

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра общей геологии и гидрогеологии

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА АСИС**

Методические указания по выполнению лабораторных работ

КАЗАНЬ
2019

*Печатается по решению учебно-методической комиссии
Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ
(протокол № 7 от 19 марта 2019 г.)*

Рецензент: к.г.-м.н. доцент Королев Э.А.

Определение прочностных и деформационных характеристик грунтов с помощью измерительно-вычислительного комплекса АСИС: Методические указания по выполнению лабораторных работ/ Латыпов А.И., Нуриев И.С., Муравьев Ф.А. - Казань: 2019. – 32 с.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 05.03.01 «Геология» специальности гидрогеология и инженерная геология. В работе приводятся описание порядка выполнения и обработки результатов лабораторных работ по курсу «Механика грунтов» с помощью измерительно-вычислительного комплекса АСИС.

© Казанский университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АСИС.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. СЖИМАЕМОСТЬ ГРУНТОВ	11
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. СОПРОТИВЛЕНИЕ ГРУНТОВ СДВИГУ.....	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3. ОДНООСНОЕ СЖАТИЕ.....	23
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4. ТРЕХОСНОЕ СЖАТИЕ.....	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	31

ВВЕДЕНИЕ

При изучении курса «Механика грунтов» значительная роль отводится испытаниям образцов грунта в лабораторных условиях.

Задачей лабораторного практикума по курсу «Механика грунтов» является изучение основных методов лабораторных определений прочностных и деформационных характеристик свойств дисперсных грунтов.

Дисперсными называют грунты, состоящие из отдельных минеральных частиц (зерен) разного размера, слабо связанных друг с другом и образованных в результате выветривания скальных грунтов с последующей транспортировкой продуктов выветривания водным или эоловым путем.

Практикум заключается в выполнении под руководством преподавателя лабораторных работ в кафедральной лаборатории.

До того, как приступить к работе, студент обязан:

1. Ознакомиться с соответствующим разделом методических указаний
2. Получить у преподавателя необходимые исходные данные для выполнения лабораторной работы

В процессе проведения работ необходимо:

1. Строго соблюдать требования техники безопасности.
2. Выполнять работы только под контролем преподавателя и в указанной им последовательности.

Результаты лабораторных работ оформляются в виде отчета и сдаются преподавателю.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АСИС

Измерительно-вычислительный комплекс АСИС - это функционально объединенная совокупность средств измерений, компьютеров и механических устройств (приборов), предназначенная для испытания пылевато-глинистых грунтов, с целью определения их прочностных и деформационных свойств.

Для выполнения лабораторных работ используется экспресс-лаборатория, включающая в себя силовую раму и различные механические устройства, реализующие проведение следующих методов испытания:

- 1) одноосное сжатие
- 2) компрессионное сжатие
- 3) одноплоскостной срез
- 4) трехосное сжатие

В связи с тем, что силовая рама одна, то испытания проводятся поочередно. Испытания проводятся в автоматическом режиме с использованием программы GEOTEK ASIS. Для проведения испытания требуется только выбрать схему испытания и установить ее параметры. Испытание проводится полностью без участия пользователя: автоматически производится нагружение образца грунта по выбранной схеме и автоматически снимаются и сохраняются в базе данных показания с датчиков деформаций и нагрузок.

Обработка результатов испытаний выполняется с использованием программы GEOTEK ASISReport. Градуировка и калибровка измерительных каналов выполняется с использованием программы GEOTEK ASISGrad.

Подготовка образца грунта и испытанию

Компрессионное и сдвиговое испытательное устройство имеет в своей конструкции кольцо, с помощью которого готовятся образцы цилиндрической формы. Испытания могут проводиться как с образцами ненарушенной структуры, так и нарушенной.

Для подготовки образца ненарушенной структуры кольцо ставится острым краем на монолит грунта и легким нажимом постепенно врезается в грунт. Лишний грунт вокруг кольца удаляется ножом. Верхний и нижний торцы образца тщательно выравниваются ножом вровень с краями кольца. На торцы образца укладываются кружки фильтровальной бумаги, смоченные водой.

Образцы грунта нарушенной структуры готовятся непосредственно в кольце путем его послойного заполнения и уплотнения грунтом.

Для проведения испытания грунта в стабилометре готовятся образцы цилиндрической формы.

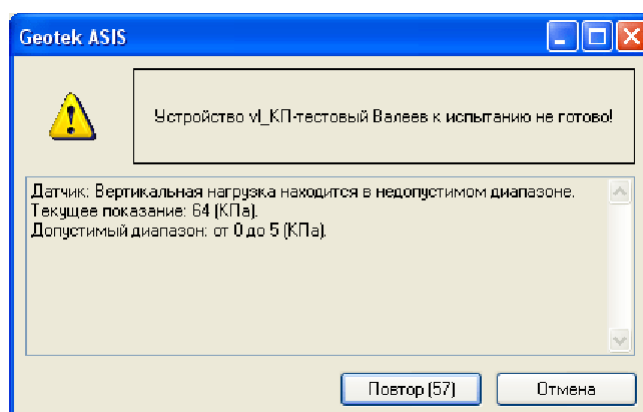
Настройка датчиков

Перед проведением испытания необходимо установить все датчики перемещения, которые есть в устройстве, в начальное положение (немного больше нуля) и, если в устройстве есть датчики давления, проверить их показания, и в случае наличия давления, сбросить его.

Показания датчиков можно просмотреть в диалоговом окне настройки датчиков, выбрав необходимый прибор в списке приборов главного окна программы.

Вертикальное давление на образец, КПа	4,31
Вертикальная деформация образца, мм	0,54

При попытке запуска испытания на устройстве, датчики которого не установлены в начальное положение, программа выдаст сообщение об ошибке, в котором будет выведена более точная информация о датчиках, не прошедших контроль.



Тарировка устройства

При проведении испытаний во время сжатия образца деформации складываются из деформаций образца грунта и деформации самого устройства (одеметра, устройства одноплоскостного среза, камеры трехосного сжатия). Несмотря на то, что деформации устройства малы (до 0,01мм) тем не менее, их необходимо учитывать, чтобы устранить погрешность в измерениях.

Для исключения дополнительной деформации, обусловленной конструкцией устройства и сжатием фильтровальной бумаги на различных ступенях нагружения необходимо перед началом испытания произвести тарировку прибора.

В процессе тарировки устройства нагрузка прикладывается ступенями. Количество ступеней различно для тарировки различных устройств. Интервал времени между ступенями – 2 минуты. На каждой ступени снимаются показания с датчиков давления и деформации.

Тарировка прибора производится в следующей последовательности:

1. Поместите в устройство тарировочную шайбу и фильтровальную бумагу с обеих сторон шайбы
2. Выберите в комплекте устройств главного окна устройство, которое необходимо тарировать
3. Выберите тип испытания **Тарировка устройства**, а далее по стандартной схеме проведения испытания

Каждый прибор тарировается отдельно. Рекомендуется проводить тарировку одометра, устройства одноплоскостного среза и камеры трехосного сжатия после градуировки измерительных каналов.

Общая схема проведения испытания

Испытания проводятся в автоматическом режиме с использованием программы GEOTEK ASIS.

Основной принцип проведения испытания, реализованный в программе, сводится к выполнению пользователем следующей последовательности действий:

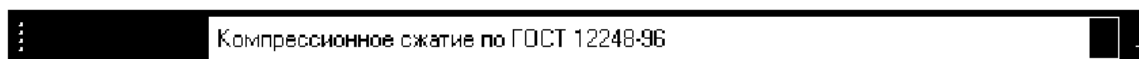
- выбор устройства для проведения испытания
- выбор типа испытания
- запуск испытания на выполнение
- ввод информации об образце грунта
- ввод/выбор информации о схеме нагружения

Выбор устройства для проведения испытания

На панели **Комплект** необходимо выбрать (щелчком мыши) устройство, на котором необходимо провести испытание образца грунта.

Выбор типа испытания

В панели инструментов **Тип испытания** в раскрывающемся списке выбрать тип испытания.



Запуск испытания на выполнение

После того, как устройство и тип испытания были выбраны, можно запустить испытание на исполнение. Запуск можно осуществить кнопкой пуск на панели инструментов, либо из главного меню **Испытание-Пуск**. Горячая клавиша <F5>.

Обработка результатов испытаний

В процессе испытания образца грунта постоянно производится снятие показаний с различных датчиков, которыми комплектуется устройство. После предварительной обработки в программе испытания, показания сохраняются в протоколе испытания.

Обработка результатов испытаний выполняется с использованием программы GEOTEK ASISReport в следующей последовательности:

1. Запустите программу Geotek ASISReport.
2. Выберите в диалоговом окне базу данных, соответствующую номеру группы.
3. В правой половине окна при необходимости можно скорректировать основные и дополнительные параметры, или задать их, если они не были заданы до проведения испытания.

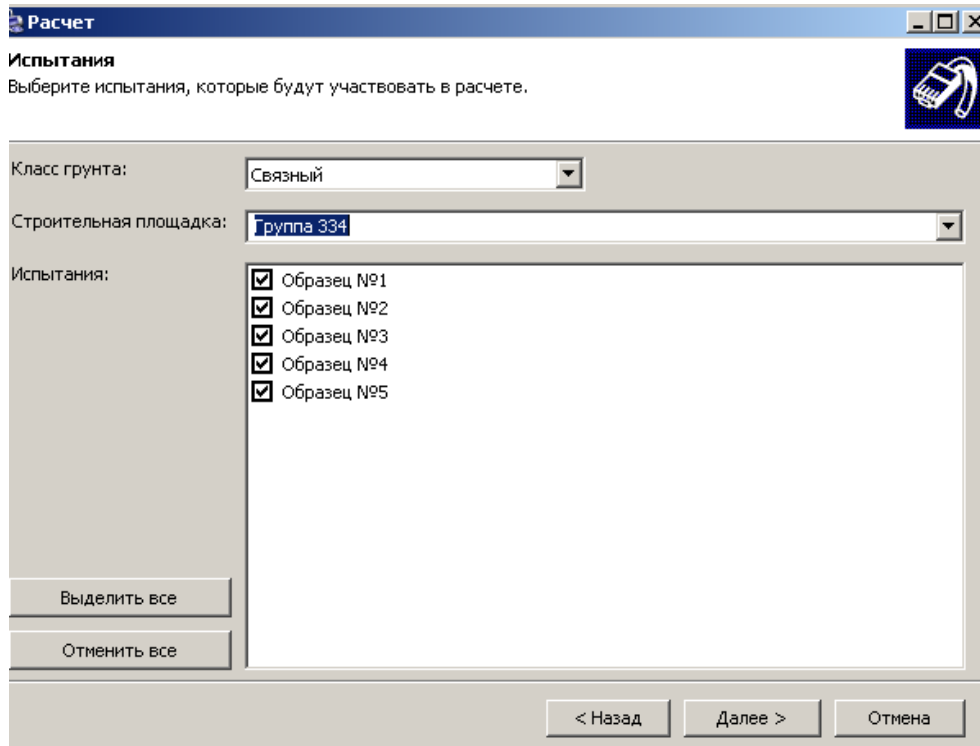
The screenshot shows the ASISReport software interface. The main window is titled 'Diagram' and contains several sections:

- Основные параметры (Main Parameters):**
 - Схема испытания: Консолидированно-дренированное трехосное сжатие по ГОСТ 12248-96
 - Прибор: СТБ-1
 - Файл: Test10.xml
 - Номер образца: Образец №1
 - Описание образца: От: 29.08.2007 17:55:14
 - Грунт: Глина
 - Скважина: []
 - ИГЭ: ИГЭ №12
- Дополнительные параметры (Additional Parameters):** (Currently empty)
- Table:** A table with 8 columns: 'Время' (Time), 'Всестороннее н.' (All-round n.), 'Вертикальное н.' (Vertical n.), 'Напряжение в п.' (Stress in p.), 'Горизонтальн...' (Horizontal...), 'Вертикальная д.' (Vertical d.), 'Боковое обжатие' (Lateral confinement), and 'Ступень' (Step). The table contains 20 rows of data.
- Left Panel:** A tree view showing 'Базы данных' (Databases) with 'Стандартная' (Standard) and 'Группа 324' (Group 324) folders, and 'Группа 334' (Group 334) folder.
- Bottom Panel:** A list of 'Номер образца' (Sample Number) with checkboxes for 'Образец №1' through 'Образец №5'.

4. Запустите начало расчета кнопкой на панели инструментов **Расчет** или клавишей F5.

5. В появившемся окне выберите способ расчета, который необходимо произвести.

6. Пометьте галочкой номера образцов, участвующих в расчете. Нажмите кнопку **Далее** чтобы запустить расчет.

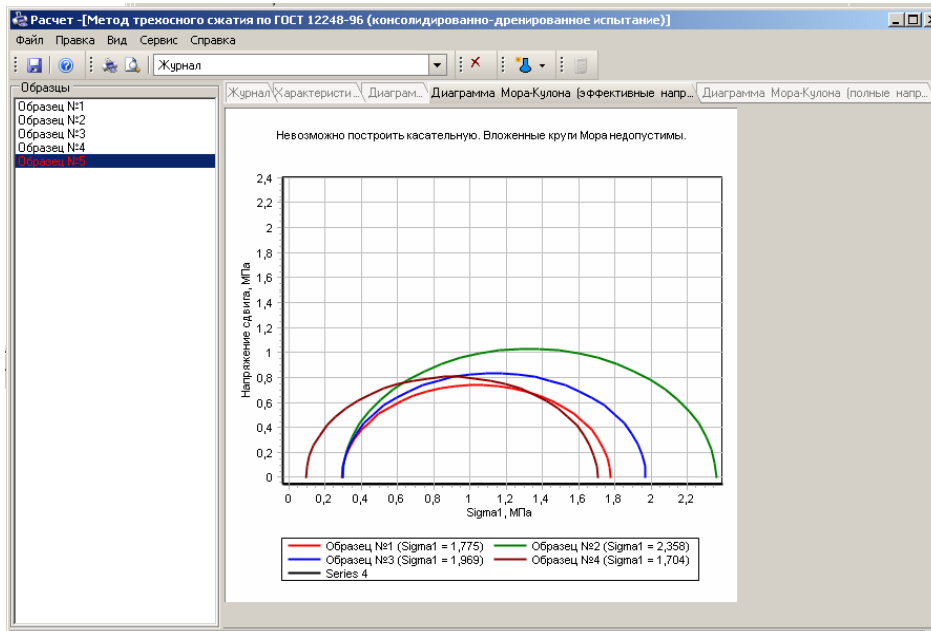


7. После окончания расчета на экране появится окно с результатами расчета

Дата/время	Sigma1	Sigma3	U, МПа	E1, мм	E3, мм	Eps1	Eps3	Боковое E, МПа	Kv	St
29.08.2007 18:02	0,2957	0,2957	0	0,475	-0,23	0,00625	-0,00403	<input checked="" type="checkbox"/> 0	0,64561	0
29.08.2007 18:02	0,2957	0,2957	0	0,475	-0,23	0,00625	-0,00403	<input checked="" type="checkbox"/> 0	NaN	0
29.08.2007 18:07	0,296	0,296	0	0,484	-0,236	0,00636	-0,00414	<input checked="" type="checkbox"/> 0	0,88889	0
29.08.2007 18:07	0,296	0,296	0	0,484	-0,236	0,00636	-0,00414	<input checked="" type="checkbox"/> 0	NaN	0
29.08.2007 18:12	0,296	0,296	0	0,484	-0,239	0,00636	-0,00419	<input checked="" type="checkbox"/> 0	бесконе	0
29.08.2007 18:13	0,29529	0,29529	0	0,484	-0,239	0,00636	-0,00419	<input checked="" type="checkbox"/> 0	NaN	0
29.08.2007 18:14	0,32660	0,2957	0	1,428	-0,243	0,01878	-0,00426	<input type="checkbox"/> 2,51991	0,00564	0,0
29.08.2007 18:15	0,3582	0,29639	0	1,501	-0,237	0,01975	-0,00415	<input type="checkbox"/> 32,8986	0,10958	0,0
29.08.2007 18:16	0,4301	0,296	0	1,703	-0,212	0,02240	-0,00371	<input type="checkbox"/> 27,0514	0,16501	0,0
29.08.2007 18:17	0,4146	0,296	0	1,717	-0,212	0,02259	-0,00371	<input type="checkbox"/> 84,1429	0	0,0
29.08.2007 18:18	0,44520	0,2957	0	1,758	-0,211	0,02313	-0,00370	<input type="checkbox"/> 56,7219	0,03252	0,0
29.08.2007 18:19	0,4761	0,2957	0	1,897	-0,185	0,02496	-0,00324	<input type="checkbox"/> 16,8949	0,24940	0,1
29.08.2007 18:21	0,50960	0,2967	0	2,078	-0,164	0,02734	-0,00287	<input type="checkbox"/> 12,3867	0,15469	0,1
29.08.2007 18:23	0,6566	0,2957	0	2,186	-0,141	0,02876	-0,00247	<input type="checkbox"/> 106,259	0,28395	0,2
29.08.2007 18:24	0,56740	0,2967	0	2,186	-0,139	0,02876	-0,00243	<input type="checkbox"/> бесконе	бесконе	0,1
29.08.2007 18:26	0,6047	0,29529	0	2,37	-0,095	0,03118	-0,00166	<input type="checkbox"/> 15,4065	0,31884	0,1
29.08.2007 18:27	0,7094	0,2967	0	2,541	-0,054	0,03343	-0,00094	<input type="checkbox"/> 46,5333	0,31968	0,2
29.08.2007 18:28	0,682	0,29529	0	2,685	-0,017	0,03532	-0,00029	<input type="checkbox"/> 14,4611	0,34259	0,2
29.08.2007 18:30	0,7216	0,296	0	2,877	0,038	0,03785	0,00066	<input type="checkbox"/> 15,6749	0,38194	0,2
29.08.2007 18:32	0,7342	0,2957	0	3,095	0,105	0,04072	0,00184	<input type="checkbox"/> 4,39266	0,40978	0,2
29.08.2007 18:34	0,7635	0,29639	0	3,365	0,197	0,04427	0,00345	<input type="checkbox"/> 8,24740	0,45432	0,2
29.08.2007 18:35	0,7942	0,296	0	3,77	0,338	0,04960	0,00592	<input type="checkbox"/> 5,76099	0,46419	0,2
29.08.2007 18:36	0,8105	0,2967	0	3,929	0,397	0,05169	0,00696	<input type="checkbox"/> 7,79120	0,49475	0,2
29.08.2007 18:38	0,8575	0,2971	0	4,422	0,578	0,05818	0,01014	<input type="checkbox"/> 7,24543	0,48951	0,2
29.08.2007 18:40	0,8613	0,2957	0	4,751	0,694	0,06251	0,01217	<input type="checkbox"/> 0,87780	0,47011	0,2
29.08.2007 18:42	0,9128	0,29529	0	5,163	0,863	0,06793	0,01514	<input type="checkbox"/> 9,49999	0,54692	0,2
29.08.2007 18:44	0,94340	0,29639	0	5,473	0,973	0,07201	0,01705	<input type="checkbox"/> 7,29570	0,46991	0,2

Для вычисления прочностных и деформационных параметров может понадобиться добавление для каждого образца дополнительных характеристик, для чего необходимо нажать кнопку на панели инструментов **Добавить характеристику**. Добавление производится выделением на появившейся диаграмме с помощью мыши одной или нескольких точек, соответствующих исследуемому интервалу нагрузки или деформации.

8. Во вкладках **Характеристики** можно просмотреть численные значения полученных параметров, а во вкладке **Диаграммы** графическое представление результатов расчета.



9. Распечатайте журнал испытания образца кнопкой **Печать** и сдайте подписанный отчет преподавателю.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

СЖИМАЕМОСТЬ ГРУНТОВ

Сжимаемостью грунтов называется их способность уменьшиться в объеме под действием внешней нагрузки.

Цель работы: Ознакомление с методикой основного лабораторного способа оценки сжимаемости грунтов.

Задачи работы:

1. Проведение испытаний грунта на сжимаемость в компрессионном приборе
2. Определение характеристик сжимаемости

1.1 Компрессионное сжатие (консолидация)

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным глинистым грунтом пластичной консистенции нарушенной или ненарушенной структуры. Предварительно определяются влажность и плотность исследуемого образца.

Испытываемый образец готовится в соответствии с п. **Подготовка образца грунта и испытанию.**

Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: количество ступеней нагрузки и разгрузки, величину ступени нагрузки и разгрузки, количество циклов, время, период и параметр условной стабилизации, а также номер ступени консолидации.

Работу необходимо выполнять в следующей последовательности:

1. Запустите программу Geotek ASIS.
2. Выберите в главном окне на панели **Комплект** устройство, на котором необходимо провести испытание (КП).
3. В панели инструментов **Тип испытания** в раскрывающемся списке выберите тип испытания (Компрессионное сжатие по ГОСТ 12248-96).
4. Запустите начало испытания кнопкой на панели инструментов **Испытание** или клавишей F5.

5. В появившемся окне введите информацию об образце грунта (строительную площадку, скважину, инженерно-геологический элемент, грунт и лабораторный номер образца).

6. В окне **Схема нагружения** задайте параметры схемы нагружения. Нагружение образца в процессе испытания производится ступенями. Количество ступеней не ограничено. Величину каждой ступени можно задать в таблице в столбце **Величина нагрузки**. При необходимости можно произвести и разгрузку образца. Разгрузка, как и нагрузка, производится ступенями. Если необходимо повторить несколько раз цикл нагрузки-разгрузки, установите количество повторов в столбце **Количество циклов**.

7. Задайте параметры условной стабилизации.

8. При необходимости определения характеристик консолидации задайте номер ступени консолидации.

Ступень №	Величина нагрузки, кПа	№ ступени разгрузки	Количество циклов
1	100	0	0
2	200	0	0
3	300	0	0
4	400	0	0
5	500	0	0
6	600	0	0

9. В случае корректного ввода исходных данных управление будет передано процессу исполнения испытания, который отображается в окне просмотра испытания.

Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

1.2 Метод определения характеристик просадочности

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным глинистым грунтом полутвердой или тугопластичной консистенции. Испытываемый образец готовится в соответствии с п. **Подготовка образца грунта к испытанию**.

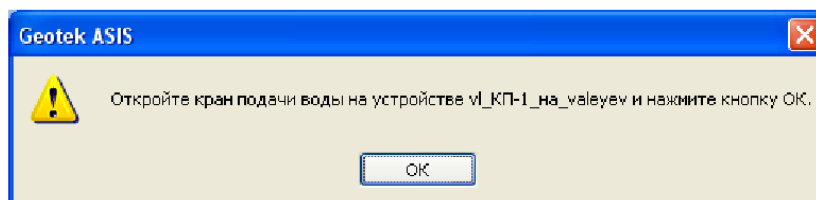
Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: количество ступеней нагрузки и разгрузки, величину ступени нагрузки и разгрузки, количество циклов, время, период и параметр условной стабилизации, а также номер ступени, на которой необходимо выполнить просадку.

Работа выполняется в той же последовательности, что и лабораторная работа №1.1.

В числовом поле **Степень просадки** установите номер ступени, на которой требуется определить характеристики просадочности. После установки условной стабилизации деформации на соответствующей ступени, образец необходимо влагонасытить, о чем программа проинформирует в окне сообщения.



Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

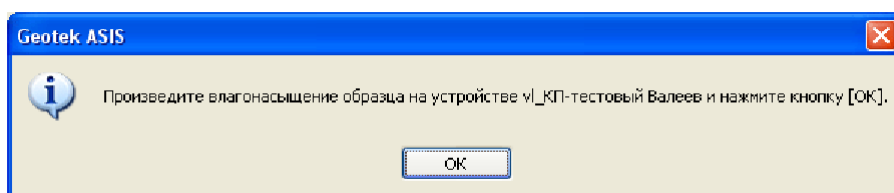
1.3 Прямой метод определения давления набухания (метод компенсирующих нагрузок)

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным глинистым грунтом. Испытываемый образец готовится в соответствии с п. **Подготовка образца грунта к испытанию**.

Перед началом испытания образец необходимо влагонасытить, о чем программа сообщит в диалоговом окне. После нажатия кнопки **ОК** процесс будет продолжен.

Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настройка датчиков**).



Проведение испытания

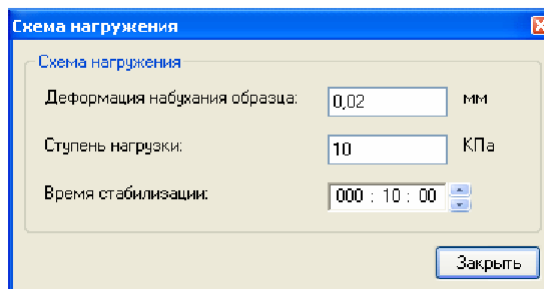
Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: максимально допустимое значение деформации набухания, величину ступени нагрузки и время стабилизации.

Работа выполняется в той же последовательности, что и лабораторная работа №1.1.

В поле **Деформация набухания** образца установите значение максимально допустимой деформации набухания. В случае фиксации деформации набухания больше введенного значения к образцу грунта будет приложена ступень нагрузки.

В поле **Ступень нагрузки** установите величину ступени нагрузки, которая будет прикладываться к образцу в случае его предельно допустимого набухания.

Испытание будет считаться законченным, если за введенное **Время стабилизации** не было приложено ни одной ступени нагружения.



Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

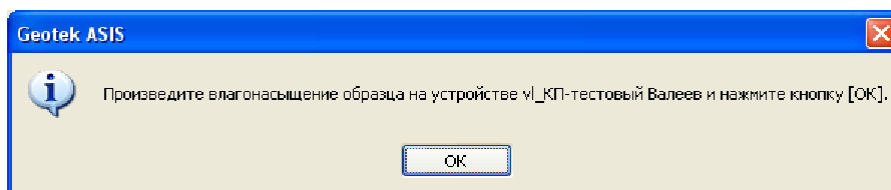
1.4 Косвенный метод определения давления набухания (метод арретирного хода)

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным глинистым грунтом. Испытываемый образец готовится в соответствии с п. **Подготовка образца грунта к испытанию**.

Перед началом испытания образец необходимо влагонасытить, о чем программа сообщит в диалоговом окне. После нажатия кнопки **ОК** процесс будет продолжен.

Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настройка датчиков**).



Проведение испытания

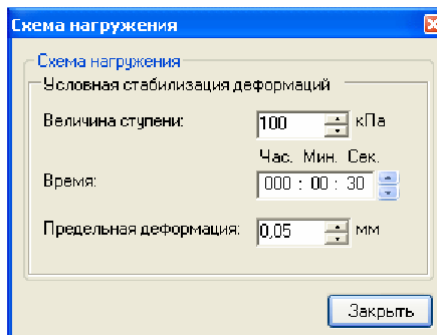
Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: величину степени нагружения, время и величину предельной деформации условной стабилизации.

Работа выполняется в той же последовательности, что и лабораторная работа №1.1.

В диалоговом окне в поле **Величина степени** необходимо ввести значение приращения нагрузки. Количество ступеней будет зависеть от параметров силового устройства.

В поле **Время** задается временной отрезок, выдерживаемый после приложения очередной ступени нагружения.

Испытание будет считаться законченным, если грунт деформировался на заданную величину **Предельной деформации**.



Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

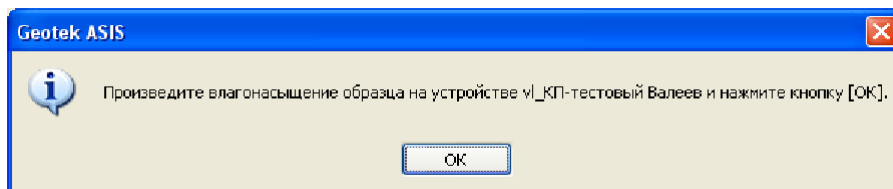
1.5 Метод свободного набухания

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным глинистым грунтом. Испытываемый образец готовится в соответствии с п. **Подготовка образца грунта к испытанию**.

Перед началом испытания образец необходимо влагонасытить, о чем программа сообщит в диалоговом окне. После нажатия кнопки **ОК** процесс будет продолжен.

Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настойка датчиков**).

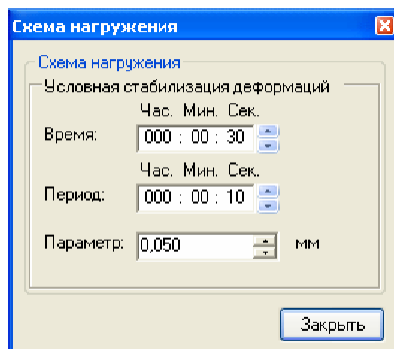


Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя параметры условной стабилизации деформаций: величину, время и период.

Работа выполняется в той же последовательности, что и лабораторная работа №1.1.

Условная стабилизация ожидается после влагонасыщения образца. Снятие показаний с датчиков давления и перемещений производится в первый раз – сразу после влагонасыщения, затем через 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30 мин; затем с интервалом 1 час до истечения времени стабилизации; затем каждый раз по прошествии очередного периода стабилизации; в конце при достижении условной стабилизации деформаций.



Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

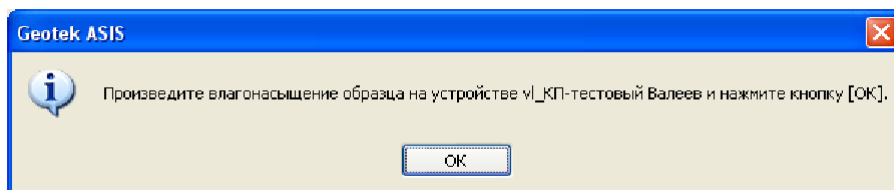
1.6 Прямой метод определения давления свободного набухания

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным глинистым грунтом. Испытываемый образец готовится в соответствии с п. **Подготовка образца грунта и испытанию**.

Перед началом испытания образец необходимо влагонасытить, о чем программа сообщит в диалоговом окне. После нажатия кнопки **ОК** процесс будет продолжен.

Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настойка датчиков**).

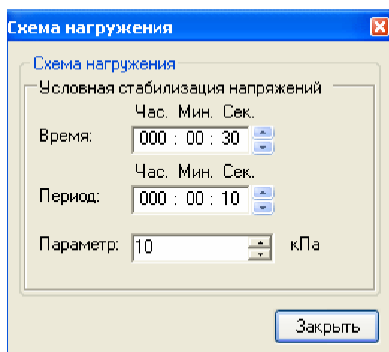


Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя параметры условной стабилизации напряжений: величину давления, время и период.

Работа выполняется в той же последовательности, что и лабораторная работа №1.1.

Условная стабилизация напряжений ожидается после влагонасыщения образца. Снятие показаний с датчиков давления и перемещений производится в первый раз – сразу после влагонасыщения, затем через 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30 мин; затем с интервалом 1 час до истечения времени стабилизации; затем каждый раз по прошествии очередного периода стабилизации; в конце при достижении условной стабилизации напряжений.



Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 СОПРОТИВЛЕНИЕ ГРУНТОВ СДВИГУ

Цель работы – ознакомление с методом одноплоскостного среза.

Задачи работы:

1. Проведение испытания на прямой срез по различным схемам
2. Определение прочностных характеристик грунта

2.1 Неконсолидированно-недренированное испытание на прямой срез

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным песчаным или глинистым грунтом нарушенной или ненарушенной структуры. Предварительно определяются влажность и плотность исследуемого образца.

Кольцо сдвиговой каретки ставится острым краем на образец грунта и легким нажимом постепенно врезается в грунт. Лишний грунт вокруг кольца удаляется ножом. Верхний и нижний торцы образца очень тщательно выравниваются ножом вровень с краями кольца. На торцы образца укладываются кружки фильтрованной бумаги, смоченные водой. Затем кольцо с грунтом помещается в одометр.

Перед началом испытания необходимо выставить датчики вертикальных и горизонтальных деформаций, а также сбросить вертикальное и горизонтальное давление (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: величину нормального давления, время предварительного уплотнения, величину ступени касательной нагрузки, время между ступенями касательной нагрузки, величину предельной деформации.

Работу необходимо выполнять в следующей последовательности:

1. Запустите программу Geotek ASIS.
2. Выберите в главном окне на панели **Комплект** устройство, на котором необходимо провести испытание (СП).
3. В панели инструментов **Тип испытания** в раскрывающемся списке выберите тип испытания (Неконсолидированно-недренированный срез).

4. Запустите начало испытания кнопкой на панели инструментов **Испытание** или клавишей F5.

5. В появившемся окне введите информацию об образце грунта (строительную площадку, скважину, инженерно-геологический элемент, грунт и лабораторный номер образца).

6. В окне **Схема нагружения** задайте параметры схемы нагружения. В поле **Нормальное давление** задайте значение вертикального давления. Испытание на сдвиг начнется по истечении временного отрезка, задаваемого в поле **Время предварительного уплотнения**.

Сдвиговая нагрузка в процессе испытания прикладывается ступенями. Величина ступени касательной нагрузки задается в одноименном поле в процентах от нормальной нагрузки. Для проведения испытания необходимо также задать **Время между ступенями касательной нагрузки**. Ступени прикладываются до тех пор, пока деформация не достигнет своего предельного значения, задаваемого в поле **Предельная деформация**.

7. После завершения опыта его следует повторить как минимум с еще двумя образцами при других значениях нормального давления.

Схема нагружения

Нормальное давление: 100 кПа

Создание касательной нагрузки

Ступенями

Время предварительного уплотнения: 000 : 03 : 10

Величина ступени касательной нагрузки: 5 %

Время между ступенями касательной нагрузки: 000 : 00 : 20

Непрерывно

Предельная деформация: 5,00 мм

Закреть

Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

2.2 Консолидированно-дренированное испытание на прямой срез

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным песчаным или глинистым грунтом нарушенной или ненарушенной структуры. Испытываемый образец готовится в соответствии с п. **Подготовка образца грунта и испытанию**. Предварительно определяются влажность и плотность исследуемого образца.

Перед началом испытания необходимо выставить датчики вертикальных и горизонтальных деформаций, а также сбросить вертикальное и горизонтальное давление (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: величину нормального давления, время предварительного уплотнения, величину ступени касательной нагрузки, параметры условной стабилизации деформации сдвига (значение, время и период), а также величину предельной деформации.

Работа выполняется в той же последовательности, что и лабораторная работа №1.1.

В панели инструментов **Тип испытания** в раскрывающемся списке выберите тип испытания (Консолидированно-дренированный срез).

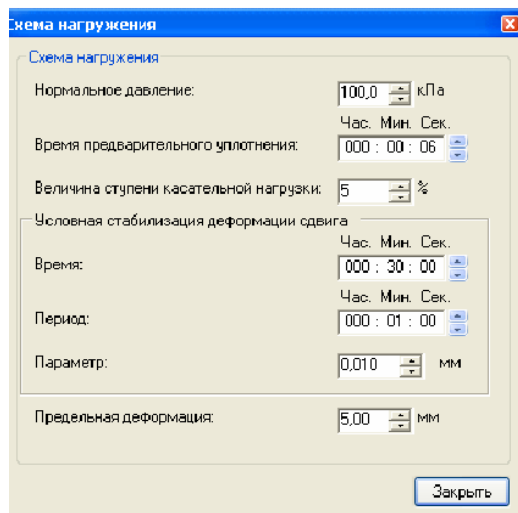
В поле **Нормальное давление** задайте значение вертикального давления. Испытание на сдвиг начнется по истечении временного отрезка, задаваемого в поле **Время предварительного уплотнения**.

Сдвиговая нагрузка в процессе испытания прикладывается ступенями. Величина ступени касательной нагрузки задается в одноименном поле в процентах от нормальной нагрузки.

Каждый раз после приложения ступени касательной нагрузки ожидается стабилизация деформации сдвига. Следующая ступень прикладывается после достижения значения условной стабилизации значения, задаваемого в поле **Параметр**.

Ступени прикладываются до тех пор, пока деформация не достигнет своего предельного значения, задаваемого в поле **Предельная деформация**.

После завершения опыта его следует повторить как минимум с еще двумя образцами при других значениях нормального давления.



Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ОДНООСНОЕ СЖАТИЕ

Цель работы – ознакомление с методом испытания грунтов на одноосное сжатие

Задачи работы:

1. Проведение испытания на одноосное сжатие
2. Определение характеристик сжимаемости

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным песчаным или глинистым грунтом нарушенной или ненарушенной структуры. Предварительно определяются влажность и плотность исследуемого образца.

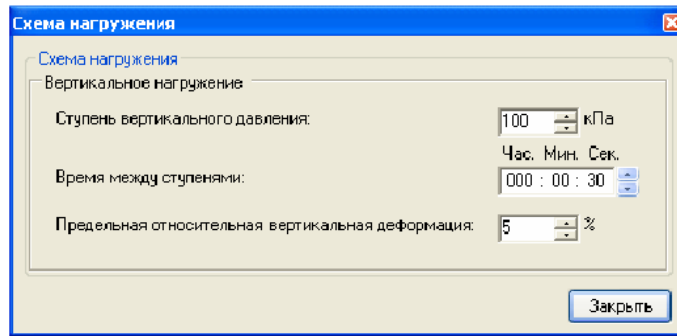
Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

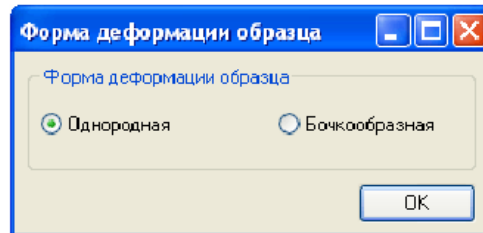
Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: величину ступени вертикального давления, время между ступенями и значение предельной относительной вертикальной деформации.

Работу необходимо выполнять в следующей последовательности:

1. Запустите программу Geotek ASIS.
2. Выберите в главном окне на панели **Комплект устройство**, на котором необходимо провести испытание (СТБ).
3. В панели инструментов **Тип испытания** в раскрывающемся списке выберите тип испытания (Одноосное сжатие).
4. Запустите начало испытания кнопкой на панели инструментов **Испытание** или клавишей F5.
5. В появившемся окне введите информацию об образце грунта (строительную площадку, скважину, инженерно-геологический элемент, грунт и лабораторный номер образца).
6. В окне **Схема нагружения** задайте параметры схемы нагружения. В поле **Степень нормального давления** задайте значение приращения вертикального давления. Необходимо также задать **Время между ступенями**. Ступени прикладываются до тех пор, пока деформация не достигнет своего предельного значения, задаваемого в поле **Предельная относительная вертикальная деформация**.



После завершения испытания необходимо выбрать форму деформации образца. Это необходимо для последующей обработки данных испытания.



Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

ЛАБОРАТОНАЯ РАБОТА №4 ТРЕХОСНОЕ СЖАТИЕ

Цель работы – ознакомление с методом испытания грунтов на трехосное сжатие

Задачи работы:

1. Проведение испытания на трехосное сжатие в стабилометре
2. Определение характеристик прочности и деформируемости

4.1 Неконсолидированно-недренированное испытание на трехосное сжатие на стабилометре

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным песчаным или глинистым грунтом нарушенной или ненарушенной структуры. Предварительно определяются влажность и плотность исследуемого образца.

Перед началом испытания необходимо выставить датчики деформаций и сбросить вертикальное и боковое давление (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: количество ступеней приложения и величину боковой нагрузки, время предварительного уплотнения, величину ступени вертикальной нагрузки, время между ступенями вертикального давления, величину относительной предельной вертикальной деформации. При необходимости задаются параметры нагрузки-разгрузки.

Работу необходимо выполнять в следующей последовательности:

1. Запустите программу Geotek ASIS.
2. Выберите в главном окне на панели **Комплект устройство**, на котором необходимо провести испытание (СТБ).
3. В панели инструментов **Тип испытания** в раскрывающемся списке выберите тип испытания (Неконсолидированно-недренированное трехосное сжатие).
4. Запустите начало испытания кнопкой на панели инструментов **Испытание** или клавишей F5.

5. В появившемся окне введите информацию об образце грунта (строительную площадку, скважину, инженерно-геологический элемент, грунт и лабораторный номер образца).

6. В окне **Схема нагружения** задайте параметры схемы нагружения.

Испытание начинается с бокового обжатия образца, прикладываемого ступенями. При этом кран дренирования должен быть закрыт, а система заполнена водой. На каждой ступени необходимо задать величину нагрузки в столбце **Величина нагрузки**. На любой ступени можно задать циклическую нагрузку-разгрузку образца, указав в столбце **№ ступени разгрузки** номер ступени, до которой необходимо разгрузить образец. В столбце **Количество циклов** задается количество циклов нагрузки-разгрузки, т.е. число повторений операций. Если нагрузку-разгрузку проводить не требуется, то в столбцах **№ ступени разгрузки** и **Количество циклов** должны быть нулевые значения.

На каждой ступени боковой нагрузки происходит ожидание предварительного уплотнения образца в течение времени, задаваемого в графе **Время предварительного уплотнения**.

После бокового обжатия происходит сначала установка противодаления, а затем вертикальное нагружение. Установка противодавления происходит автоматически без участия пользователя.

Степень вертикального давления. Вертикальное нагружение производится ступенями. Величина ступени устанавливается в долях от величины последней приложенной боковой нагрузки.

Циклы нагрузки-разгрузки. При вертикальном нагружении можно выполнить циклы нагрузки-разгрузки образца. Одна строка таблицы соответствует одной группе циклов. Группа циклов задается тремя значениями:

Относительная вертикальная деформация – деформация, при достижении которой начинается разгрузка образца.

Величина разгрузки – задается в долях от текущей вертикальной нагрузки.

Количество циклов – количество повторений операций нагрузка-разгрузка.

Например, заданные параметры: относительная вертикальная деформация 30; величина разгрузки 40; количество циклов 3 означают, что в процессе вертикального нагружения на очередной ступени, когда относительная деформация достигнет 30%, начнутся циклы нагрузка-разгрузки образца. Пусть при этом текущее вертикальное давление достигнет 100кПа. Тогда в процессе разгрузки вертикальное давление будет уменьшено

на 40%, т.е. до 6кПа. Затем давление будет увеличено до прежнего значения 100кПа. И так 3 раза. Т.е. давление будет изменяться следующим образом: 100; 6; 100; 6; 100; 6; 100.

Интервал времени между нагрузкой и разгрузкой равен нулю, т.е. сразу после нагрузки происходит разгрузка, сразу после разгрузки – нагрузка и т.д.

Количество групп циклов неограниченно.

Время между ступенями вертикального давления. Это интервал времени после окончания создания одной ступени вертикального давления и до начала создания другой.

Предельная относительная вертикальная деформация – относительная вертикальная деформация образца, при достижении которой опыт считается законченным.

Схема нагружения

Боковое обжатие

Ступень №	Величина нагрузки, кПа	№ ступени разгрузки	Количество циклов
1	100	0	0

Время предварительного уплотнения: Час. Мин. Сек. 000 : 00 : 30 [Добавить] [Удалить]

Вертикальное нагружение

Ступень вертикального давления: 10 %

Циклы нагрузки-разгрузки

Относит. верт. деформация, %	Величина разгрузки, %	Количество циклов
------------------------------	-----------------------	-------------------

Время между ступенями вертикального давления: Час. Мин. Сек. 000 : 00 : 30 [Добавить] [Удалить]

Предельная относительная вертикальная деформация: 15 %

[Закреть]

Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

4.2 Консолидированно-недренированное испытание на трехосное сжатие на стабилометре

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным песчаным или глинистым грунтом нарушенной или ненарушенной структуры. Предварительно определяются влажность и плотность исследуемого образца.

Перед началом испытания необходимо выставить датчики деформаций и сбросить вертикальное и боковое давление (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: количество ступеней приложения и величину боковой нагрузки, время предварительного уплотнения, время, период и параметр условной стабилизации относительной объемной деформации, величину ступени вертикальной нагрузки, время между ступенями вертикального давления, величину относительной предельной вертикальной деформации. При необходимости задаются параметры нагрузки-разгрузки.

Работа выполняется в той же последовательности, что и лабораторная работа №4.1.

В панели инструментов **Тип испытания** в раскрывающемся списке выберите тип испытания (Консолидированно-недренированное трехосное сжатие).

Задайте параметры схемы нагружения в одноименном окне.

Испытание начинается с бокового обжатия образца, прикладываемого ступенями. При этом кран дренирования должен быть открыт.

Параметры боковой нагрузки задаются также, как и в лабораторной работе №4.1.

Задайте параметры **Условной стабилизации относительной объемной деформации**.

После завершения бокового обжатия кран дренирования необходимо закрыть. Пока кран дренирования открыт, переходить к вертикальному нагружению нельзя. Программа выдаст соответствующее напоминание.

Параметры вертикальной нагрузки задаются также, как и в лабораторной работе №4.1.

Время между ступенями вертикального давления. Это интервал времени после окончания создания одной ступени вертикального давления и до начала создания другой.

Предельная относительная вертикальная деформация – относительная вертикальная деформация образца, при достижении которой опыт считается завершенным.

Схема нагружения

Боковое обжатие

Ступени нагружения

Ступень №	Величина нагрузки, кПа	№ ступени разгрузки	Количество циклов
1	100	0	0

Время предварительного уплотнения: 000 : 00 : 06

Добавить Удалить

Условная стабилизация относительной объемной деформации

Час. Мин. Сек. Час. Мин. Сек. Параметр: 0,0003 мм

Время: 000 : 00 : 30 Период: 000 : 00 : 10

Вертикальное нагружение

Ступень вертикального давления: 10 %

Циклы нагрузки-разгрузки

Относит. верт. деформация, %	Величина разгрузки, %	Количество циклов
------------------------------	-----------------------	-------------------

Время между ступенями вертикального давления: 000 : 00 : 10

Добавить Удалить

Предельная относительная вертикальная деформация: 15 %

Закреть

Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

4.3 Консолидированно-дренированное испытание на трехосное сжатие на стабилометре

Подготовка к испытанию

Работа проводится с заранее подготовленным песчаным или глинистым грунтом нарушенной или ненарушенной структуры. Предварительно определяются влажность и плотность исследуемого образца.

Перед началом испытания необходимо выставить датчики деформаций и сбросить вертикальное и боковое давление (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: количество ступеней приложения и величину боковой нагрузки, время предварительного уплотнения, время, период и параметр условной стабилизации относительной объемной деформации, величину ступени вертикальной нагрузки, время между ступенями вертикального давления, время, период и параметр условной стабилизации относительной вертикальной деформации, величину предельной относительной вертикальной деформации. При необходимости задаются параметры нагрузки-разгрузки.

Работа выполняется в той же последовательности, что и лабораторная работа №4.1.

В панели инструментов **Тип испытания** в раскрывающемся списке выберите тип испытания (Консолидированно-дренированное трехосное сжатие).

Задайте параметры схемы нагружения в одноименном окне.

Испытание начинается с бокового обжатия образца, прикладываемого ступенями. При этом кран дренирования должен быть открыт.

Параметры боковой нагрузки задаются также, как и в лабораторной работе №4.1.

Задайте параметры **Условной стабилизации относительной объемной деформации**.

Параметры вертикальной нагрузки задаются также, как и в лабораторной работе №4.1.

Задайте параметры **Условной стабилизации относительных вертикальных деформаций**.

Предельная относительная вертикальная деформация – относительная вертикальная деформация образца, при достижении которой опыт считается завершенным.

Оформление результатов испытаний

После завершения испытания выполните обработку результатов испытаний с помощью программы GEOTEK ASISReport.

Распечатанный отчет об испытании сдается преподавателю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12248-2010 - Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости, 2011.
2. ГОСТ 25100-2011 - Грунты. Классификация, 2011.
3. Методы определения механических свойств грунтов с комментариями к ГОСТ 12248-2010 [Текст]: монография / Г.Г. Болдырев. 2-е изд., доп. и испр. – М.: ООО «Прондо», 2014. – 812 с.