной характеристики консистенции грунтов определяют **показатель консистенции (I_L)** — показатель текучести, рассчитываемый по формуле:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{W - W_p}{I_p}.$$

Различают ряд консистенций при переходе от твердого до текучего состояния грунта: **твердую, пластичную, тугопластичную, мягкопластичную, текучепластичную, текучую.**

Для определения пределов пластичности разработано множество методов, наиболее широко используемые приведены ниже.

Определение влажности грунта на границе текучести - верхнего предела пластичности методом балансного конуса (по ГОСТ 5180-84)

Для определения границы текучести используют монолиты или образцы нарушенного сложения. Для грунтов, содержащих органические вещества, границу текучести определяют сразу после вскрытия образца; для грунтов, не содержащих органические вещества, допускается использование образцов грунтов в воздушно - сухом состоянии.

В настоящее время в качестве стандартного метода (ГОСТ 5180-84) для определения предела текучести принят метод балансного конуса. Основной частью прибора является полированный конус из нержавеющей стали высотой 25мм, с углом при вершине 30° . На расстоянии 10мм от вершины на теле конуса вырезана круговая метка. Балансное устройство состоит из двух металлических шаров, укрепленных на концах металлического прута, согнутого в полуокружность и проходящего внутри верхней части конуса. Общий вес конуса 76г (с точностью $\pm 0,2$ г), для испытания грунта необходима специальная подставка со стаканчиком, диаметром не менее 4см и высотой не менее 2см.

Согласно этому методу за предел текучести принимается влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансный конус (рис. 4.6.) весом 76 г под действием собственного веса погружается за 5 с на глубину 10 мм.

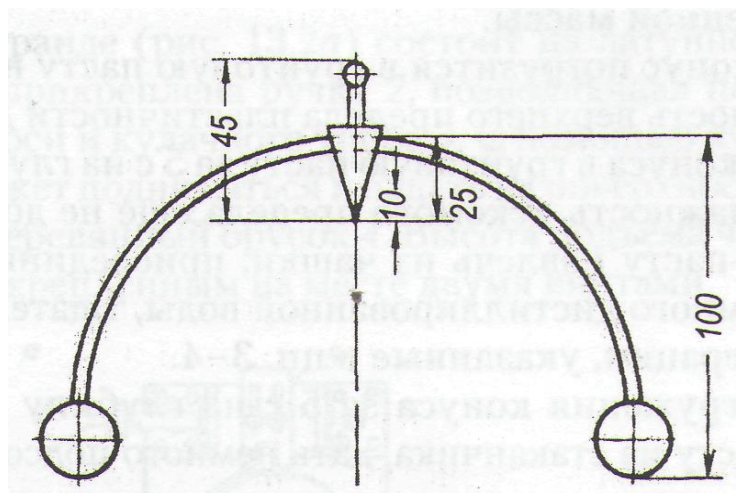


Рис. 4.6. Прибор для определения влажности верхнего предела пластичности с помощью балансного конуса А. М. Васильева

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10х15 см или 15х20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;

- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель;
- журнал.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Образец грунта природной влажности размять штапелем в фарфоровой чашке или нарезать ножом в виде тонкой стружки (если требуется — с добавкой дистиллированной воды), удалить из него растительные остатки крупнее 1мм; отобрать из размельченного грунта методом квартования пробу массой около 300г, протереть или просеять сквозь сито с сеткой 1.0мм. Пробу выдержать в закрытом стеклянном сосуде не менее 2 ч.

Образец грунта в воздушно-сухом состоянии растереть в фарфоровой ступке или растирочной машине, не допуская дробления частиц грунта; удалить из него растительные остатки крупнее 1мм. Просеять грунт сквозь сито с сеткой 1,0мм, увлажнить дистиллированной водой до состояния густой пасты, перемешать шпателем и выдержать в закрытом стеклянном сосуде не менее 2 ч.

Грунтовую пасту тщательно перемешать и заполнить ею с помощью шпателя стаканчик диаметром не менее 4 и высотой не менее 2см. При заполнении следить, чтобы в тесте не образовались пустоты. Поверхность грунта сгладить и выровнять шпателем вровень с краями стаканчика.

Определение влажности грунта На границе текучести - верхнего предела Пластичности (гост 5180-84)

Установить стаканчик с грунтом на подставку.

Подвести к поверхности грунтовой пасты острие конуса и, плавно отпустив конус, дать ему в течение 5 с свободно погружаться в пасту под действием собственной массы.

Если за 5 с конус погрузится в грунтовую пасту на глубину 10мм, считать, что влажность верхнего предела пластичности достигнута.

Погружение конуса в грунтовую пасту за 5 с на глубину менее 10мм показывает, что влажность искомого предела еще не достигнута. В этом случае грунтовую пасту извлечь из чашки, присоединить к оставшейся пасте, добавить немного дистиллированной воды, тщательно перемешать ее и повторить операции, указанные в п.п. 4.6.2,а. - 4.6.2,г.

В случае погружения конуса за 5 с на глубину более 10мм вынуть грунтовую пасту из стаканчика, дать немного подсохнуть на воздухе (или под струей воздуха из фена), непрерывно перемешивая шпателем, и повторить операции, указанные в п.п.

По достижении предела текучести (п. 4.6.2,в.) из пасты отобрать пробу массой 15-20г и определить ее влажность, которая и будет являться влажностью верхнего предела пластичности. Взвешивание производить на электронных или технических весах с точностью до 0,01г, вычисления — с точностью до 0,01 (1 %).

Для каждой пробы грунта провести не менее двух параллельных определений и взять среднеарифметическое значение из результатов этих определений. Расхождения в результатах параллельных определений должны быть не более для супесей — 2, для суглинков — 2,5, для глин — 3 %.

Результаты опыта занести в журнал (табл. 4)

Таблица 4

Журнал определения влажности верхнего предела пластичности

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер образца	Номер	Глубина отбора образца грунта,	Номер бьюкса	Масса бьюкса, г	Масса бьюкса с влажным грунтом, г	Масса бьюкса с высушенным грунтом, г			Масса бьюкса с высушенным грунтом, г	Граница текучести $W_l = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100\%$
								1	11	111		

						m_0	m_1	m_2	m_2	m_2	m_2	W_{li}	W_1
1	02.08.08	1	4	5,2-5,4	62 63	35,03 33,05	65,06 63,10	57,80 56,12	57,78 56,12	- -	56,10 57,78	0,30 0,32	0,31

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 5 (1,5 часа)

Тема: Экспериментально-теоретические предпосылки механики грунтов.

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Выполнение лабораторной работы состоит в изучении способа определения влажности грунта на пределе текучести и раскатывания грунта, а также методики обработки полученных результатов.

При проведении инженерно-геологических исследований в целях определения наименования грунта (глина, суглинок, супесь, песок) и его физического состояния (твердое, полутвердое, тугопластичное, мягкопластичное, текучепластичное, текучее), что в свою очередь влияет на последующие технические решения (укрепление или уплотнение грунтов, выбор землеройной и транспортной техники и т.д.

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10х15 см или 15х20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель;
- журнал.

К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности. Нахождение посторонних лиц, в том числе студентов, не принимающих участие в выполнении данной работы, в зоне выполнения работ запрещается. Рабочий инструмент и сушильный шкаф должны быть в исправном состоянии. Сушильный шкаф должен быть установлен на асбоцементную пластину и заземлен. Пользование неисправным инструментом и сушильным шкафом – запрещается. При перерывах в работе, а также после окончания лабораторной работы электроприборы необходимо выключить и отключить из электросети. Всю посуду и инструмент следует вычистить, помыть, вытереть насухо тряпкой и сложить в соответствующий шкаф. При проведении испытаний должно быть смешанное освещение, то есть естественное и

искусственное, что обеспечивает освещенность зоны испытаний в соответствии с требованиями СНиП.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10х15 см или 15х20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель;
- журнал.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытуемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Достоверность результатов лабораторного изучения состава, состояния физико-механических свойств грунтов зависят от правильности отбора образцов, сохранения их природного состояния в процессе отбора, транспортировки и хранения. Качество отбора проб, число и качество проведенных испытаний существенно влияют на оценки показателей свойств грунта.

Способы отбора проб должны обеспечивать, с одной стороны, их представительность для каждой разновидности грунта, а с другой — возможность проведения необходимых испытаний в соответствии с требованиями методики исследований. Набор показателей свойств, виды и методику испытаний устанавливают в зависимости от цели инженерно-геологических исследований. Методика исследований обуславливает требования к видам проб и способам их отбора.

Все операции по отбору, консервации, транспортированию и хранению образцов грунтов для выполнения лабораторных исследований должны выполняться по ГОСТ 12071-2000 /5/. Согласно ГОСТу, образцы грунтов отбирают с нарушенной и ненарушенной естественной (монолиты) структурой. Первые предназначены для определения состава (гранулометрического, минерального, солевого и др.), пластических свойств и влажностного состояния; вторые — для исследования строения грунтов, их плотности, прочностных и деформационных свойств.

В настоящее время применяют следующие способы отбора проб: точечный, бороздовый и валовой.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 6 (1,5 часа)

Тема: Просадочность грунтов. Определение границ текучести и раскатывания

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Просадочность грунтов - это способность уменьшать свой объем при замачивании под собственным весом без возможности бокового расширения. К таковым относятся лессы и лессовидные суглинки, засоленные грунты. Иногда просадочность отмечается в мерзлых грунтах при оттаивании и песчано-рыхлых при вибрационном или сейсмическом воздействии.

Очень часто термин "*просадка*" путают с "*осадкой*", причем это встречается даже среди строителей. Так вот, осадка - это вертикальное смещение подошвы фундамента, происходящее в результате уплотнения грунта, вызванного увеличением действующей на него нагрузки от самого сооружения и расположенных вблизи здания. Как видите, ни слова о замачивании.

Для оценки просадочности обычно используют показатель относительной просадочности и коэффициент макропористости. Относительной просадочностью называется относительная деформация лессового грунта исключительно от действия замачивания. Этот параметр определяется при лабораторном исследовании монолитов грунтов.

Классификация грунтов по просадочности

Грунты	Просадка при замачивании, мм	Относительная просадочность	Коэффициент просадочности
Сильнопросадочные	10-15, реже до 25	0,05-0,06	0,04-0,06
Слабопросадочные	5-10	<0,05	0,01-0,03
Не просадочные	< 5	-	<0,01

Причины просадочности

Причины просадочности кроются в строении лессов. Лесс - это особый тип глинистых грунтов эолового (ветрового) происхождения. Он образуется в результате накопления пыли в условиях сухого климата (степь) и ее трансформации в результате почвообразующих факторов. Пылеватые частицы скреплены между собой мельчайшими кристаллами соли. Помимо этого, для лесса характерна большая пористость и крупный размер самих пор. Еще одна особенность - это анизотропия свойств. Например, сверху лесс почти не пропускает воду, а вот по простиранию (в горизонтальной плоскости) - очень легко. Поры обеспечивают легкое и быстрое распространение воды в породе, соль

быстро растворяется, поэтому при замачивании структура породы рушится подобно картонному домику. Отсюда просадки и резкое снижение прочностных свойств.

Типы просадочности

Традиционно выделяют два типа просадочности. Для первого типа характерны просадки под действием некоторой нагрузки. При втором типе просадки происходят под собственным весом (более 5 см). Тип просадочности и нагрузки, при которых начинаются деформации определяются в процессе лабораторных работ. Важно выяснить не только относительную просадочность, но и начальное давление и начальную влажность просадки. Это минимальные значения данных показателей свойств, при котором начинается процесс.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10х15 см или 15х20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не

разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Произвести определение границ текучести и раскатывания.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 7 (1,5 часа)

Тема: Механические свойства грунтов. Плотность и влажность грунтов.

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Плотностью грунта называется масса единицы объема грунта с естественной влажностью и природным (ненарушенным) сложением. Эту величину измеряют в г/см^3 или т/м^3 .

Плотность зависит от минерального состава, пористости и влажности грунта: с увеличением содержания тяжелых минералов плотность увеличивается, а при увеличении содержания органических веществ — уменьшается; с увеличением влажности плотность увеличивается (максимальное значение при данной пористости плотность грунта достигает при полном заполнении пор водой); при увеличении пористости плотность уменьшается.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВЛАЖНОГО ГРУНТА МЕТОДОМ РЕЖУЩЕГО КОЛЬЦА (по ГОСТ 5180-84)

Этот метод применяют для грунтов, легко поддающихся резке ножом и не крошащихся — глин, суглинков, супесей и песков.

Ход работы

1. Согласно требованиям выбрать режущее кольцо-пробоотборник.

Таблица 1

Параметры пробоотборника в зависимости от вида грунта

Наименование и состояние грунтов	Размеры кольца-пробоотборника			
	Толщина стенки, мм	диаметр внутренний (d), мм	высота (h), мм	угол заточки наружного режущего края
Немерзлые пылевато-глинистые грунты	1,5-2,0	>50	$0,8d > h > 0,3d$	Не более 30°
Немерзлые и сыпучемерзлые песчаные грунты	2,0-4,0	>70	$d > h > 0,3d$	Не более 30°
Мерзлые пылевато-глинистые грунты	3,0-4,0	>80	$h = d$	Не более 45°

Примечание. Кольца-пробоотборники изготавливают из стали с антикоррозионным покрытием или из других материалов, не уступающих по твердости и коррозионной стойкости.

2. Кольца пронумеровать, измерить внутренний диаметр и высоту (с погрешностью не более 0,1мм) и взвесить (m_1). По результатам измерений вычислить объем кольца с точностью до 0,1 см³ (V).
3. Крышечки пронумеровать и взвесить (m_1). Результаты взвешивания занести в журнал
4. Кольцо-пробоотборник смазать с внутренней стороны тонким слоем вазелина или консистентной смазки.
5. Верхнюю зачищенную плоскость образца грунта выровнять, срезая излишки грунта ножом, установить на ней режущий край кольца и винтовым прессом (или вручную через насадку) слегка вдавить кольцо в грунт, фиксируя границу образца для испытаний. Затем, грунт обрезать на глубину 5-10мм ниже режущего края кольца, формируя столбик диаметром на 1-2мм больше наружного диаметра кольца. Периодически, по мере срезания грунта, легким нажимом пресса или насадки насаживать кольцо на столбик грунта, не допуская перекосов. После заполнения кольца грунт подрезать на 8-10мм ниже режущего кольца и отделить его. Грунт, выступающий за края кольца, срезать ножом и зачистить поверхность грунта вровень с краями.
6. При пластичном или сыпучем грунте кольцо плавно, без перекосов вдавить в него и удалить грунт вокруг кольца. Затем, зачистить поверхность грунта и закрыть его крышечками.
7. Кольцо с грунтом и крышками взвесить (m_2)/
8. Плотность грунта (ρ , г/см³) вычислить по формуле:

$$\rho = (m_2 - m_0 - m_1) / V,$$
где m_1 -масса с кольцом и с крышечками, г; m_0 -масса кольца, г;
 m_1 -масса крышечек, г; V- внутренний объем кольца, см³.

Таблица 2

Журнал определения плотности методом режущих колец.

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер образца и номер выработки	Глубина отбора образца грунта, м	Номер кольца	Номер пластинок		Масса кольца, г.	Масса кольца с	Масса пластинок г		Масса грунта, г	Объем грунта, см ³	Плотность грунта, г/см ³ $\rho = \frac{m_2 - m_0 - m_1}{V}$	
					верх	нижн	m_0	m_2	верхней m_1^B	нижней m_1^H	m_r	v	ρ_i	ρ
1	0102	6/15	1,8-1,9	8	1	2	35,05	326,55	15,00	14,00	262,5	150,0	1,75	1,74
				9	1	2	38,10	328,30	15,15	13,90	261,15	150,0	1,74	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА ВЕСОВЫМ СПОСОБОМ (ПО ГОСТ 5180-84)

Ход работ

Взвесить бюкс с крышкой, обозначив его массу m_0 .

Взять 15-50г исследуемого грунта, поместить его в бюкс, закрыть крышкой и взвесить, обозначив массу бюкса с грунтом m_1 . Взвешенный бюкс с приоткрытой крышкой поставить в сушильный шкаф (термостат) и выдерживать образец при температуре 105 ± 2 °С в течение 3 ч. для песчаных грунтов, для остальных — 5 ч. Загипсованные грунты высушивать при температуре 80 ± 2 °С первично — в течение 8 ч, последующие высушивания — в течение 2 ч.

Закрывать бюкс с высушенным грунтом крышкой и охладить его в течение 30-40 минут в эксикаторе, на дне которого насыпан хлористый кальций, поглощающий пары воды.

Взвесить охлажденный бюкс с грунтом, а затем вновь поставить его в сушильный шкаф для дополнительного высушивания при температуре от $105^{\circ} + 2$ °С до $105^{\circ} - 2^{\circ}$ течение 1 ч. для песчаных грунтов, для остальных 2 ч.

Повторять операции, указанные в п.п. 4 и 5, до тех пор, пока разница между двумя последующими взвешиваниями не превысит $\pm 0,02$ г. За результат взвешивания принять наименьшую массу бюкса с грунтом m_2 .

Вычислять влажность грунта по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0},$$

где m_1 , — масса бюкса с крышкой и грунтом до высушивания, г; m_2 — масса бюкса с крышкой и грунтом после высушивания, г; m_0 — масса бюкса с крышкой, г.

Все взвешивания производить на весах с точностью до 0,01г.

Для каждого образца грунта провести не менее двух определений влажности и подсчитать среднее значение.

При обработке данных испытаний результаты вычислений выражать с точностью до 0,1 % при влажности грунтов до 30 % и с точностью до 1%: при влажности грунтов выше 30 %.

Данные анализа и вычислений занести в журнал (табл. 2.5.2.1.)

Таблица 3

Журнал определения влажности весовым способом

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер	Номер выработки	Глубина отбора пробы	Номер бюкса	Масса бюкса, г	Масса бюкса с влажным	Масса бюкса с высушенным	Влажность грунта: $w = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0}$	w
						m_0	m_1	m_2		
1	2.X	1 2	4	5,2	62	80,11	96,21	94,76	0,10	0,11
					50	75,16	95,42	90,69	0,11	

ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА

В отличие от гранулометрического состава влажность грунта более чутко реагирует на внешние воздействия. Несмотря на строгое соблюдение правил, предусмотренных ГОСТ 12071-94, изменение влажности грунта начинается в процессе проходки скважины или шурфа под воздействием бурового, проходческого или пробоотборного инструмента вследствие перераспределения напряженного состояния, деструктурирования, изменений температурных условий и влажностного режима. Учесть влияние всех перечисленных процессов на изменение влажности отбираемого образца трудно. Наиболее часто используемый прием, позволяющий выявить роль этой составляющей погрешности определения влажности, — сравнительная оценка результатов анализов образцов, отобранных из скважины и шурфа. При этом влажность образцов, отобранных из шурфа, считается соответствующей естественной влажности массива.

Природная влажность изменяется при консервации, транспортировке и хранении образцов. Условия хранения образцов грунта регламентированы ГОСТ 12071-94. Данные

об их влиянии на скорость и величину изменения влажности разнообразны. В работах Г. М. Березкиной, Н. С. Морозова и других установлено, что при хранении монолитов в течение трех месяцев уменьшение W не превышает 2 %. Поэтому Н. С. Морозов полагает, что можно увеличить срок хранения до восьми месяцев. В то же время А. Г. Кашназаров указывает на существование изменения не только W , но и p , n , ϕ и s , начинающегося с момента упаковки монолита и рекомендует ограничить срок хранения образцов одним месяцем.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10х15 см или 15х20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Произвести определение влажности грунтов.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 8 (1,5 часа)

Тема: Полевые методы определения характеристик деформируемости и прочности грунтов. Определение коэффициента фильтрации песков в трубке спецгео

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Фильтрационные свойства песчаных грунтов могут быть определены в трубке СПЕЦГЕО (рис. 5.6.2.).

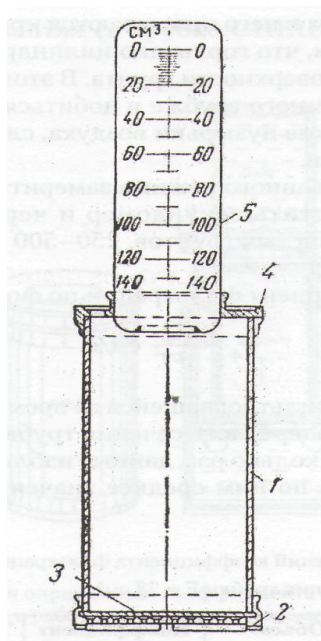


Рис. 5.6.2.

Трубка СПЕЦГЕО для определения коэффициента фильтрации

Прибор, называемый трубкой СПЕЦГЕО состоит из основной трубки 1, нижней крышки 2 с сеткой 3, верхней крышки 4 и стеклянного мерного цилиндра 5. Мерный цилиндр снабжен шкалой с ценой деления 1 см.

Ход работ

5.7.1. Заполнить трубку 1 испытуемым грунтом (если требуется определить коэффициент фильтрации в образце с ненарушенной структурой, то трубку надо вдавить в грунт). Трубку заполнять песком послойно (по 2 см) под водой во избежание сортировки песка, а также для удаления защемленного воздуха.

5.7.2. Заполнить мерный цилиндр водой, перевернуть его над трубкой и укрепить в верхней крышке так, чтобы горлышко его отстояло от поверхности грунта в трубке приблизительно на 0,5-1 мм.

В таком виде мерный цилиндр будет автоматически поддерживать над образцом постоянный уровень воды. Как только вследствие просачивания воды через образец, этот уровень понизится, в мерный цилиндр прорвется пузырек воздуха и соответствующее количество воды из него выйдет. Этим достигается постоянство градиента, численное значение которого равно единице, т. к. в данном случае напор равен длине пути фильтрации. Если после установки цилиндра в него прорываются крупные пузырьки воздуха, это свидетельствует о том, что горлышко цилиндра находится на слишком большом расстоянии от поверхности грунта. В этом случае необходимо вдавить мерный цилиндр немного глубже и добиться, чтобы в нем через воду поднимались только мелкие пузырьки воздуха, следующие один за другим на одинаковом расстоянии.

5.7.3. По достижении указанного режима замерить по шкале уровень воды в мерном цилиндре, пустить секундомер и через определенное время (50-100с для среднезернистых грунтов, 250-500с для глинистых песков) замерить второй уровень.

5.7.4. Подсчитать коэффициент фильтрации по формуле:

$$k_{\phi} = \frac{Q}{FT} \text{ см/с,}$$

где Q — объем воды, профильтровавшейся за время T , см^3 ; T — время фильтрации, с; F — площадь поперечного сечения трубки, см^2 .

5.7.5. Повторить опыт несколько раз, данные наблюдений занести в журнал (табл. 5.7.5.) и вычислить по ним среднее значение коэффициента фильтрации.

Таблица 5.7.5.

Журнал определений коэффициента фильтрации в трубке СПЕЦГЕО. Площадь поперечного сечения трубки $F = 25 \text{ см}^2$

№ опыта	Краткое	Время	Объем	Коэффициент	Температура	Средний
	описание грунта	фильтрации, с	профильтровавшейся воды, $\text{см}^3/\text{с}$	фильтрации,	воды, $^{\circ}\text{C}$	коэффициент
		T	Q	K_{ϕ}	t	K_{ϕ}
1	Мелко-	170	10	0,0021	17	
	зерни-	282	15	0,0019		0,0022
	стый песок	86	20	0,0025		

Часто на мерном цилиндре бывает нанесена вторая шкала, деления которой показывают отношение объема к площади поперечного сечения трубки. По этой шкале коэффициент фильтрации определяют непосредственно отсчетом за время $T = 100\text{с}$. Например, если начальный уровень воды в цилиндре был на делении 1,5, а через 100с опустился до деления 2,7, то коэффициент фильтрации:

$$k_{\phi} = \frac{2,7 - 1,5}{100} = 0,012 \text{ см/с.}$$

Д. И. Знаменский предложил новый вариант трубки СПЕЦГЕО, названный прибором КФЗ. В отличие от трубки СПЕЦГЕО этот прибор снабжен специальным приспособлением, позволяющим проводить опыты при различных напорных градиентах (в трубке СПЕЦГЕО напорный градиент всегда равен единице).

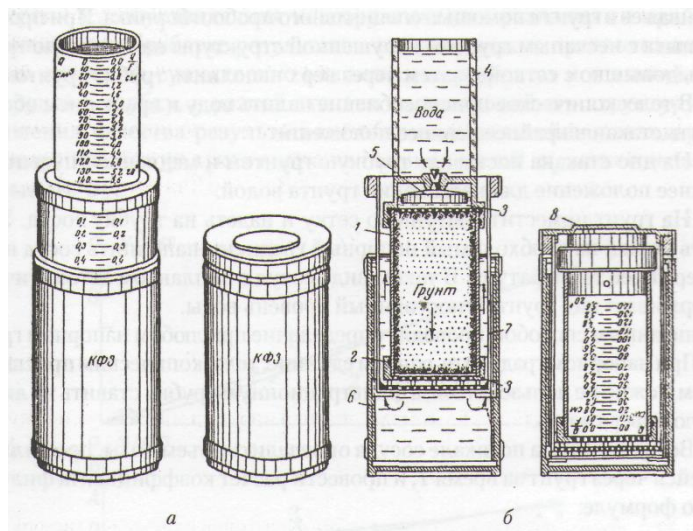


Рис. 5.7.2.

Прибор КФЗ для определения коэффициента фильтрации: а — общий вид прибора; б — разрез прибора в рабочем и походном положении (пояснения см. в тексте)

Прибор КФЗ (рис. 5.7.2.) состоит из фильтрационной трубки и специального винтового телескопического приспособления, которое служит для насыщения грунта водой и регулирования напора. Одновременно это приспособление служит футляром прибора.

Фильтрационная трубка состоит из основной металлической трубки 1 с заостренными краями, доньшка 2, которое надевается на нижнюю часть трубки и латунных сеток 3. В верхней части трубки устанавливается сосуд 4, изготовленный из прозрачного органического стекла или полистирола, на одной стороне которого нанесена шкала объема Q , а на другой — шкала

отношения $—Q/P$ (где F — площадь сечения сосуда). В дне сосуда установлен поплавок 5 с двумя конусными клапанами; нижний клапан автоматически регулирует постоянный уровень воды в фильтрационной трубке, а верхний не дает воде вытекать из сосуда при снятии его с фильтрационной трубки.

Телескопическое приспособление состоит из обоймы 6, имеющей внутреннюю резьбу и стакана 7, имеющего в основании наружную резьбу. Корпус стакана имеет шкалу напорного градиента (от 0 до 1) с ценой деления 0,1. Телескопическое приспособление закрывается крышкой 8.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- трубка СПЕЦГЕО.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытуемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электроцитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Пробу грунта с ненарушенной структурой отобрать основной трубкой, вдавливая ее в грунт с помощью специального пробоотборника. При проведении опыта с песчаным грунтом нарушенной структуры на основную трубку надеть донышко с сеткой и затем через верх наполнить трубку грунтом.

В телескопическое приспособление налить воду и вращением обоймы поднять стакан в крайнее верхнее положение.

На дно стакана поставить трубку с грунтом и медленно опустить его в нижнее положение для насыщения грунта водой.

На грунт поместить латунную сетку и надеть на трубку сосуд. Установить стакан на необходимый напорный градиент, наполнить сосуд водой и измерить ее температуру. В таком виде сосуд с поплавком автоматически поддерживает над грунтом постоянный уровень воды.

Описанным способом проводят определение при любом напорном градиенте. При напорном градиенте, равном единице, телескопическим приспособлением можно не пользоваться, а фильтрационную трубку ставить на любую ровную поверхность.

5.8.5. Во время опыта по шкале сосуда определить объем воды, профильтровавшейся через грунт за время T , и провести расчет коэффициента фильтрации по формуле:

$$k_{\phi} = \frac{86,4 \cdot Q}{TFI} \text{ м/сут,}$$

где Q — объем профильтровавшейся воды, см^3 ; T — время фильтрации, с; F — площадь поперечного сечения трубки, равная 25 см^2 ; I — напорный градиент.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 9 (1,5 часа)

Тема: Предел пластичности грунтов. Определение границы текучести w_R LR (для глинистого грунта)

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Понятие предел пластичности применимо только для глинистых грунтов. Их существует два: на границе текучести, или верхний и раскатывания, или нижний. Граница текучести означает то значение влажности, при котором грунт переходит в текучее состояние. Границей раскатывания называют влажность, при которой образец приобретает пластические свойства.

Определение границы текучести

Границу текучести (верхний предел) в России определяют с помощью конуса Васильева. В ЕС и США приняты другие методики.

Для подготовки к испытаниям делают грунтовую пасту. Образец разминают шпателем в фарфоровой чашке или нарезают тонкой стружкой. Отбирают порядка 300 г полученного полуфабриката и растирают через сито с сеткой №1. Потом выдерживают в стеклянной посуде под крышкой 2 часа. Лишнюю влагу удаляют, обжимая комок, помещенный в х/б ткань.

Для проведения опыта наполняют стеклянный стакан до краев полученной пастой, без воздуха, вровень с краями. Балансирный конус, смазанный вазелином, плавно опускают в стакан. Необходимо добиться, чтобы острие конуса погрузилось в грунтовую пасту на 10 мм за 5 с.

Если глубина меньше - пасту достают, добавляю дистиллированной воды, и все повторяют снова. Если конус ушел глубже, то пасту подсушивают на воздухе.

Когда результат достигнут, отбирают 15-50 г и определяют влажность по методике высушивания до постоянной массы.

Определение границы раскатывания

Критерием границы раскатывания (нижний предел) считается та влажность, при которой колбаски, скатываемые из грунта, при диаметре 3 мм начинают распадаться на кусочки длиной 3-10 мм.

Сначала готовят пасту, как для опыта с границей текучести. Потом на стеклянной пластине руками катают жгуты до тех пор, пока не будет достигнут необходимый результат. Кусочки колбасок собирают в бюкс до достижения массы 15-50 г и определяют влажность высушиванием до постоянной массы.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;

- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10х15 см или 15х20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Произвести определение границ текучести w_R LR (для глинистого грунта).
2. Произвести определение границ предела пластичности грунтов.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 10 (1,5 часа)

Тема: Определение оптимальной влажности и максимальной плотности грунтов в приборе конструкции ДОРНИИ

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

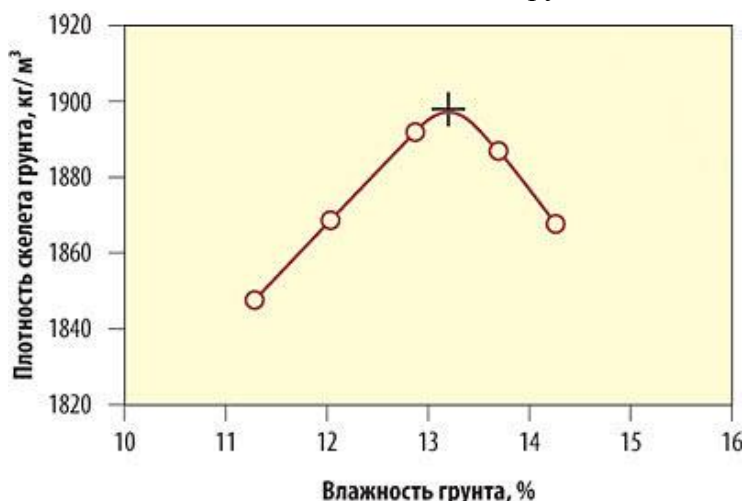
Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Оптимальная влажность грунта

От влажности грунта зависят его другие характеристики: в первую очередь его несущая способность. У всех грунтов с повышением влажности несущая способность уменьшается, исключение составляют только крупнообломочные породы и крупный гравелистый песок. Однако высушить весь грунт на строительной площадке, чтобы повысить его несущую способность, невозможно, поэтому влажность грунта надо принимать как данность и просто делать поправку на уменьшение несущей способности грунта.

Для работ по уплотнению грунта влажность так же важна, но в этом случае есть возможность её изменить. Когда готовится песчаная подушка под фундамент или делается обратная засыпка песком или глиной, засыпаемый грунт можно как подсушить, так и увлажнить.



Зависимость максимальной плотности грунта от влажности.

Обычно приходится увлажнять грунт, чтобы повысить его пластичность; это ускоряет его уплотнение.

Точное значение оптимальной влажности для конкретного грунта определяют в лабораториях методом стандартного уплотнения: грунт испытывают при разной влажности и определяют при каком её значении достигается максимальное уплотнение. Это и есть оптимальная влажность для грунта.

Ориентировочные значения оптимальной влажности для основных типов грунта приведены в таблице:

Грунт	Оптимальная влажность, %
-------	--------------------------

песок	8-14
супесь	9-15
суглинок	12-18
глина	16-26

Определение степени уплотнения грунта, проводится в рамках контроля выполнения земляных работ и проверки соответствия показателей уплотнения проектным значениям. Измерения проводятся в основании котлованов и траншей, в том числе при их обратной засыпке, а также при строительстве автомобильных и железных дорог. В процессе работ определяется коэффициент уплотнения, который показывает степень соответствия фактической плотности максимальной плотности, до которой можно уплотнить грунт (метод стандартного уплотнения по ГОСТ 22733-2002). Определение максимальной плотности при оптимальной влажности (методом стандартного уплотнения) в грунтовой лаборатории ООО «Геопроектизыскания» проводятся на приборе стандартного уплотнения ГТ 1.4.1. (Геотек). Процесс уплотнения (подъем-сброс, подсчет количества ударов) полностью автоматизирован. Для испытания грунта методом стандартного уплотнения по (ГОСТ 22733-2002) используют образцы грунта нарушенного сложения, отобранные из горных выработок. Число последовательных испытаний грунта при увеличении его влажности должно быть не менее пяти, а также достаточным для выявления максимального значения плотности сухого грунта по графику стандартного уплотнения.

Необходимая для подготовки пробы грунта масса образца грунта нарушенного сложения при естественной влажности должна быть не менее 10 кг при наличии в грунте частиц крупнее 10 мм и не менее 6 кг - при отсутствии частиц крупнее 10 мм. Испытание проводят, последовательно увеличивая влажность грунта испытываемой пробы на 1-2% - для несвязных грунтов и на 2-3% - для связных грунтов. Испытание следует считать законченным, когда с повышением влажности пробы при последующих двух испытаниях происходит последовательное уменьшение значений массы и плотности уплотняемого образца грунта, а также, когда при ударах происходит отжатие воды или выделение разжиженного грунта через соединения формы. По полученным в результате последовательных испытаний значениям строят график зависимости изменения значений плотности сухого грунта от влажности.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- приборе конструкции ДОРНИИ.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных

машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электроцитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Произвести определение оптимальной влажности и максимальной плотности грунтов в приборе конструкции ДОРНИИ.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 11 (3,0 часа)

Тема: Определение показателей деформируемости грунта способом компрессии в одометре

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Настоящая методика лабораторного определения сжимаемости распространяется на грунты природного и нарушенного сложения: глинистые с показателем консистенции $I_L > 0,25$, пылеватые и мелкие пески, а также заторфованные разности названных грунтов. Стандарт не распространяется на глинистые грунты, содержащие крупнообломочные включения с размерами зерен более 5мм, а также на просадочные и набухающие грунты.

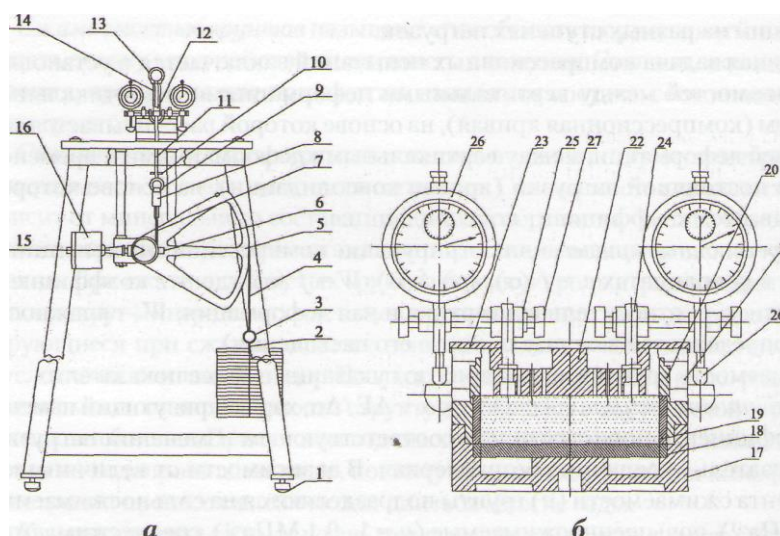


Рис.6.6.1.

Компрессионный прибор КПр-1: конструкция прибора (а), одометр (б)(пояснения см. в тексте)

Прибор КПр-1 состоит из следующих узлов: стола, одометра и секторного рычага в сборе. Корпус одометра разъемный; он включает днище 17 (рис.6. 6.1) верхнюю часть 2 и перфорированное дно 18. Днище и верхняя часть свинчиваются. Зажимное кольцо 19, высотой 2,5см, с площадью поперечного сечения 60 см², помещается на перфорированное дно и прижимается стяжным кольцом 20. Перфорированное дно имеет кольцевые и радиальные канавки, служащие для подтока воды к основанию образца при его замачивании.

На образец накладывается штамп 22 и сверху прижимается арретиром 23.Одометр в собранном виде устанавливается на столе прибора. Положение фиксируется штифтом.

Нагрузка на образец осуществляется через систему рычагов (с соотношением плеч 1:10) грузами, укладываемыми на подвеску 2, через сектор 5 и раму, состоящую из

натяжного винта 8, нижнего коромысла 9, стяжек 11, верхнего коромысла 13, упора 14. Для создания давления $0,25 \text{ кг/см}^2$ на подвеску следует положить груз $1,26 \text{ кг}$, для создания давления $0,5 \text{ кг/см}^2$ — добавить груз массой $1,5 \text{ кг}$. Далее ступени нагрузки прикладывать из расчета 6 кг на 1 кгс/см^2 .

Конструкция прибора обеспечивает подачу воды к образцу снизу и отвод ее. Компрессионные приборы должны устанавливаться в лаборатории на жестком основании, исключающем вибрацию. Горизонтальность установки прибора проверяется по уровню. В помещении во время испытаний должна поддерживаться положительная температура. Испытания сжимаемости грунтов следует проводить в диапазоне давлений, определяемых заданием и программой исследований, или в пределах полуторакратной величины условных расчетных давлений на глинистые грунты, мелкие и пылеватые пески (руководствуясь СП50-101-2004).

Проверка установки прибора

Проведение испытаний начинается с проверки установки прибора:

- горизонтальности положения панели стола;
- уравновешенности сектора перемещения противовеса 16 по резьбе рычага 15;
- уравновешенности рычагов вертикального давления (рычаг должен выходить из равновесия под влиянием груза массой не более 50 г);
- положения грузового троса 4, который должен лежать в канавке сектора без перекручивания и изгибов.

Тарировка прибора

1. Для тарировки прибора в рабочее кольцо заложить специальный металлический вкладыш, покрытый с двух сторон бумажными фильтрами, смоченными водой.

2. Прибор нагружать ступенями давления по $0,05 \text{ МПа}$ до необходимой для образца нагрузки (максимальное давление на вкладыш $1,0 \text{ МПа}$) с выдержкой по 2 мин , затем, разгружать в обратной последовательности.

3. Деформации прибора замерять по индикаторам через 2 мин после приложения нагрузки.

4. Тарировку провести трехкратно каждый раз с заменой фильтров на новые.

5. По результатам тарировки компрессионного прибора составить таблицу величин деформаций (ϵ) при различных давлениях (табл. 6.1).

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- компрессионный прибор КПр-1;
- одометр;

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя.

Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Произвести определение показателей деформируемости грунта способом компрессии в одометре.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 12 (1,5 часа)

Тема: Определение просадочности лёссовых грунтов методом двух кривых

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Вырезать из монолита образец с помощью режущего кольца, как описано в лабораторной работе №6.

2. Определить влажность образца весовым способом и плотность методом режущего кольца.

3. Произвести сборку прибора.

4. Один образец испытывать по методу одной кривой, изложенному в лабораторной работе №6. Для предохранения грунта в приборе от высыхания обложить цилиндр и поршень прибора влажной ватой.

5. Второй образец до его нагрузки замочить до полного водонасыщения; начать замачивание не менее чем за 3 ч до передачи первой ступени давления при испытаниях лёссовидных супесей и 6 ч — при испытаниях лёссовидных суглинков и глин; замачивание проводить снизу.

6. Ступени давления при испытаниях образцов принимать равными 0,05 МПа; если величина $P < 0,15$ МПа, ступени должны быть 0,025 МПа.

7. Каждую ступень давления выдержать до условной стабилизации деформации образца — 0,01 мм за 3 ч.

8. После приложения каждой ступени давления проводить отсчеты по индикатору через 5, 10, 30 мин от начала испытаний, затем через каждый час до конца рабочего дня, а в последующие дни — через каждые 3 ч до условной стабилизации деформации.

9. Результаты записать в журнал (табл. 8.6.1).

10. После окончания испытаний разгрузить приборы, определить плотность и влажность образцов после опыта.

11. Величины относительной просадочности определить как разность значений относительного сжатия ϵ при данном давлении образцов в водо-насыщенном и природном состояниях, зная, что:

$$\epsilon_{sl} = \frac{\Delta h}{h_0},$$

где Δh — абсолютная деформация грунта при данном давлении; h_0 — высота грунта с природной влажностью при природном давлении.

12. По величинам относительной деформации образцов построить зависимости $\epsilon = f(P)$ с отображением просадочных деформаций (рис. 7.6.1.). Масштабы: для относительного сжатия (по вертикали) 0,01 МПа — 10 мм; для давления (по горизонтали) 0,1 МПа — 20 мм.

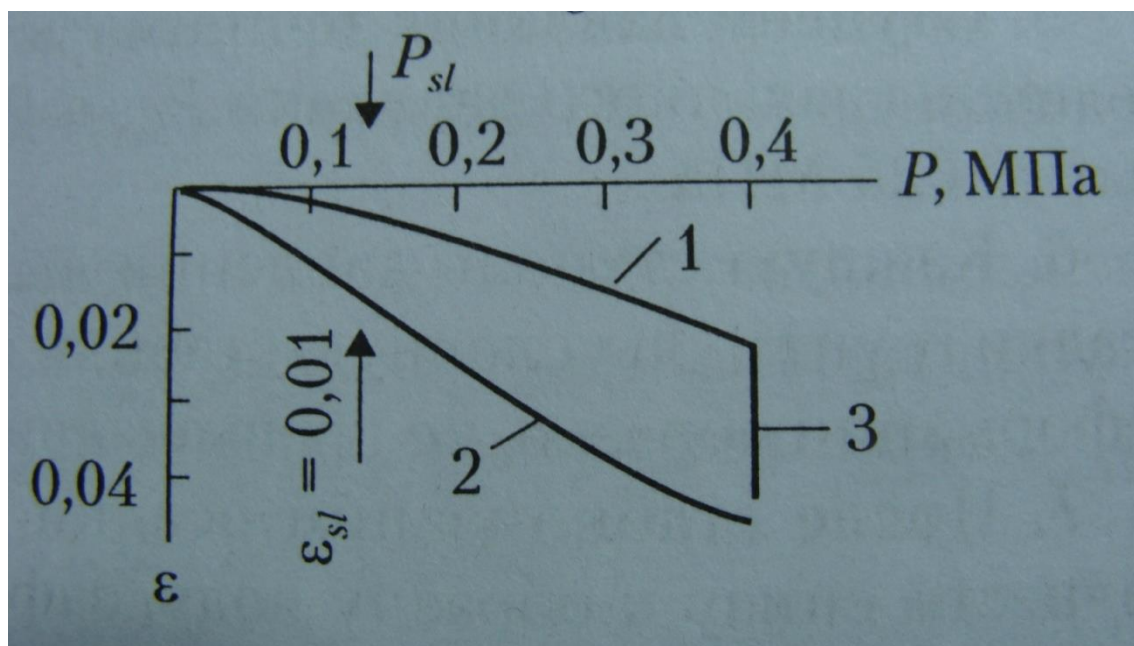


Рис. 7.6.1.

Кривые испытаний просадочности лессовых грунтов по схеме двух кривых, построенные в координатах: коэффициент относительной деформации образца ε - давление P . Кривые относительного сжатия грунта: 1 - при природной влажности; 2 - в водонасыщенном состоянии; 3 - дополнительное относительное сжатие в результате замачивания.

13. Результаты определения относительной просадочности выразить с точностью до 0,001.

Таблица 7.6.1. Журнал определения просадочности

Прибор №	1	Плотность твердой фазы грунта, г/см ³ 2,68
Высота кольца, см	2,0	Естественная влажность до опыта, % 10
Диаметр кольца, см	-	Естественная влажность после опыта, % 28
Площадь кольца, см ²	40	Плотность грунта до опыта, г/см ³ 1,38
Объем кольца, см ³	80	Плотность грунта после опыта, г/см ³ 1,89
Масса кольца, г	120	Коэффициент пористости до опыта 1,14
Масса грунта с кольцом, г	230,4	Коэффициент пористости после опыта 0,81
Масса грунта, г	110,4	Природное давление, МПа 0,05

Дата	Время замера (ч, мин)	Общая нагрузка на рычаг прибора, кг	Вертикальное давление, МПа	Показания индикаторов	Деформация образца прибора, мм	Деформация прибора, мм	Деформация образца, мм	Высота образца, мм	Относительная деформация образца, мм	Относительная просадочность
		Q	P	n_i	$\Delta h + h_{np}$	h_{np}	Δh	h_i	$\varepsilon = \Delta h / h_0$	e_{sl}
20.07.2007	10.00	0	0,05	5,875	0,455	0,015	0,440	19,56	0,926 0,869	0,058
		0,5 1,0	0,1	5,420	0,900	0,030	0,870	18,12		
		1,5 2,0	0,15	4,975	1,445	0,045	1,400	16,99		
		замачивание	0,2	4,430	1,940	0,060	1,880			
			0,2	3,935 2,865	3,010		3,010			

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- одометр;

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины.

Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Произвести определение просадочности лёссовых грунтов методом двух кривых.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 13 (1,5 часа)

Тема: Определение показателей прочности грунта в приборе одноплоскостного среза

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Испытание грунта методом одноплоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивление грунта срезу τ ; угла внутреннего трения φ , удельного сцепления c для песков (кроме гравелистых и крупных), глинистых и органо-минеральных грунтов.

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

Испытания образцов грунта проводят по двум режимам нагружения сдвигающей нагрузкой. В первом случае, применяется статическое нагружение ступенями с выдержкой на каждой ступени до условной стабилизации деформаций. Во втором случае, применяется кинематическое нагружение, непрерывно с заданной скоростью движения (табл. 2) срезной коробки прибора. Эти условия нагружения реализуются в двух приборах различной конструкции, которая приведена на рис. 1,2 и рис. 3.

Сопротивление грунта срезу определяют как предельное среднее касательное напряжение, при котором образец грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном напряжении. Для определения c и φ необходимо провести не менее трех испытаний при различных значениях нормального напряжения.

Испытания проводят по следующим схемам:

- консолидированно-дренированное испытание - для песков и глинистых грунтов независимо от их степени влажности в стабилизированном состоянии;
- неконсолидированно-недренированное испытание - для водонасыщенных глинистых и органо-минеральных грунтов в нестабилизированном состоянии и просадочных грунтов, приведенных в водонасыщенное состояние замачиванием без приложения нагрузки.

Консолидированно-дренированные испытания

На образец грунта передают то же нормальное давление, при котором происходило предварительное уплотнение грунта, за исключением образцов просадочного грунта, испытываемых в водонасыщенном состоянии. В этом случае нормальное давление при срезе должно составлять 0,1; 0,2; 0,3 МПа.

Нормальную нагрузку передают на образец в одну ступень и выдержают ее не менее:

- 5 мин - для песков;
- 15 мин - для супесей;
- 30 мин - для суглинков и глин;

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения должны составлять 5% от значения нормальной нагрузки, при которой производят срез. На каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформаций среза через каждые 2 мин, уменьшая интервал между измерениями до 1 мин в период затухания деформации до ее условной стабилизации.

За критерий условной стабилизации деформации среза принимают скорость деформации, не превышающую 0,01 мм/мин.

При непрерывно возрастающей касательной нагрузке скорость среза должна быть постоянной и соответствовать указанной в таблице 1.

Таблица 1

Грунты	Скорость среза, мм/мин
Пески	$\leq 0,5$
Супеси	$\leq 0,1$
Суглинки	$\leq 0,05$
Глины с $I_p < 30\%$	$\leq 0,02$
Глины с $I_p > 30\%$	$\leq 0,01$

Испытание следует считать законченным, если при приложении очередной ступени касательной нагрузки происходит мгновенный срез (срыв) одной части образца по отношению к другой или общая деформация среза превысит 5 мм.

При проведении среза с постоянной скоростью за окончание испытаний принимают момент, когда срезающая нагрузка достигнет максимального значения, после чего наблюдается некоторое ее снижение или установление постоянного значения, или общая деформация среза превысит 5 мм.

Неконсолидированно-недренированные испытания

На образец грунта передают сразу в одну ступень нормальное давление P , при котором будет производиться срез образца. Значения P принимают по таблице 2.

Если при давлениях 0,125 и 0,15 МПа происходит выдавливание грунта в зазор между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, необходимо их уменьшить на 0,025 МПа.

Сразу после передачи нормальной нагрузки приводят в действие механизм для создания касательной нагрузки и производят срез образца грунта не более чем за 2 мин с момента приложения нормальной нагрузки.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения не должны превышать 10% значения нормального давления, при котором производится срез, и приложение ступеней должно следовать через каждые 10-15 с.

При передаче непрерывно возрастающей касательной нагрузки скорость среза принимают в интервале 2-3 мм/мин так, чтобы срез проходил в течение указанного времени.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- компрессионный прибор КПр-1;
- одометр;

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Произвести определение показателей прочности грунта в приборе одноплоскостного среза.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 14 (1,5 часа)

Тема: Определение плотности ρ и удельного веса γ грунта методом взвешивания в воде

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Для испытания методом вращательного среза в полевых условиях, предварительно на определенную глубину разрабатывают скважину или шурф, в забой (или на дно) которого погружают крыльчатку.

9.6.1. В забой скважины 1 (рис.9.6.1,а) погружается четырехлопастная крыльчатка 2 на глубину более высоты крыльчатки h от отметки забоя. Крыльчатка соединена штангой 3 со специальным вращательным устройством 4. Обычно диаметр крыльчатки d составляет 60...100мм при соотношении $h/d = 2$. Вращая крыльчатку вокруг оси, производят срез грунта по всей поверхности образующегося цилиндра. Достижение при некотором угле поворота θ рад наибольшего значения крутящего момента $M_{\max}$ свидетельствует о срезе грунта, находящегося в ненарушенном состоянии. Последующее вращение крыльчатки (обычно 4...5 полных оборота) приводит к установлению постоянного значения крутящего момента $M_{\min}$ (рис.9.6.1, б), что соответствует сопротивлению сдвигу грунта нарушенного состояния. Физически это соответствует понятиям пикового и остаточного сопротивления сдвигу (рис.в).

Тогда пиковое $\tau_{\text{пр}}^1$ и остаточное $\tau_{\text{пр}}^{11}$ сопротивления сдвигу могут быть определены по формулам:

$$\tau_{\text{пр}}^1 = M_{\max}/B; \quad \tau_{\text{пр}}^{11} = M_{\min}/B,$$

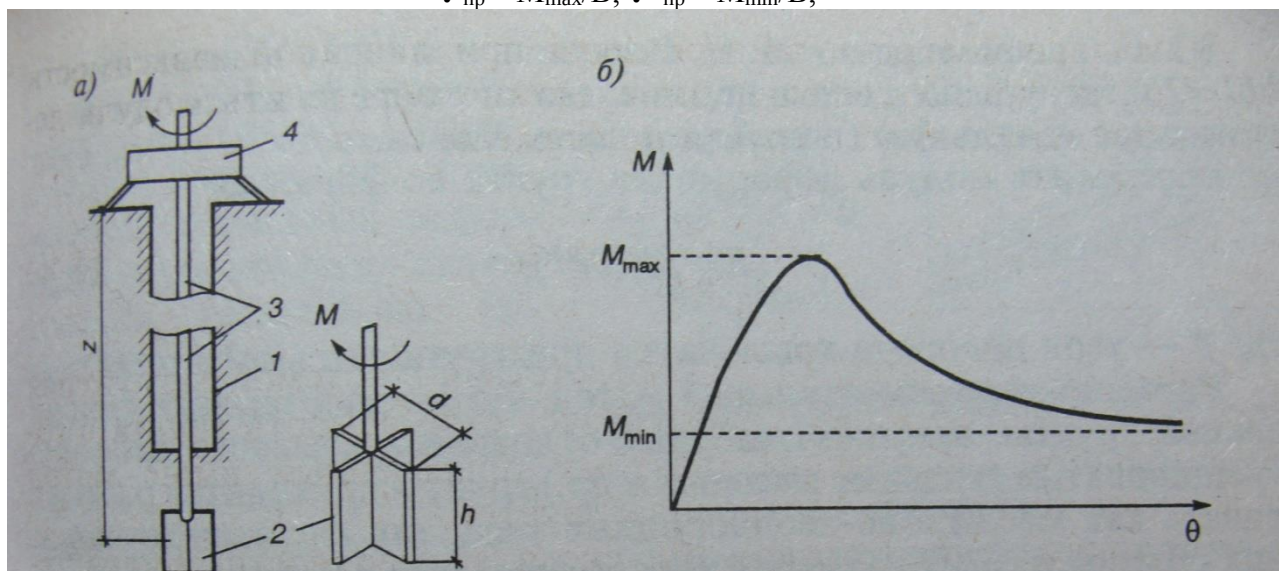
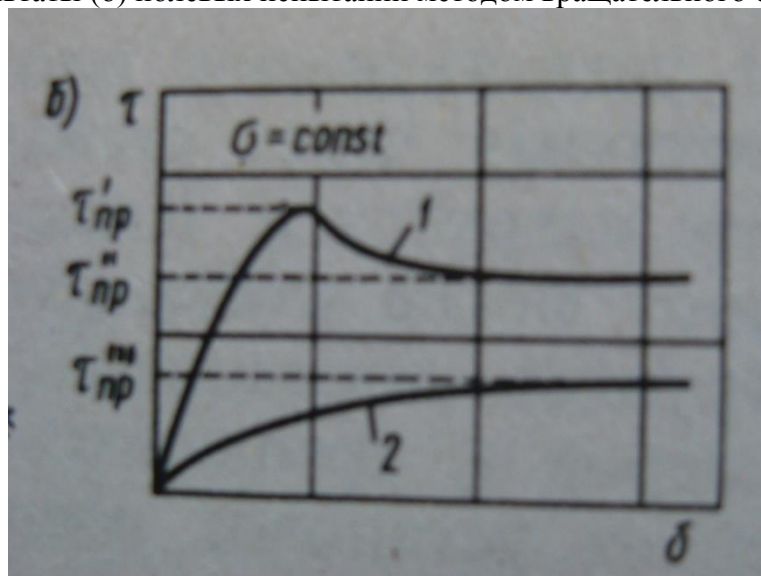


Рис. 9.6.1.

Схема (а) и результаты (б) полевых испытаний методом вращательного среза



где

$$B = \frac{\pi d^2 h}{2} \left(1 + \frac{d}{3h} \right).$$

Сопротивление сдвигу, полученное методом вращательного среза, представляет собой обобщенный показатель прочности грунта, включающий и сцепление, и трение. С некоторым приближением можно считать, что для жирных глин при $\varphi < 5^\circ$ $\tau_{np}^{11} = c$. в остальных случаях, полагая, что при достижении остаточного сопротивления сцепление практически равно нулю ($c \approx 0$), величину φ можно определить из формулы

$$\tau_{np}^{11} = \xi \sigma_g \varphi,$$

где ξ - коэффициент бокового давления грунта в состоянии покоя;

σ_g - природное давление вышележащих слоев грунта в уровне середины крыльчатки.

В последнем случае величина сцепления составит

$$c = \tau_{np}^1 - \tau_{np}^{11}$$

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10x15 см или 15x20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

1. Произвести определение плотности ρ и удельного веса γ грунта методом взвешивания в воде.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 15 (1,5 часа)

Тема: Определение сопротивления грунтов сдвигу методом плоскостного среза
Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Испытание грунта методом плоскостного среза проводят для определения следующих характеристик прочности: сопротивление грунта срезу τ ; угла внутреннего трения φ ; удельного сцепления c для песков (кроме гравелистых и крупных), глинистых и органо-минеральных грунтов.

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в одноплоскостных срезных приборах с фиксированной плоскостью среза путем сдвига одной части образца относительно другой его части касательной нагрузкой при одновременном нагружении образца нагрузкой, нормальной к плоскости среза.

Испытания образцов грунта проводят по двум режимам нагружения сдвигающей нагрузкой. В первом случае, применяется статическое нагружение ступенями с выдержкой на каждой ступени до условной стабилизации деформаций. Во втором случае, применяется кинематическое нагружение, непрерывно с заданной скоростью движения (табл. 2) срезной коробки прибора. Эти условия нагружения реализуются в двух приборах различной конструкции, которая приведена на рис. 1,2 и рис. 3.

Сопротивление грунта срезу определяют как предельное среднее касательное напряжение, при котором образец грунта срезается по фиксированной плоскости при заданном нормальном напряжении. Для определения c и φ необходимо провести не менее трех испытаний при различных значениях нормального напряжения.

Испытания проводят по следующим схемам:

- консолидированно-дренированное испытание - для песков и глинистых грунтов независимо от их степени влажности в стабилизированном состоянии;

- неконсолидированно-недренированное испытание - для водонасыщенных глинистых и органо-минеральных грунтов в нестабилизированном состоянии и просадочных грунтов, приведенных в водонасыщенное состояние замачиванием без приложения нагрузки.

Консолидированно-дренированные испытания

На образец грунта передают то же нормальное давление, при котором происходило предварительное уплотнение грунта, за исключением образцов просадочного грунта, испытываемых в водонасыщенном состоянии. В этом случае нормальное давление при срезе должно составлять 0,1; 0,2; 0,3 МПа.

Нормальную нагрузку передают на образец в одну ступень и выдерживают ее не менее:

- 5 мин - для песков;
- 15 мин - для супесей;
- 30 мин - для суглинков и глин;

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения должны составлять 5% от значения нормальной нагрузки, при которой производят срез. На каждой ступени нагружения записывают показания приборов для измерения деформаций среза через каждые 2 мин, уменьшая интервал между измерениями до 1 мин в период затухания деформации до ее условной стабилизации.

За критерий условной стабилизации деформации среза принимают скорость деформации, не превышающую 0,01 мм/мин.

При непрерывно возрастающей касательной нагрузке скорость среза должна быть постоянной и соответствовать указанной в таблице 1.

Таблица 1

Грунты	Скорость среза, мм/мин
Пески	$\leq 0,5$
Супеси	$\leq 0,1$
Суглинки	$\leq 0,05$
Глины с $I_p < 30\%$	$\leq 0,02$
Глины с $I_p > 30\%$	$\leq 0,01$

Испытание следует считать законченным, если при приложении очередной ступени касательной нагрузки происходит мгновенный срез (срыв) одной части образца по отношению к другой или общая деформация среза превысит 5 мм.

При проведении среза с постоянной скоростью за окончание испытаний принимают момент, когда срезающая нагрузка достигнет максимального значения, после чего наблюдается некоторое ее снижение или установление постоянного значения, или общая деформация среза превысит 5 мм.

Неконсолидированно-недренированные испытания

На образец грунта передают сразу в одну ступень нормальное давление P , при котором будет производиться срез образца. Значения P принимают по таблице 2.

Если при давлениях 0,125 и 0,15 МПа происходит выдавливание грунта в зазор между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, необходимо их уменьшить на 0,025 МПа.

Сразу после передачи нормальной нагрузки приводят в действие механизм для создания касательной нагрузки и производят срез образца грунта не более чем за 2 мин с момента приложения нормальной нагрузки.

При передаче касательной нагрузки ступенями их значения не должны превышать 10% значения нормального давления, при котором производится срез, и приложение ступеней должно следовать через каждые 10-15 с.

При передаче непрерывно возрастающей касательной нагрузки скорость среза принимают в интервале 2-3 мм/мин так, чтобы срез проходил в течение указанного времени.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10x15 см или 15x20 см;
- ступка с резиновым пестиком;

- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытуемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

Произвести определение сопротивления грунтов сдвигу методом плоскостного среза.

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа № 16 (1,5 часа)

Тема: Определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы (применяется для песчаного и глинистого грунта)

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА МЕТОДОМ ВЫСУШИВАНИЯ ДО ПОСТОЯННОЙ массы (ПО ГОСТ 5180-84)

Ход работ

Взвесить бюкс с крышкой, обозначив его массу m_0 .

Взять 15-50г исследуемого грунта, поместить его в бюкс, закрыть крышкой и взвесить, обозначив массу бюкса с грунтом m_1 . Взвешенный бюкс с приоткрытой крышкой поставить в сушильный шкаф (термостат) и выдерживать образец при температуре 105 ± 2 °С в течение 3 ч. для песчаных грунтов, для остальных — 5 ч. Загипсованные грунты высушивать при температуре 80 ± 2 °С первично — в течение 8 ч, последующие высушивания — в течение 2 ч.

Закрыть бюкс с высушенным грунтом крышкой и охладить его в течение 30-40 минут в эксикаторе, на дне которого насыпан хлористый кальций, поглощающий пары воды.

Взвесить охлажденный бюкс с грунтом, а затем вновь поставить его в сушильный шкаф для дополнительного высушивания при температуре от $105^{\circ} + 2$ °С до $105^{\circ} - 2^{\circ}$ в течение 1 ч. для песчаных грунтов, для остальных 2 ч.

Повторять операции, указанные в п.п. 4 и 5, до тех пор, пока разница между двумя последующими взвешиваниями не превысит $\pm 0,02$ г. За результат взвешивания принять наименьшую массу бюкса с грунтом m_2 .

Вычислять влажность грунта по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0},$$

где m_1 , — масса бюкса с крышкой и грунтом до высушивания, г; m_2 — масса бюкса с крышкой и грунтом после высушивания, г; m_0 — масса бюкса с крышкой, г.

Все взвешивания производить на весах с точностью до 0,01г.

Для каждого образца грунта провести не менее двух определений влажности и подсчитать среднее значение.

При обработке данных испытаний результаты вычислений выражать с точностью до 0,1 % при влажности грунтов до 30 % и с точностью до 1%: при влажности грунтов выше 30 %.

Данные анализа и вычислений занести в журнал (табл. 2.5.2.1.).

Таблица 3

Журнал определения влажности весовым способом

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер	Номер выработки	Глубина отбора пробы	Номер бюкса	Масса бюкса, г	Масса бюкса с влажным	Масса бюкса с высушенным	Масса грунта, г	Влажность грунта: $w = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0}$	w
						m_0	m_i	m'_2	m_2^{11}		
1	2.X	1 2	4	5,2	62	80,11	96,21	94,76	94,74	0,10	0,11
					50	75,16	95,42	90,69	90,60	0,11	

В отличие от гранулометрического состава влажность грунта более чутко реагирует на внешние воздействия. Несмотря на строгое соблюдение правил, предусмотренных ГОСТ 12071-94, изменение влажности грунта начинается в процессе проходки скважины или шурфа под воздействием бурового, проходческого или пробоотборного инструмента вследствие перераспределения напряженного состояния, деструктурирования, изменений температурных условий и влажностного режима. Учесть влияние всех перечисленных процессов на изменение влажности отбираемого образца трудно. Наиболее часто используемый прием, позволяющий выявить роль этой составляющей погрешности определения влажности, — сравнительная оценка результатов анализов образцов, отобранных из скважины и шурфа. При этом влажность образцов, отобранных из шурфа, считается соответствующей естественной влажности массива.

Природная влажность изменяется при консервации, транспортировке и хранении образцов. Условия хранения образцов грунта регламентированы ГОСТ 12071-94. Данные об их влиянии на скорость и величину изменения влажности разнообразны. В работах Г. М. Березкиной, Н. С. Морозова и других установлено, что при хранении монолитов в течение трех месяцев уменьшение W не превышает 2 %. Поэтому Н. С. Морозов полагает, что можно увеличить срок хранения до восьми месяцев. В то же время А. Г. Кашназаров указывает на существование изменения не только W , но и p , n , ϕ и c , начинающегося с момента упаковки монолита и рекомендует ограничить срок хранения образцов одним месяцем.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10х15 см или 15х20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

Произвести определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы (применяется для песчаного и глинистого грунта).

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Лабораторная работа №17 (3,0 часа)

Тема: Характеристики, определяемые расчетом для пылевато-глинистых и песчаных грунтов

Цель работы:

- ознакомить студентов с лабораторными и полевыми методами определения физико-механических свойств грунтов;
- ознакомить обучающихся с основными методами расчета деформаций, прочности и устойчивости грунтов, а также - давления грунтов на ограждающие конструкции

Формируемые компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-4	способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства;
ОПК-5	способен участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства;

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Плотностью грунта называется масса единицы объема грунта с естественной влажностью и природным (нечтвенным) сложением. Эту величину измеряют в г/см³ или т/м³.

Плотность зависит от минерального состава, пористости и влажности грунта: с увеличением содержания тяжелых минералов плотность увеличивается, а при увеличении содержания органических веществ — уменьшается; с увеличением влажности плотность увеличивается (максимальное значение при данной пористости плотность грунта достигает при полном заполнении пор водой); при увеличении пористости плотность уменьшается.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВЛАЖНОГО ГРУНТА МЕТОДОМ РЕЖУЩЕГО КОЛЬЦА (по ГОСТ 5180-84)

Этот метод применяют для грунтов, легко поддающихся резке ножом и не крошащихся — глин, суглинков, супесей и песков.

Ход работы

1. Согласно требованиям выбрать режущее кольцо-пробоотборник.

Таблица 1

Параметры пробоотборника в зависимости от вида грунта

Наименование и состояние грунтов	Размеры кольца-пробоотборника			
	Толщина стенки, мм	диаметр внутренний (d), мм	высота (h), мм	угол заточки наружного режущего края
Немерзлые пылевато-глинистые грунты	1,5-2,0	>50	$0,8d > h > 0,3d$	Не более 30°
Немерзлые и сыпучемерзлые песчаные грунты	2,0-4,0	>70	$d > h > 0,3d$	Не более 30°
Мерзлые пылевато-глинистые грунты	3,0-4,0	>80	$h = d$	Не более 45°

Примечание. Кольца-пробоотборники изготавливают из стали с антикоррозионным покрытием или из других материалов, не уступающих по твердости и коррозионной стойкости.

2. Кольца пронумеровать, измерить внутренний диаметр и высоту (с погрешностью не более 0,1мм) и взвесить (m_1). По результатам измерений вычислить объем кольца с точностью до 0,1 см³ (V).

3.Крышечки пронумеровать и взвесить (m_1). Результаты взвешивания занести в журнал

4. Кольцо-пробоотборник смазать с внутренней стороны тонким слоем вазелина или консистентной смазки.

5. Верхнюю зачищенную плоскость образца грунта выровнять, срезая излишки грунта ножом, установить на ней режущий край кольца и винтовым прессом (или вручную через насадку) слегка вдавить кольцо в грунт, фиксируя границу образца для испытаний. Затем, грунт обрезать на глубину 5-10мм ниже режущего края кольца, формируя столбик диаметром на 1-2мм больше наружного диаметра кольца. Периодически, по мере срезания грунта, легким нажимом пресса или насадки насаживать кольцо на столбик грунта, не допуская перекосов. После заполнения кольца грунт подрезать на 8-10мм ниже режущего кольца и отделить его. Грунт, выступающий за края кольца, срезать ножом и зачистить поверхность грунта вровень с краями.

6.При пластичном или сыпучем грунте кольцо плавно, без перекосов вдавить в него и удалить грунт вокруг кольца. Затем, зачистить поверхность грунта и закрыть его крышечками.

7.Кольцо с грунтом и крышками взвесить (m_2)/

8.Плотность грунта (ρ , г/см³) вычислить по формуле:

$$\rho = (m_2 - m_0 - m_1) / V,$$

где m_1 -масса с кольцом и с крышечками,г; m_0 -масса кольца,г;

m_1 -масса крышечек, г; V- внутренний объем кольца, см³.

Таблица 2

Журнал определения плотности методом режущих колец.

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер образца и номер выработки	Глубина отбора образца грунта, м	Номер кольца	Номер пластинок		Масса кольца, г.	Масса кольца с	Масса пластинок		Масса грунта, г	Объем грунта, см ³	Плотность грунта, г/см ³ $\rho = \frac{m_2 - m_0 - m_1}{V}$	
					верх	нижн	m_0	m_2	верхней m_1^B	нижней m_1^H	m_r	V	ρ_i	ρ
1	010 2	6/15	1,8 1,9	8	1	2	35,05	326,55	15,00	14,00	262,5	150,0	1,7 5	1,74
				9	1	2	38,10	328,30	15,15	13,90	261,15	150,0	1,7 4	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА ВЕСОВЫМ СПОСОБОМ (ПО ГОСТ 5180-84)

Ход работ

Взвесить бюкс с крышкой, обозначив его массу m_0 .

Взять 15-50г исследуемого грунта, поместить его в бюкс, закрыть крышкой и взвесить, обозначив массу бюкса с грунтом m_1 . Взвешенный бюкс с приоткрытой крышкой поставить в сушильный шкаф (термостат) и выдерживать образец при температуре 105 ± 2 °С в течение 3 ч. для песчаных грунтов, для остальных — 5 ч. Загипсованные грунты высушивать при температуре 80 ± 2 °С первично — в течение 8 ч, последующие высушивания — в течение 2 ч.

Закрывать бюкс с высушенным грунтом крышкой и охладить его в течение 30-40 минут в эксикаторе, на дне которого насыпан хлористый кальций, поглощающий пары воды.

Взвесить охлажденный бюкс с грунтом, а затем вновь поставить его в сушильный шкаф для дополнительного высушивания при температуре от $105^{\circ} + 2$ °С до $105^{\circ} - 2^{\circ}$ течение 1 ч. для песчаных грунтов, для остальных 2 ч.

Повторять операции, указанные в п.п. 4 и 5, до тех пор, пока разница между двумя последующими взвешиваниями не превысит $\pm 0,02$ г. За результат взвешивания принять наименьшую массу бюкса с грунтом m_2 .

Вычислять влажность грунта по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0},$$

где m_1 , — масса бюкса с крышкой и грунтом до высушивания, г; m_2 — масса бюкса с крышкой и грунтом после высушивания, г; m_0 — масса бюкса с крышкой, г.

Все взвешивания производить на весах с точностью до 0,01г.

Для каждого образца грунта провести не менее двух определений влажности и подсчитать среднее значение.

При обработке данных испытаний результаты вычислений выражать с точностью до 0,1 % при влажности грунтов до 30 % и с точностью до 1%: при влажности грунтов выше 30 %.

Данные анализа и вычислений занести в журнал (табл. 2.5.2.1.).

Таблица 3

Журнал определения влажности весовым способом

№№ п/п	Дата	Лабораторный номер	Номер выработки	Глубина отбора пробы	Номер бюкса	Масса бюкса, г	Масса бюкса с влажным	Масса бюкса с высушенным	Влажность грунта: $w = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0}$	w
						m_0	m_1	m'_2		
1	2.X	1 2	4	5,2	62	80,11	96,21	94,76	94,74	0,10
					50	75,16	95,42	90,69	90,60	0,11

ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА

В отличие от гранулометрического состава влажность грунта более чутко реагирует на внешние воздействия. Несмотря на строгое соблюдение правил, предусмотренных ГОСТ 12071-94, изменение влажности грунта начинается в процессе проходки скважины или шурфа под воздействием бурового, проходческого или пробоотборного инструмента вследствие перераспределения напряженного состояния, деструктурирования, изменений температурных условий и влажностного режима. Учесть влияние всех перечисленных процессов на изменение влажности отбираемого образца трудно. Наиболее часто используемый прием, позволяющий выявить роль этой со-

ставляющей погрешности определения влажности, — сравнительная оценка результатов анализов образцов, отобранных из скважины и шурфа. При этом влажность образцов, отобранных из шурфа, считается соответствующей естественной влажности массива.

Природная влажность изменяется при консервации, транспортировке и хранении образцов. Условия хранения образцов грунта регламентированы ГОСТ 12071-94. Данные об их влиянии на скорость и величину изменения влажности разнообразны. В работах Г. М. Березкиной, Н. С. Морозова и других установлено, что при хранении монолитов в течение трех месяцев уменьшение W не превышает 2 %. Поэтому Н. С. Морозов полагает, что можно увеличить срок хранения до восьми месяцев. В то же время А. Г. Кашназаров указывает на существование изменения не только W , но и p , n , ϕ и c , начинающегося с момента упаковки монолита и рекомендует ограничить срок хранения образцов одним месяцем.

Оборудование и материалы

- сушильный шкаф;
- фарфоровая ступка;
- балансирный конус Васильева;
- электронные или технические весы с разновесами;
- эксикатор;
- бюксы;
- стекло размером 10х15 см или 15х20 см;
- ступка с резиновым пестиком;
- сито с отверстиями 1мм;
- лабораторная фарфоровая чашечка;
- лабораторное сито с размером ячеек 1мм;
- специальный стаканчик;
- подставка под специальный стаканчик;
- шпатель.

Указания по технике безопасности для студентов при проведении лабораторных работ

1. Лабораторные работы проводятся под наблюдением преподавателя или лаборанта. К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности и противопожарным мерам. После инструктажа каждый студент расписывается в специальном журнале.

2. Все механические испытания материалов проводятся учебно-вспомогательным персоналом на испытательных машинах. Студент может работать на испытательных машинах и установках только с разрешения и под руководством преподавателя. Студентам запрещается самостоятельно включать и выключать машины, проводить какие-либо операции на них и оставлять их без наблюдения в процессе работы. Студентам также не разрешается отлучаться из лаборатории до полного окончания лабораторных работ.

3. Все измерения образцов, необходимые для выполнения лабораторных испытаний, проводятся до установки их в захваты испытательных машин. Измерения образцов после испытания можно производить только после снятия последних с машины. Для визуального осмотра результатов испытаний можно подходить к машине только с разрешения преподавателя. При использовании сменных грузов не следует складывать их на краю стола во избежание падения и травмирования ими окружающих.

4. Перед началом работы проверить соответствие грузов на маятнике силоизмерителя величине ожидаемой нагрузки при испытании образца. Не разрешается испытывать образцы, требующие нагрузки большей, чем указано в технической характеристике машины.

5. Выбор приспособления для закрепления образцов должен соответствовать типу образца и виду деформации. Перед пуском машины необходимо проверить надежность закрепления испытываемого образца.

6. При проведении лабораторных испытаний нельзя находиться в непосредственной близости от движущихся частей машины. При испытании хрупких или закаленных образцов необходимо пользоваться защитным экраном из органического стекла или металлической заслонкой.

7. Корпус испытательной машины должен быть надежно заземлен. При работе на машинах и установках нельзя прикасаться к токоведущим частям, а также к электрощитам и электрорубильникам.

8. Запрещается проводить ремонтные мероприятия, устранять неисправности электрооборудования и чистить машины и установки во время работы или когда они находятся под напряжением.

9. После завершения работы студенты обязаны собрать измерительные инструменты, методические пособия и сдать их учебному лаборанту. В случае потери пособий, порчи инструментов или испытательных приборов студенты несут материальную ответственность за них.

10. При нарушении требований техники безопасности студент отстраняется от дальнейшего выполнения лабораторной работы. Если действия студента не привели к серьезным последствиям, то он может быть вновь допущен к лабораторным занятиям лишь после повторного инструктажа.

Задания, порядок и последовательность выполнения работы

Согласно вышеизложенной методики:

Произвести определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы (применяется для песчаного и глинистого грунта)

Содержание отчёта

1. Тема;
2. Цель работы;
3. Формулы, соотношения и графики;
4. Заключение и выводы.

Контрольные вопросы

1. Виды деформаций грунтов и причины, их обуславливающие.
2. Условия для определения глубины сжимаемой толщи.
3. Что называется предельным состоянием массива грунта?

Список рекомендуемой литературы

а) Основная литература:

1. Догадайло, А.И. Механика грунтов. Основания и фундаменты : учебное пособие / А.И. Догадайло, В.А. Догадайло. - 2-е изд. - М. : ИД "Юриспруденция", 2011. - 190 с. - ISBN 978-5-9516-0476-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=125466> (07.08.2015).
2. Украинченко, Д.А. Цикл лабораторных работ по дисциплине «Механика грунтов» : учебное пособие / Д.А. Украинченко, Л.А. Муртазина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 136 с. : схем., табл., ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330601> (07.08.2015).
3. Механика : учебное пособие / В. Кушнарченко, Ю. Чирков, А. Ефанов и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 275 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259375> (07.08.2015).

1.1.1 Перечень дополнительной литературы:

1. Догадайло, А. И. Механика грунтов : основания и фундаменты : учеб. пособие / А.И. Догадайло, В.А. Догадайло. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ИД Юриспруденция, 2011. - 192 с. - Библиогр.: с. 186-186. - ISBN 978-5-9516-0476-7
2. Механика грунтов, основания и фундаменты / С.Б. Ухов, В.В. Семенов, В.В. Знаменский ; под ред. С.Б. Ухова. - 5-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2010. - 566 с. : ил. - Библиогр.: с.562-563. - ISBN 978-5-06-006226-7
3. СП 50-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
4. ГОСТ25100-95 грунты. Классификация.
5. ГОСТ28622-90. Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости.
6. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

1.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Механика (механика грунтов)».
2. Методические указания по выполнению контрольной работе по дисциплине «Механика (механика грунтов)».

1.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Научная электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) – www.diss.rsl.ru
2. «Национальный Электронно-Информационный консорциум» (НП «НЭИКОН») www.neicon.ru

3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» www.window.edu.ru
4. Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) – www.arbicon.ru
5. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» www.ict.edu.ru
6. Научная электронная библиотека e-library – www.elibrary.ru
7. Электронная библиотека и электронный каталог научной библиотеки СКФУ – www.library.stavsu.ru

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные справочные системы:

1. www.biblioclub.ru - «Университетская библиотека онлайн»;
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks ООО «Ай Пи Эр Медиа».

Программное обеспечение:

1. Microsoft Windows Professional Russian Upgrade/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level- лицензия № 61541869
2. Microsoft Office Russian License/Software Assurance Pack Academic OPEN 1 License No Level - лицензия № 61541869
3. Microsoft Office - лицензия № 61541869
4. 1С Предприятие 8 Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях - Регистрационный номер 9334707
5. Embarcadero rad studio - Г/к 445/01 от 30 июля 2010 г.
6. IBM Rational Rose modeler - Бесплатно по программе IBM Academic Initiative
7. Mathcad Education - University Edition (50 pack) - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
8. Photoshop extended CS 5 12.0 WIN AOO License RU - WIN 1330-1052-0528-3946-5457-6917
9. MAC 1330-0662-7185-2512-8915-6761
10. ProjectExpert 7 Tutorial Сетевая версия 15 рабочих мест - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
11. TRACE MODE 6.09.2 для Windows на 16 точек ввода-вывода - Договор № 24-эа/15 от 19 августа 2015г.
12. Microsoft Visual Basic – AzureDev ID: a6c2b0d7-162e-479f-8a58-384701f33665
13. Python – Бесплатный
14. ОС Microsoft Windows Professional Russian (Microsoft Лицензия №61541869)
15. Microsoft Office Russian License (Microsoft Лицензия №61541869)

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лаборатория оснований, фундаментов и механики грунтов - для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации:

компьютер в сборе в составе Celeron 430/3Gb/250Gb/DVDRW (2шт), Dell Optiplex 901 (i7 – 3370/8/1000/7790/ монитор Dell U2412M, учебно-наглядные пособия

1. Ареометр для грунта АГ
2. Анализатор коррозионной активности грунтов АКАГ
3. Балансирный конус Васильев аштативный ШПВ
4. Бюкса грунтовая БГ
5. Воронка В 25-60
6. Измеритель УПГ-МГ4 «Грунт»
7. Комплект колец-пробоотборников
8. Одометр 60
9. Пенетрометр статического действия ПСГ-МГ4
10. Плотномер ДПУ универсальный динамический
11. Плотномер статический
12. Плотномер-влажномер Ковалева в комплекте с конусом Васильева
13. Прибор ПРГ-1
14. Прибор СОЮЗДОРНИИ ПКФ-01 с трамбовкой
15. Весы CAS SW-II-5
16. Ручной буровой комплект геолога
17. Прибор УВТ-3М
18. Пресс гидравлический малогабаритный ПГМ-1000МГ4
19. Прибор Ле-Шателье
20. Набор химических реактивов
21. Измерители прочности бетона электронные ИПС-МГ4.03*
22. Измерители толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры ИПА-МГ4.01*
23. Измеритель напряжений в арматуре ЭИН-МГ4
24. Квадрокоптер DJI Inspire 1 PRO
25. Лазерный дальномер DISTO D810
26. Измеритель прочности ПУЛЬСАР 2.1 версия 1
27. Бетоноскоп СК-1700
28. Трассотечеискатель Успех АТГ-525.60 (Н)
29. Многочастотный профайлер АЭМП-14
30. Глубинный детектор Jeohunter 3D Dual System

Аудитория для самостоятельной работы оснащена специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: компьютеры (14 шт) с подключением к сети "Интернет" и доступом в электронную информационно-образовательную среду, книжные шкафы для учебной литературы и учебно-методических материалов.

Читальный зал – помещение для самостоятельной работы оснащено столами ученическими; книжными стеллажами и шкафами для учебной литературы и учебно-методических материалов; компьютерами персональными (CeleronCore420, RAM 2,5 Gb, HDD 80 Gb) – 8 шт. с подключением к сети Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.