

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.

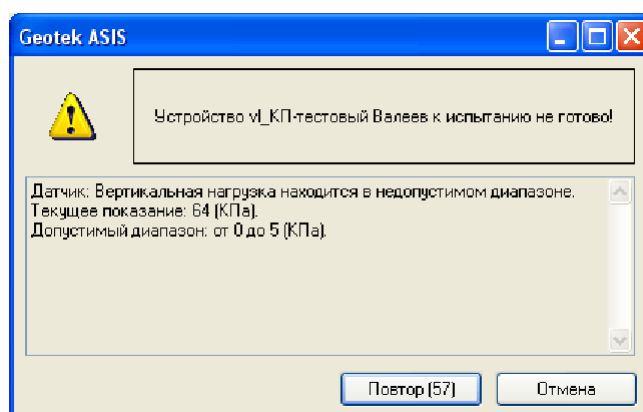
Настройка датчиков

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:

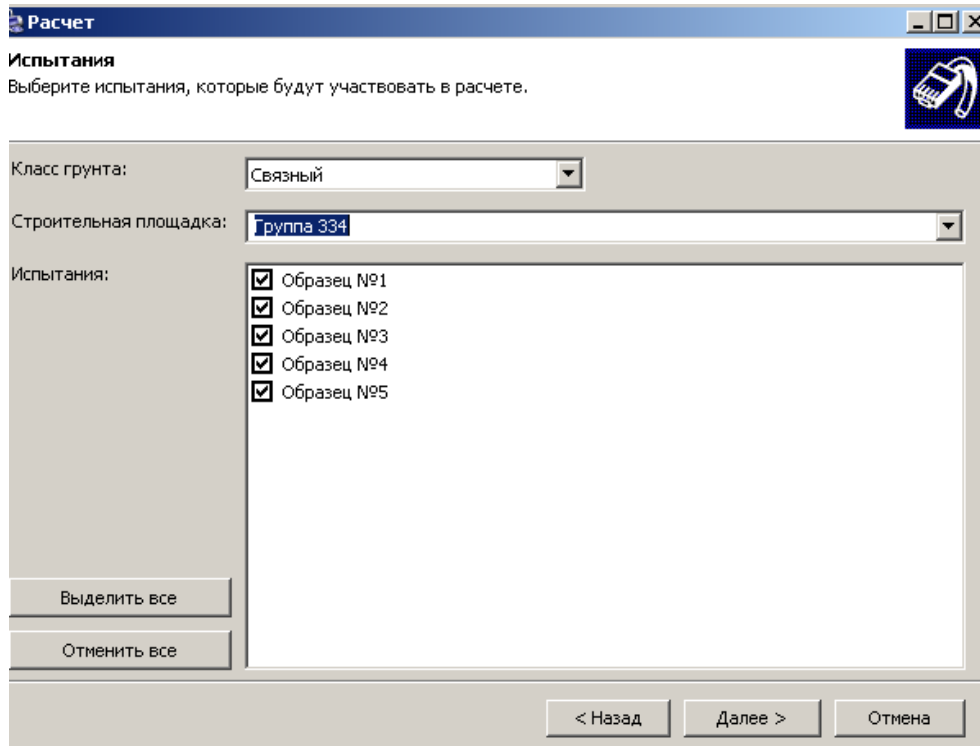
1. Запустите программу Geotek ASISReport.
2. Выберите в диалоговом окне базу данных, соответствующую номеру группы.
3. В правой половине окна при необходимости можно скорректировать основные и дополнительные параметры, или задать их, если они не были заданы до проведения испытания.

The screenshot shows the ASISReport software interface. The main window is titled 'ASISReport' and has a menu bar with 'Файл', 'Правка', 'Диаграмма', 'Расчет', 'Настройка', and 'Справка'. The 'Диаграмма' window is active, showing test parameters. The 'Основные параметры' tab is selected, displaying the following information:

- Схема испытания: Консолидированно-дренированное трехосное сжатие по ГОСТ 12248-96
- Прибор: СТБ-1
- Дата начала: 2007/08/29 17:56
- Файл: Test10.xml
- Дата завершения: 2007/08/29 20:52
- Номер образца: Образец №1
- Описание образца: От: 29.08.2007 17:55:14
- Грунт: Глина
- Тип грунта: Связный
- Скважина: I
- ИГЭ: ИГЭ №12

Below the parameters is a table with the following columns: 'Время', 'Всестороннее н.', 'Вертикальное н.', 'Напряжение в п.', 'Горизонтальн.', 'Вертикальная д.', 'Боковое обжатие', and 'Ступень'. The table contains 25 rows of data, with the first row being the start time and the subsequent rows showing time intervals and corresponding values for each parameter. The 'Боковое обжатие' and 'Ступень' columns contain checkboxes, many of which are checked.

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.

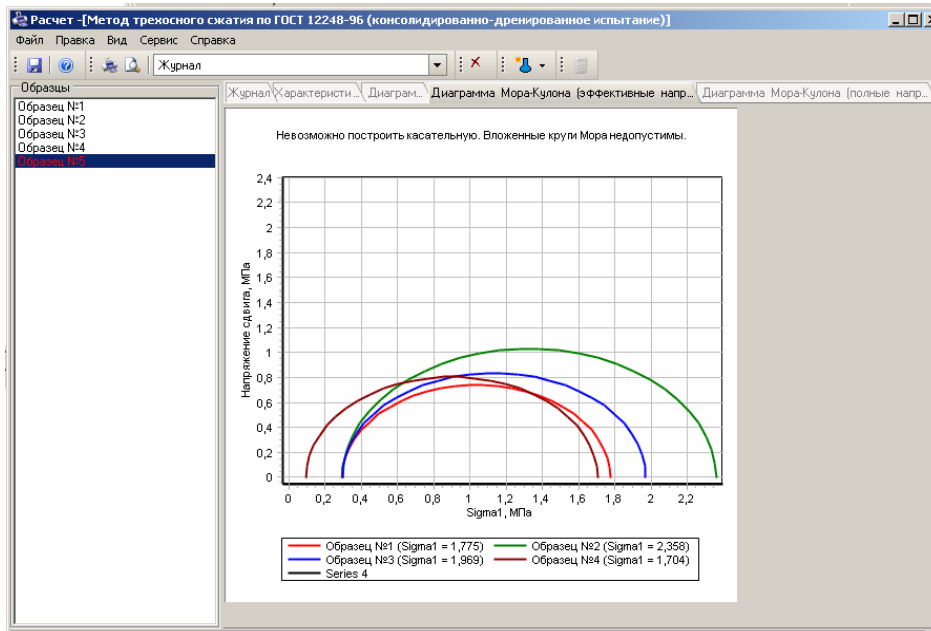


7. После окончания расчета на экране появится окно с результатами расчета

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"/> 7,35670	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**.

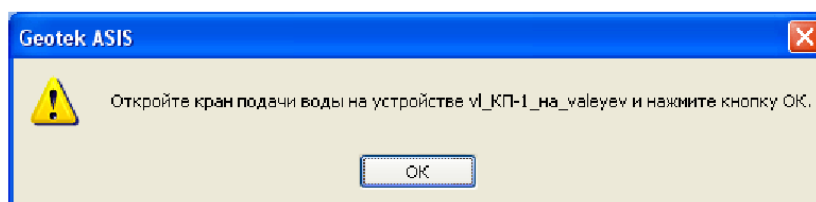
Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настойка датчиков**).

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.

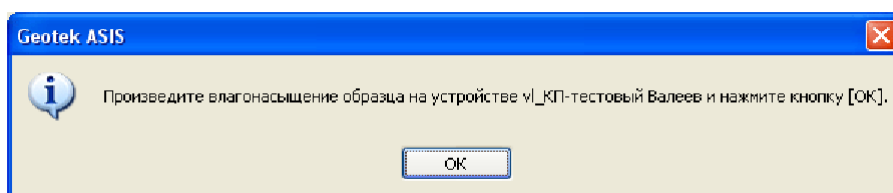
1.3 Прямой метод определения давления набухания (метод компенсирующих нагрузок)

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

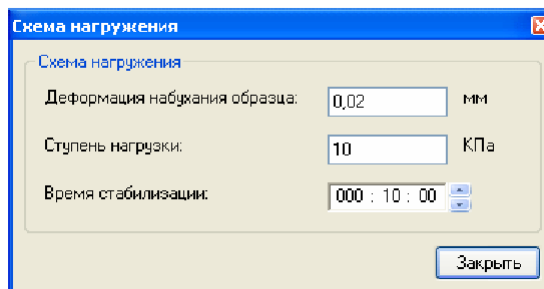
Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: максимально допустимое значение деформации набухания, величину ступени нагрузки и время стабилизации.

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.

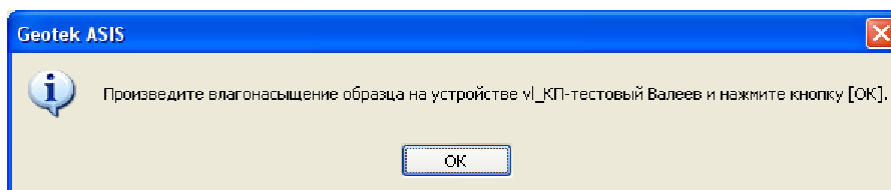
1.4 Косвенный метод определения давления набухания (метод арретирного хода)

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

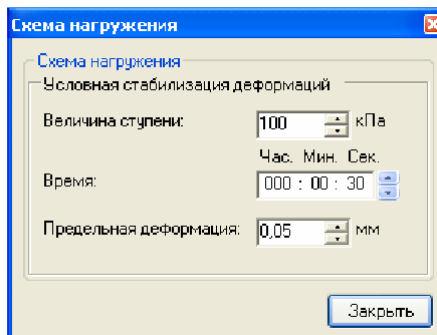
Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: величину степени нагружения, время и величину предельной деформации условной стабилизации.

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.

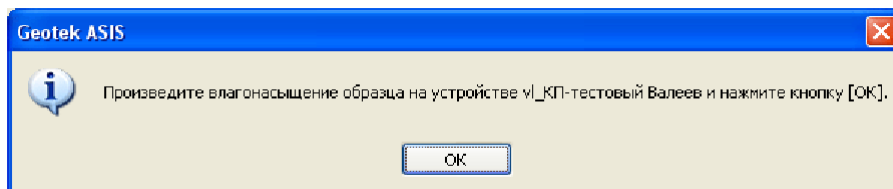
1.5 Метод свободного набухания

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**).

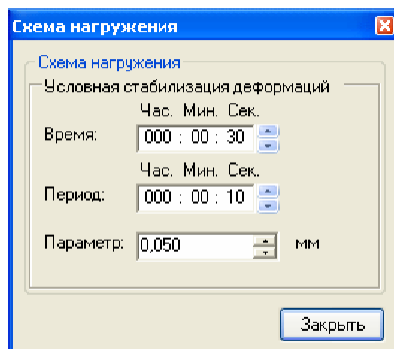


Проведение испытания

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.

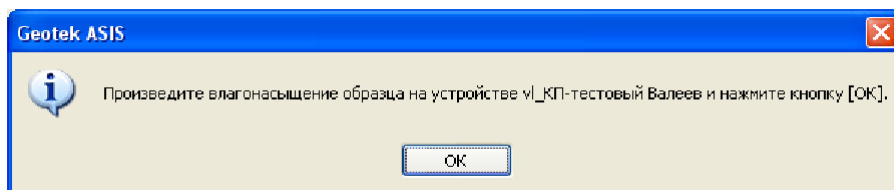
1.6 Прямой метод определения давления свободного набухания

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**).

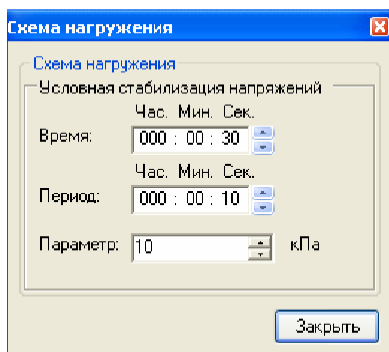


Проведение испытания

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 одомер.

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).

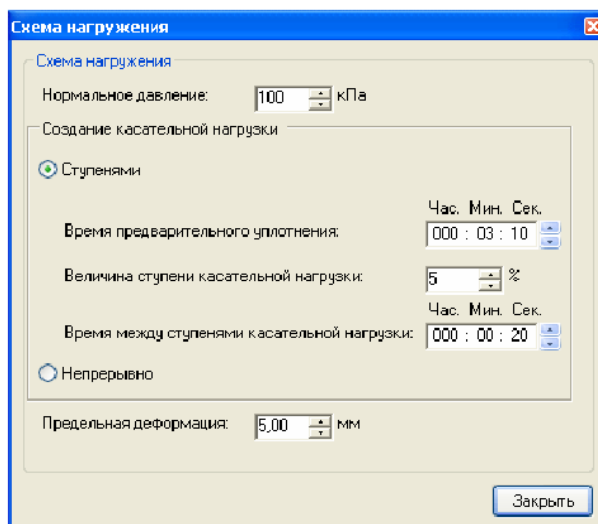
4. Запустите начало испытания кнопкой на панели инструментов **Испытание** или клавишей F5.

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.



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).

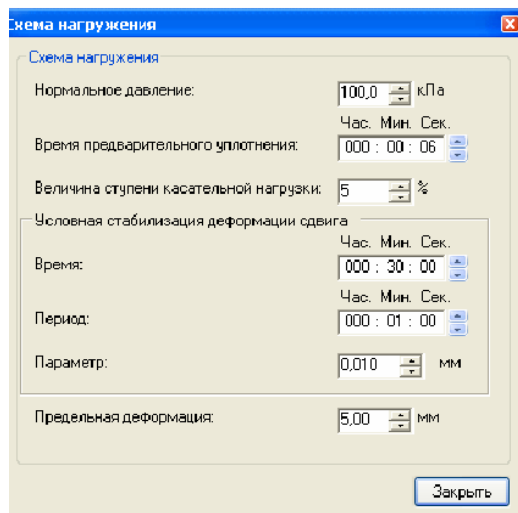
В поле **Нормальное давление** задайте значение вертикального давления. Испытание на сдвиг начнется по истечении временного отрезка, задаваемого в поле **Время предварительного уплотнения**.

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.

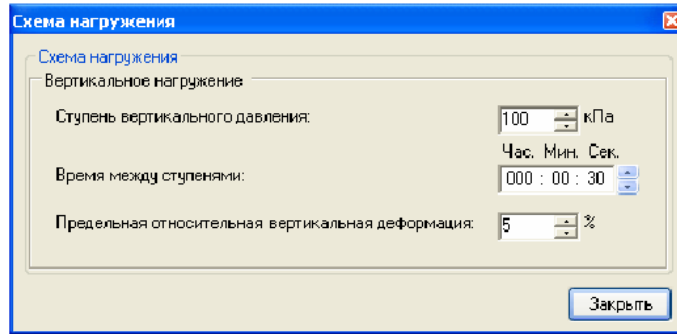
Перед началом испытания необходимо выставить датчик вертикальных деформаций (см. п. **Настойка датчиков**).

Проведение испытания

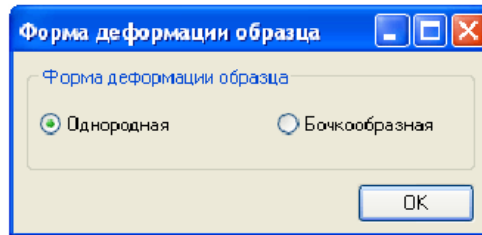
Перед началом работы необходимо получить у преподавателя следующие исходные данные: величину ступени вертикального давления, время между ступенями и значение предельной относительной вертикальной деформации.

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 противодавления, 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.

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

Относительная вертикальная деформация, %	Величина разгрузки, %	Количество циклов
--	-----------------------	-------------------

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 [иконка] [Добавить] [Удалить]

Условная стабилизация относительной объемной деформации

Час. Мин. Сек. Час. Мин. Сек. Час. Мин. Сек.
Время: 000 : 00 : 30 [иконка] Период: 000 : 00 : 10 [иконка] Параметр: 0,0003 [иконка] мм

Вертикальное нагружение

Ступень вертикального давления: 10 [иконка] %

Циклы нагрузки-разгрузки

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

Время между ступенями вертикального давления: Час. Мин. Сек. 000 : 00 : 10 [иконка] [Добавить] [Удалить]

Предельная относительная вертикальная деформация: 15 [иконка] %

[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.