

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ГЕОТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по исследованию грунтов
с использованием испытательного комплекса «ASIS»
по дисциплине «Механика грунтов, основания и фундаменты»
для студентов строительных специальностей
1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»,
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»,
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Брест 2022

УДК 624.131

Изложена методика и порядок проведения испытаний грунтов в условиях компрессионного сжатия и одноплоскостного сдвига с использованием автоматизированной системы испытаний грунтов в строительстве «АСИС».

Эти виды испытаний помогут более глубокому усвоению теоретического курса дисциплины.

Составители: В. Н. Дедок, ст. преподаватель УО БрГТУ,
А. Н. Невейков, вед. инженер ГП «Институт «Белжелдорпроект»

Рецензент: В. Н. Деркач, директор филиала «Институт БелНИИС»
Научно-технический центр, доктор технических наук

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», изучающих курс "Геология, механика грунтов, основания и фундаменты".

Лабораторные работы являются важным этапом учебного процесса, так как их проведение закрепляет и углубляет теоретические знания, позволяют приобрести навыки в решении многих технических вопросов, а также правильно использовать и применять современные методы исследований, нормы и стандарты проектирования и использование нормативно-технической литературы.

Лабораторные работы должны выполняться в постоянной увязке с усвоением теоретических положений изучаемого курса.

Основная цель выполняемых лабораторных работ заключается в освоении методики определения деформационных и прочностных характеристик грунтов с использованием автоматизированной системы испытаний грунтов в строительстве «АСИС».

В методических указаниях приведены:

- краткие теоретические сведения касающихся проводимых испытаний;
- конструктивные особенности устройств;
- методика и порядок выполнения работ;
- обработка и анализ полученных результатов.

Учитывая, что студенты выполняют испытания в аудиторных условиях при небольшом резерве времени, в ходе испытаний допускается отклонения от действующих правил и норм в части времени консолидационного уплотнения грунтов.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Введение | 3 |
| 1. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС АСИС..... | 5 |
| 2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 Компрессионные испытания грунтов..... | 7 |
| 3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 Исследование прочности грунтов в условиях одноплоскостного среза..... | 19 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 26 |

1 АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС АСИС

Комплекс предназначен для проведения механических испытаний природных и промышленных строительных материалов, грунтов, асфальтобетонов, цементов при различных видах напряженного состояния и траекториях нагружения.

Автоматизированный испытательный комплекс АСИС представляет собой совокупность устройств силового нагружения и управления давлением, приспособлений для испытаний образцов при различных видах напряженного состояния, измерительной системы АСИС, программного обеспечения на базе ПЭВМ.

Испытания образцов материалов проводятся в автоматизированном режиме.



Рисунок 1 – Общий вид испытательного комплекса АСИС

В процессе испытания осуществляется:

- управление процессом испытания;
- измерение параметров испытания – силы, давления, линейных перемещений;
- предельные значения вертикальных напряжений 350 МПа;
- протоколирование процесса испытания;
- передача данных для дальнейшей обработки.

Силовое воздействие

Для осуществления силового воздействия в составе автоматизированного испытательного комплекса АСИС применяются устройства осевого нагружения.

Устройства осевого нагружения обеспечивают силовое воздействие по различным траекториям: ступенями, с контролем напряжений (минимальная ступень 0,0125 МПа); ступенями с контролем положения (минимальная ступень 0,01 мм); непрерывно, с заданной осевой деформацией 0,0001–10 мм/мин.

Управление давлением

Для управления давлением в составе автоматизированного испытательного комплекса АСИС применяются устройства управления давлением. Они различаются по мощности: 1,0, 2,0, 10,0 МПа, и по способу управления: электропневматические, электромеханические. В процессе управления давлением устройства осуществляют контроль изменений объема.

Моделирование напряженного состояния

Для передачи нагрузки на образец и реализации различных видов напряженного состояния применяются специальные приспособления. Они различаются по видам напряженного состояния: одномерное сжатие (компрессия), одноосное сжатие, трехосное сжатие, сдвиг, растяжение при сжатии, растяжение при изгибе, растяжение при раскалывании.

Измерение параметров испытания

Для измерения параметров испытаний применяются измерительная система АСИС. Система представляет собой двух уровневую конструкцию. Нижний уровень Системы представлен датчиками соответствующих физических величин и вторичным преобразователем. Верхний уровень Системы включает в себя программное обеспечение на базе ПЭВМ. Принцип действия Системы заключается в измерении физических величин первичными преобразователями с последующим преобразованием измерительной информации во вторичном преобразователе (блоке электронно-преобразующем) в цифровой вид. Полученная информация передаётся в ПЭВМ, обрабатывается и выводится на монитор и внешние устройства.

Управление процессом испытания

Для управления процессом испытания применяется специальное программное обеспечение АСИС на базе ПЭВМ. Программное обеспечение осуществляет в автоматизированном режиме управление процессом испытания, протоколирование процесса испытания и передачу результатов испытания в другие программные пакеты для дальнейшей обработки.

2 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Компрессионные испытания грунта

Испытание грунта методом компрессионного сжатия на комплексе АСИС проводят для определения следующих характеристик деформируемости – коэффициента сжимаемости m_0 , модуля деформации E_0 , структурной прочности на сжатие P_{str} , коэффициентов фильтрационной и вторичной консолидации c_v и c_α для песков мелких и пылеватых и глинистых грунтов с показателем текучести $I_l > 25$.

Эти характеристики определяют по результатам испытаний образцов грунта в компрессионных приборах (одомерах), исключающих возможность бокового расширения образца грунта при его нагружении вертикальной нагрузкой.

Деформирование характеризует процесс сжатия грунта в результате изменения его объема. Различают собственно сжатие грунта и консолидацию грунта. Уменьшение объема грунта за счет уменьшения объема пор занятого воздухом в процессе уплотнения изменения объема воды не происходит. В процессе консолидации грунта объем воды в единице грунта уменьшается вследствие ее отжатия (фильтрации) при действии внешней нагрузки и грунт уплотняется. Вследствие того, что вода медленно отжимается из порового пространства, то консолидация зависит от времени и продолжается длительное время.

Оборудование для испытаний

В состав установки для испытания грунта в условиях компрессионного сжатия входят: устройство нагружения (рисунок 2) и компрессионный прибор – одомер (рисунок 3).

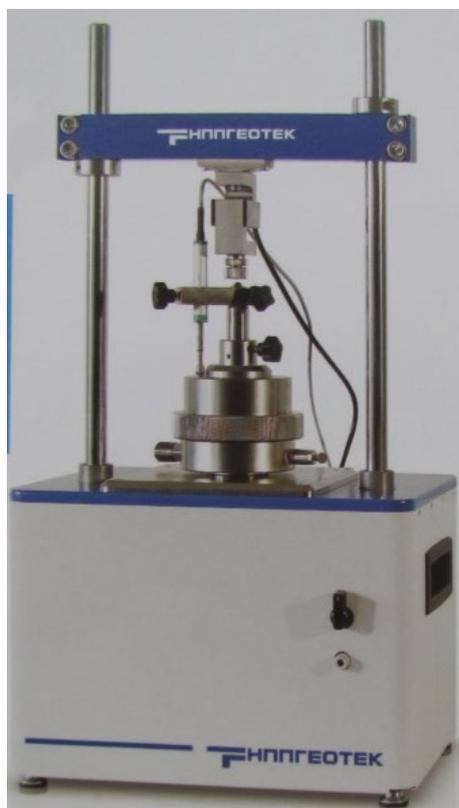
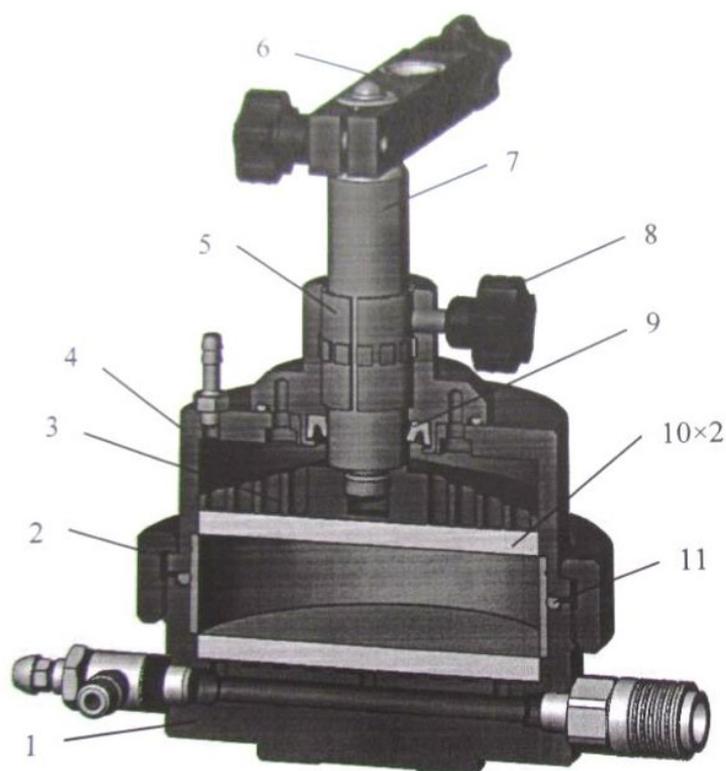


Рисунок 2 – Вид установки для компрессионных испытаний



1 – основание; 2 – гайка; 3 – штамп; 4 – крышка; 5 – втулка; 6 – держатель; 7 – шток; 8 – винт;
9 – манжета; 10 – фильтр; 11 – уплотнительное кольцо

Рисунок 3 – Одометр фильтрационный ГТ 2.1.1

Конструкция компрессионного прибора должна обеспечивать:

- подачу воды к образцу снизу и отвод ее;
- первоначальную нагрузку на образец, создаваемую штампом и закрепленными на нем измерительными приборами, не более 0,0025 МПа.

Дополнительно к этим требованиям конструкция компрессионно-фильтрационного прибора должна обеспечивать:

- подачу воды к образцу грунта снизу (схема восходящего потока) или сверху (схема нисходящего потока);
- отвод воды, профильтровавшейся через образец грунта, и накопление ее в мерном сосуде;
- непрерывную на протяжении всего испытания фильтрацию воды, герметичность основных деталей прибора.

Нагрузка на образец грунта прикладывается ступенями, последующая ступень принимается, как правило, равной удвоенному значению предыдущей. Наибольшее значение ступени нагрузки принимается равным полуторному значению давления под подошвой проектируемого сооружения.

Подготовка к испытанию

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью или образцы нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности.

Образец должен имеет диаметр 71 мм (60 см²) и высоту 25 мм и помещается в кольцо путем его вдавливания в монолит грунта или засыпкой песка с заданной плотностью.

Образец грунта в рабочем кольце взвешивают, покрывают с торцов влажными фильтрами и помещают в компрессионный прибор.

После помещения образца проводят следующие операции:

- устанавливают образец на перфорированный штамп;
- регулируют механизм нагружения образца;
- устанавливают датчик для измерения вертикальных деформаций образца.

Проведение испытания для определения характеристик m_0 , E

На каждой ступени нагружения образца грунта снимают отсчеты по приборам для измерения вертикальных деформаций до условной стабилизации деформации образца.

За критерий условной стабилизации деформации принимают скорость деформации образца, не превышающую 0,01 мм за последние 5 секунд.

Испытания проводятся в следующей последовательности:

1. Включить: подачу питания, блок бесперебойного питания (кнопка спереди), компьютер, два электронно-преобразующих блока (кнопки сзади).
2. Запустить программу АСИС 3.3 на рабочем столе (рисунки 4,5).

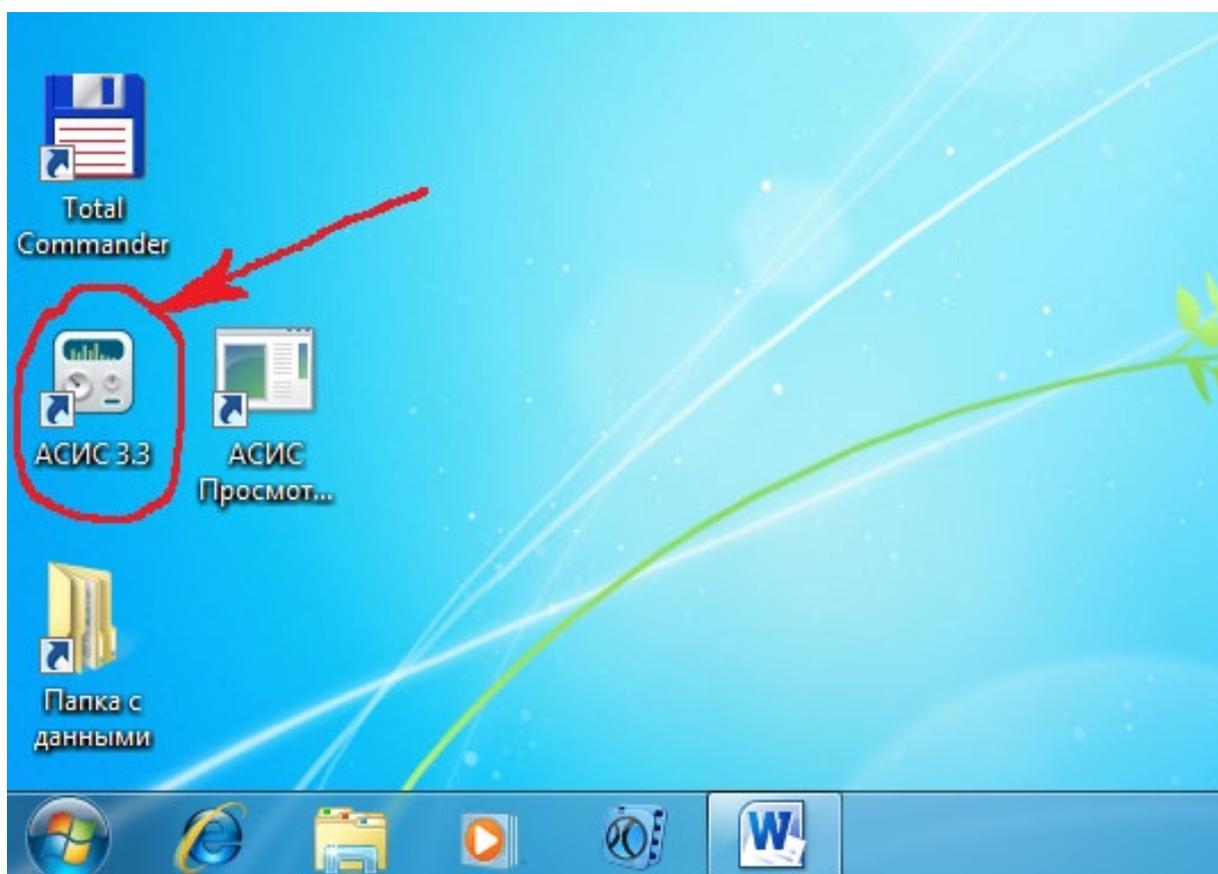


Рисунок 4 – Ярлык на рабочем столе

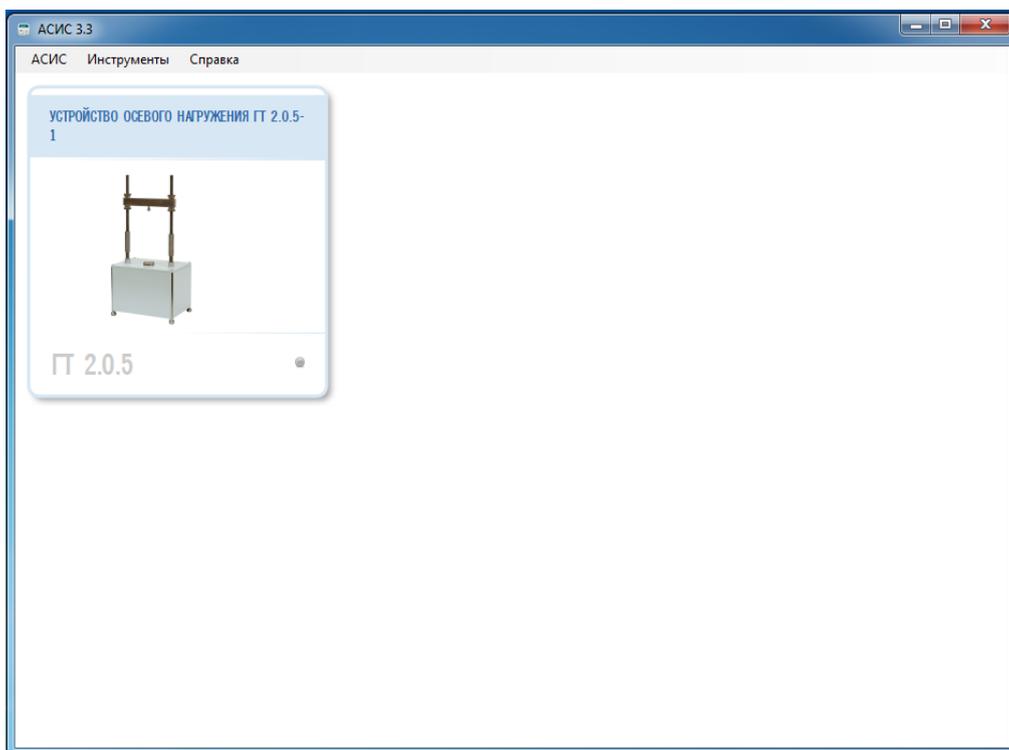


Рисунок 5 – Общий вид программы

3. Открыть устройство осевого нагружения ГТ 2.0.5-1 (рисунок 6).

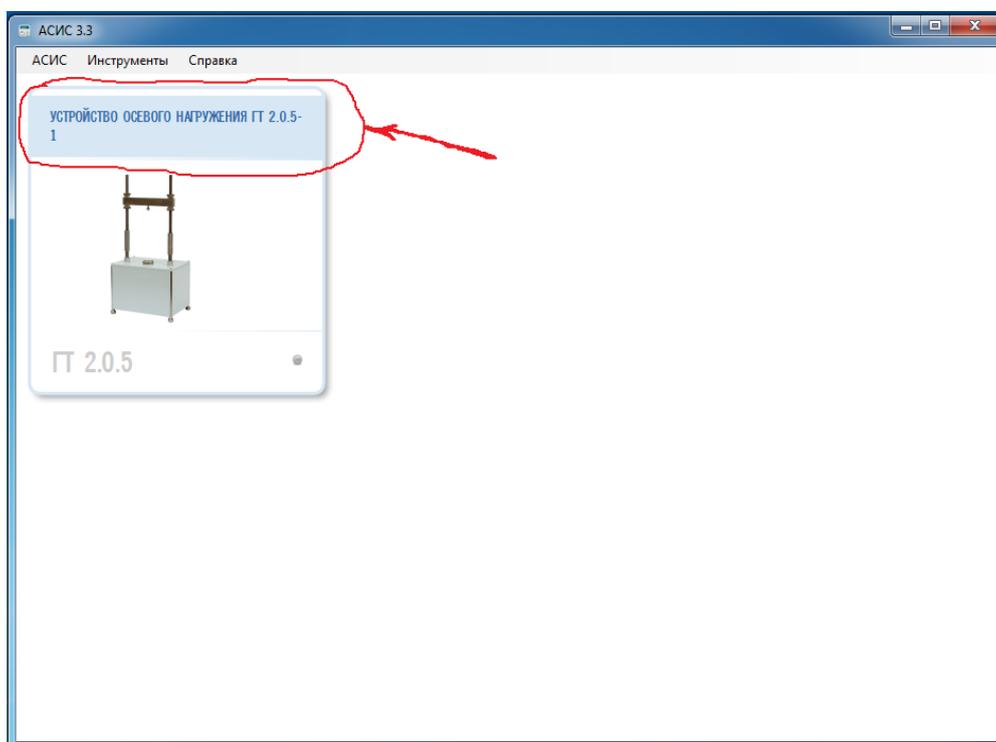


Рисунок 6 – Кнопка запуска в окне

4. Выбрать нужный вид испытания (рисунок 7).
На правой панели ввести необходимые данные.

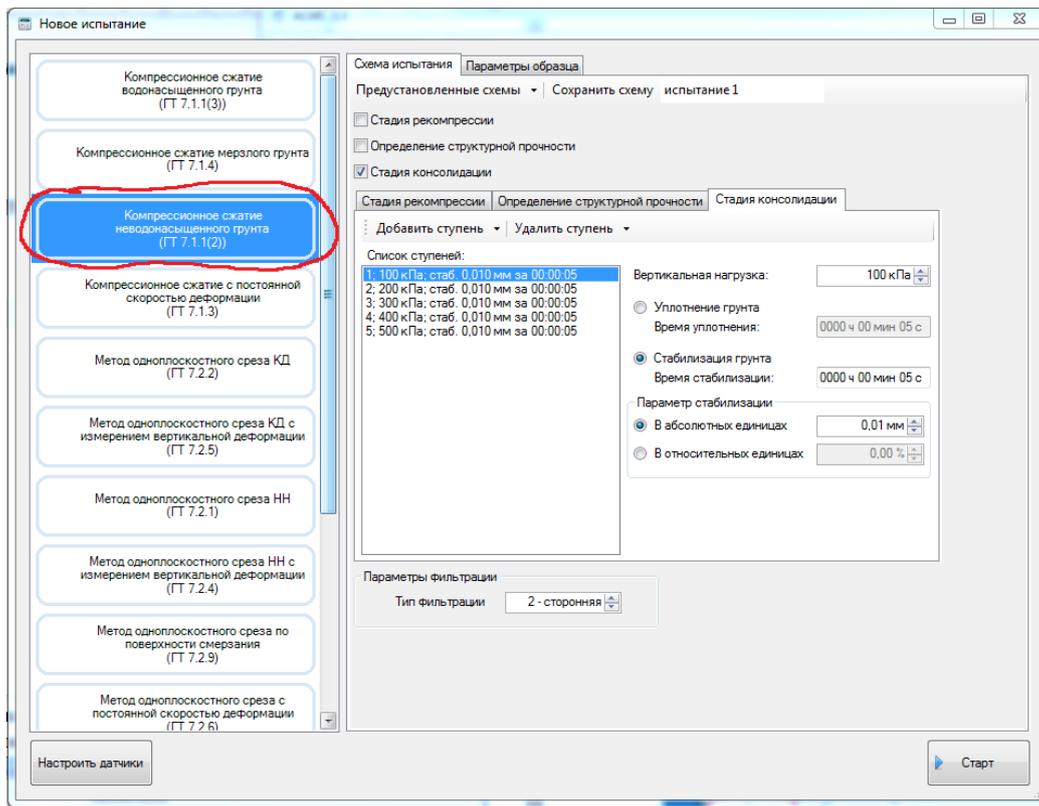


Рисунок 7 – Виды испытаний

5. Проверить настройку датчиков нажатием на кнопку «Настроить датчики» (рисунок 8).

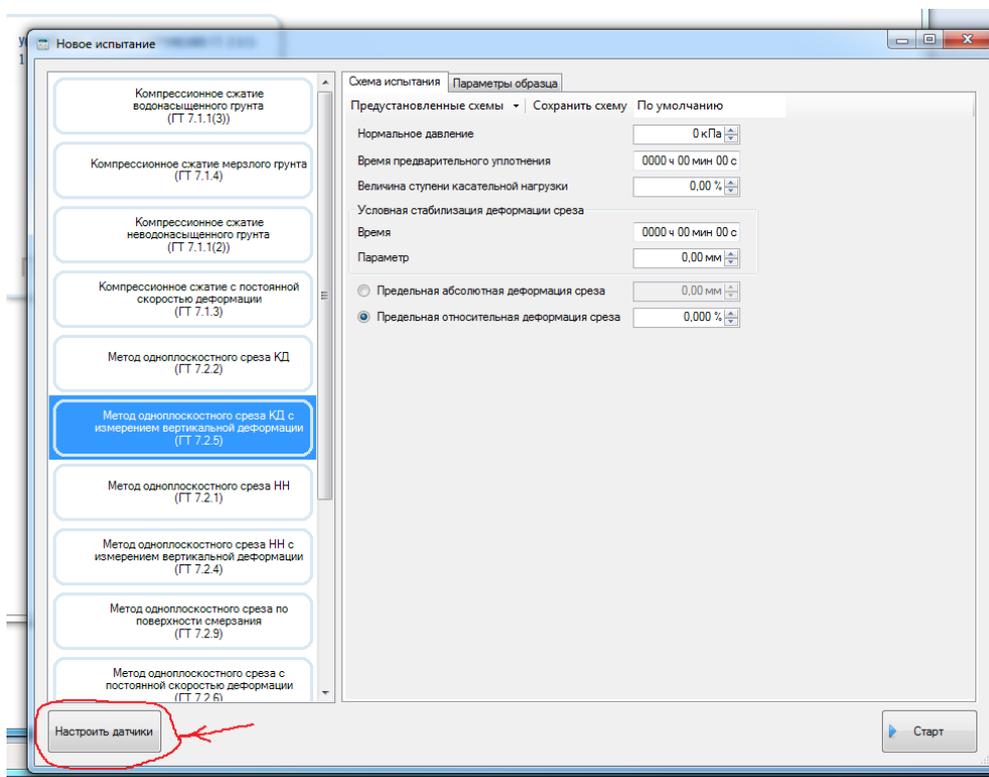


Рисунок 8 – Кнопка проверки настройки датчиков

Ненастроенный датчик подсветится красным цветом и программа выдаст соответствующее уведомление (рисунок 9). Ненастроенный датчик следует настроить (настройку датчиков производит лаборант или инженер).

Если датчики настроены, нажать на кнопку «Закончить настройку датчиков».



Рисунок 9 – Сведения о датчиках

6. Запустить программу испытаний, нажав кнопку «Старт» (рисунок 10).

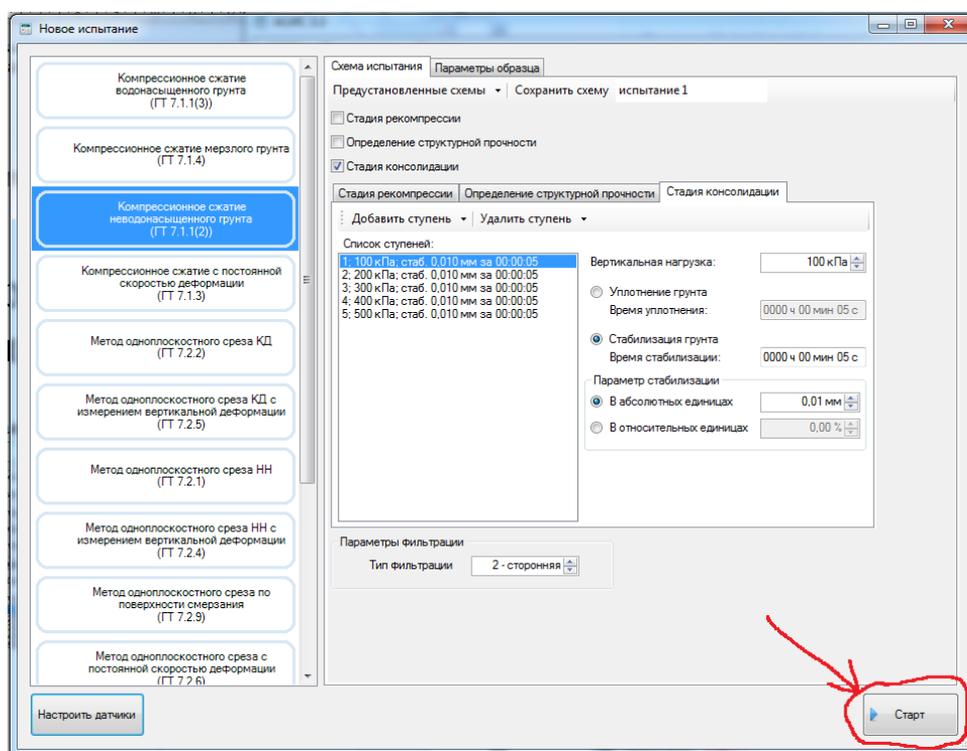


Рисунок 10 – Кнопка запуска испытания

7. После запуска испытания программа потребует провести позиционирование (проводит лаборант или инженер), (рисунок 11).

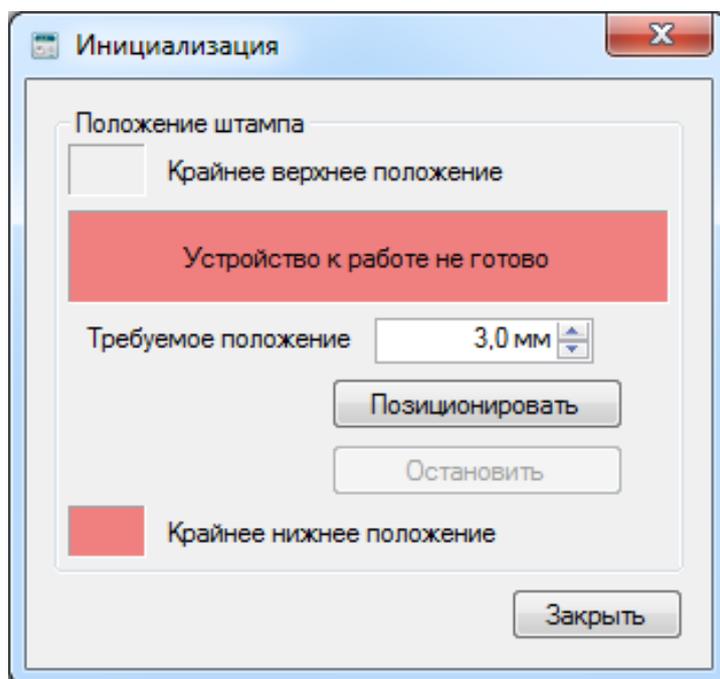


Рисунок 11 – Подготовка прибора к работе (позиционирование)

8. После настройки прибор проведёт опыт и выдаст соответствующее уведомление об этом (рисунок 12).

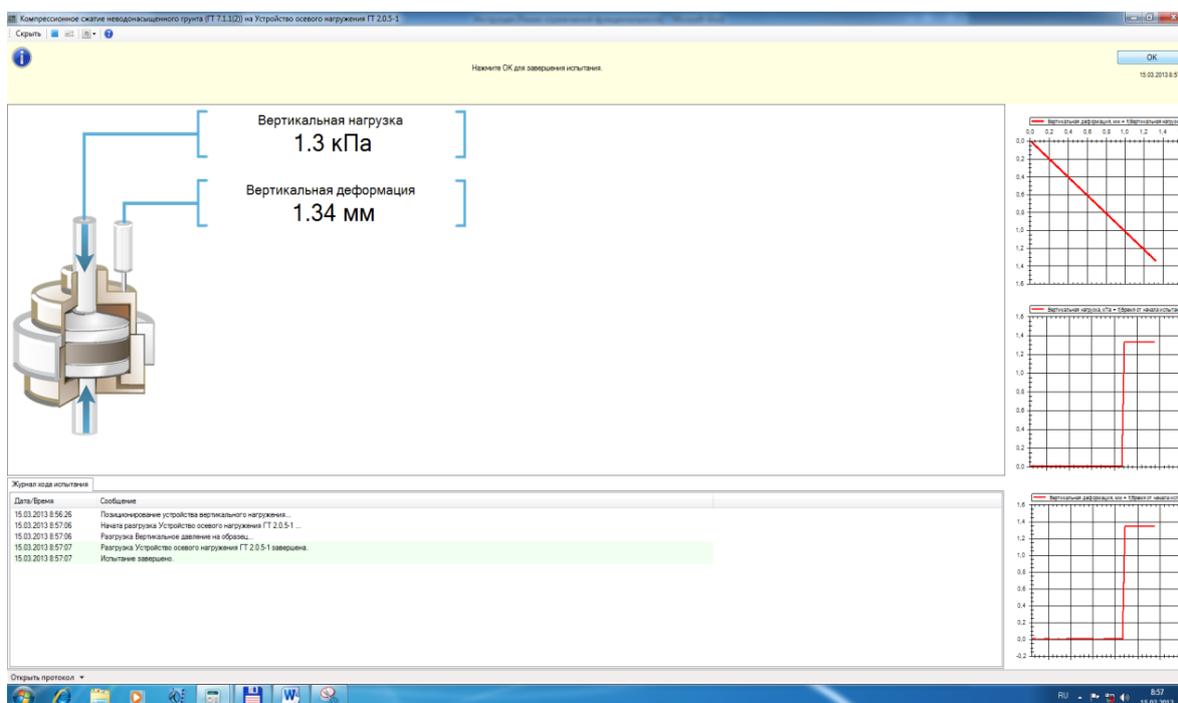


Рисунок 12 – Окончание опыта

9. Для ознакомления с результатами необходимо открыть протокол испытания, для чего необходимо запустить : «АСИС Просмотр протокола» – ярлык на рабочем столе (рисунок 13).

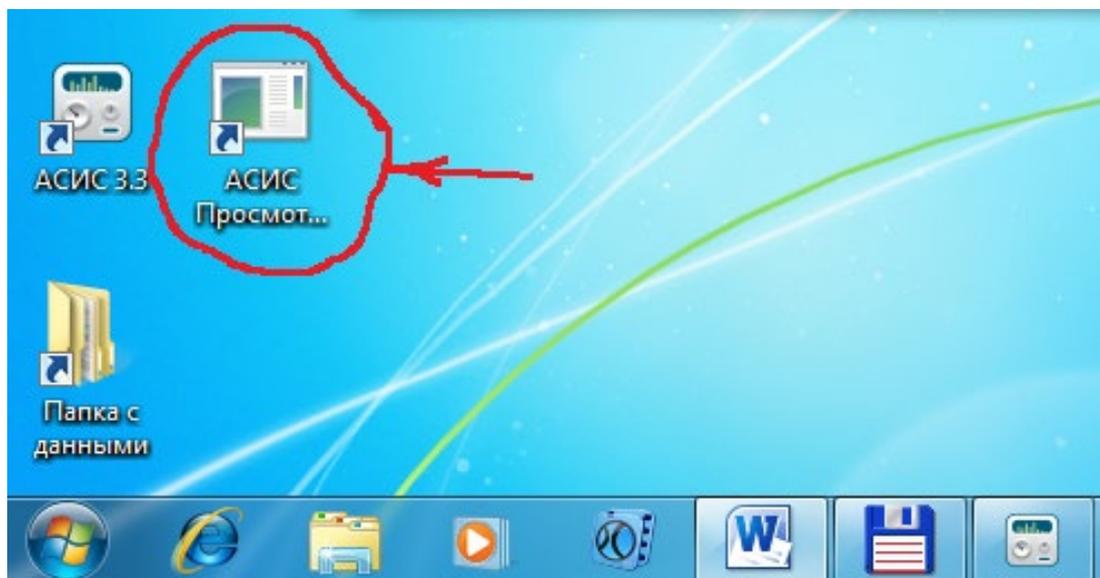


Рисунок 13 – Ярлык на рабочем столе

10. В открывшемся окне нажать «Открыть протокол» (рисунок 14) и выбрать последнюю созданную папку с протоколом.

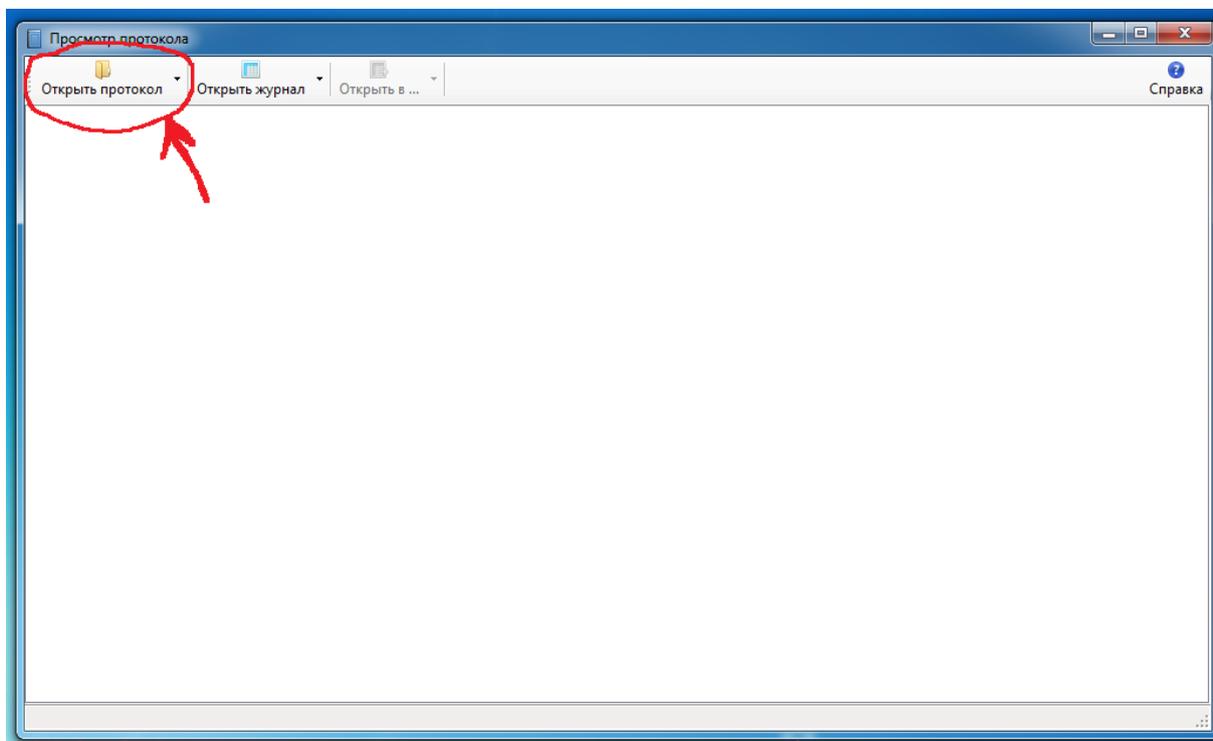


Рисунок 14 – Просмотр протокола

11. Путь к файлу с протоколом указан на рисунках 15 ÷ 19.

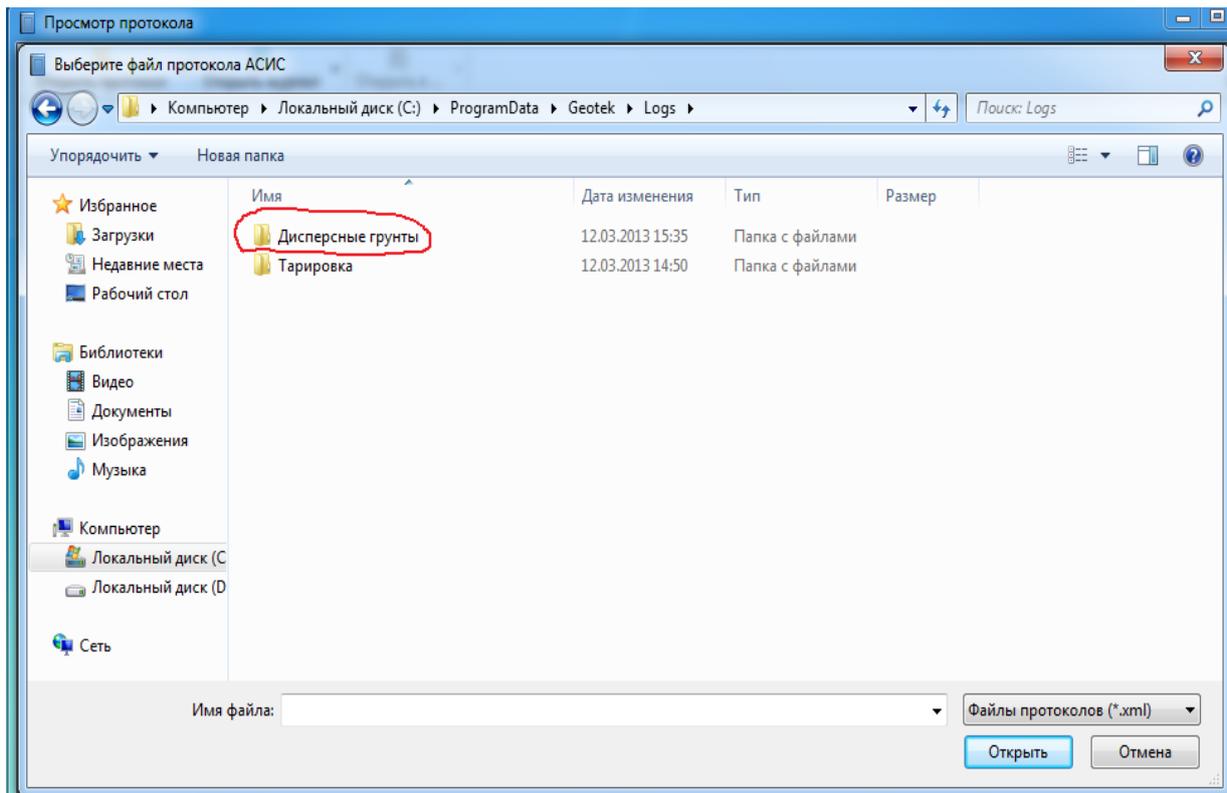


Рисунок 15 – Путь к файлу с протоколом

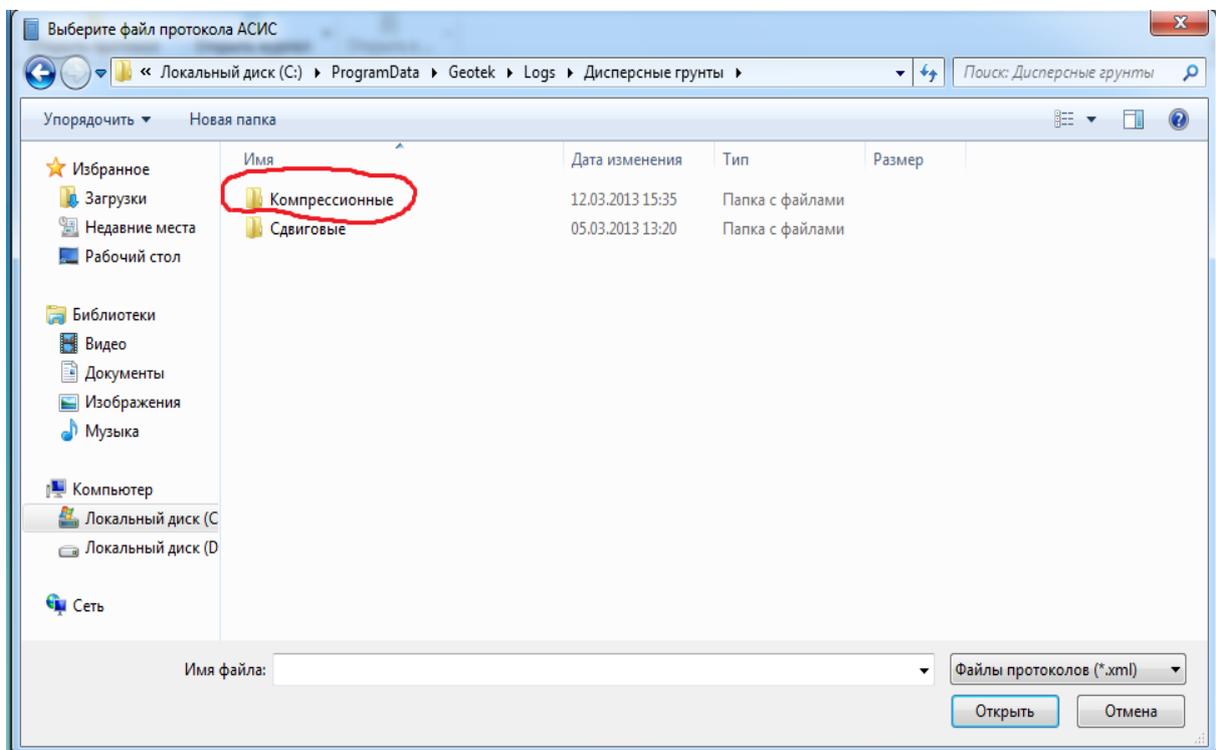


Рисунок 16 – Путь к файлу с протоколом

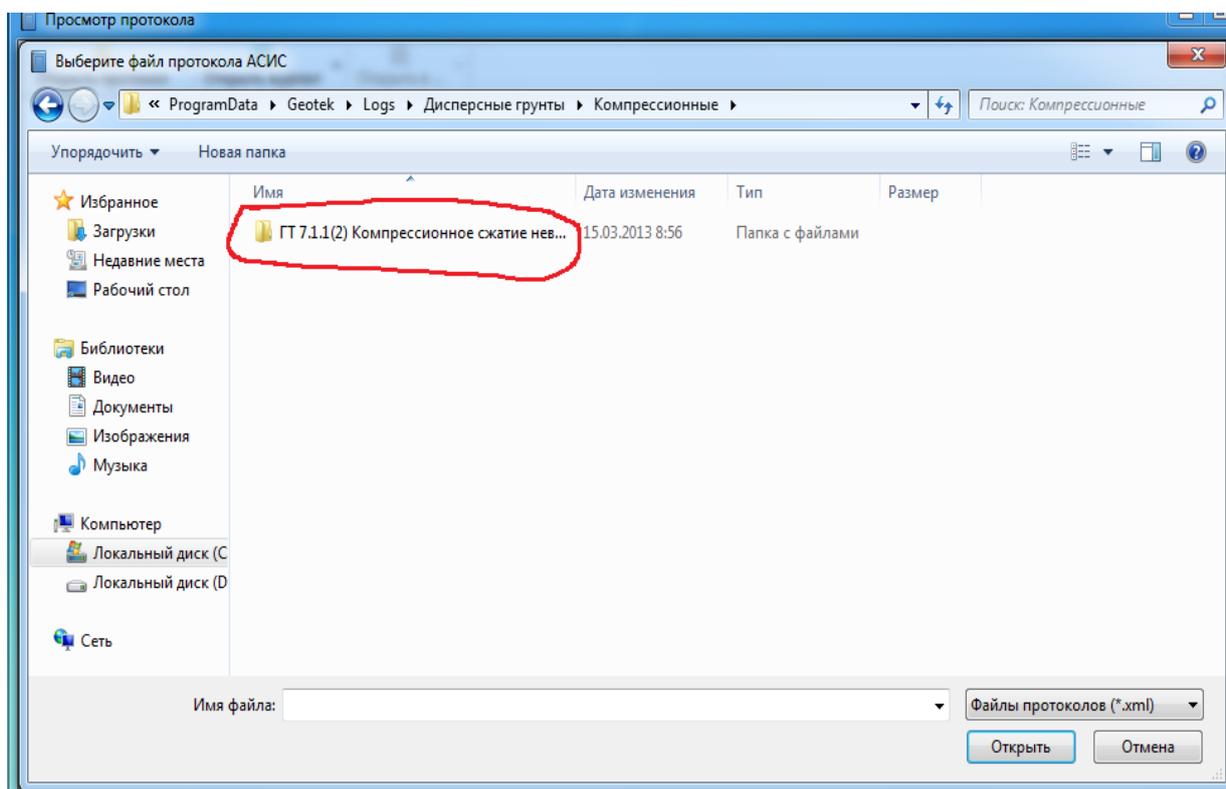


Рисунок 17 – Путь к файлу с протоколом

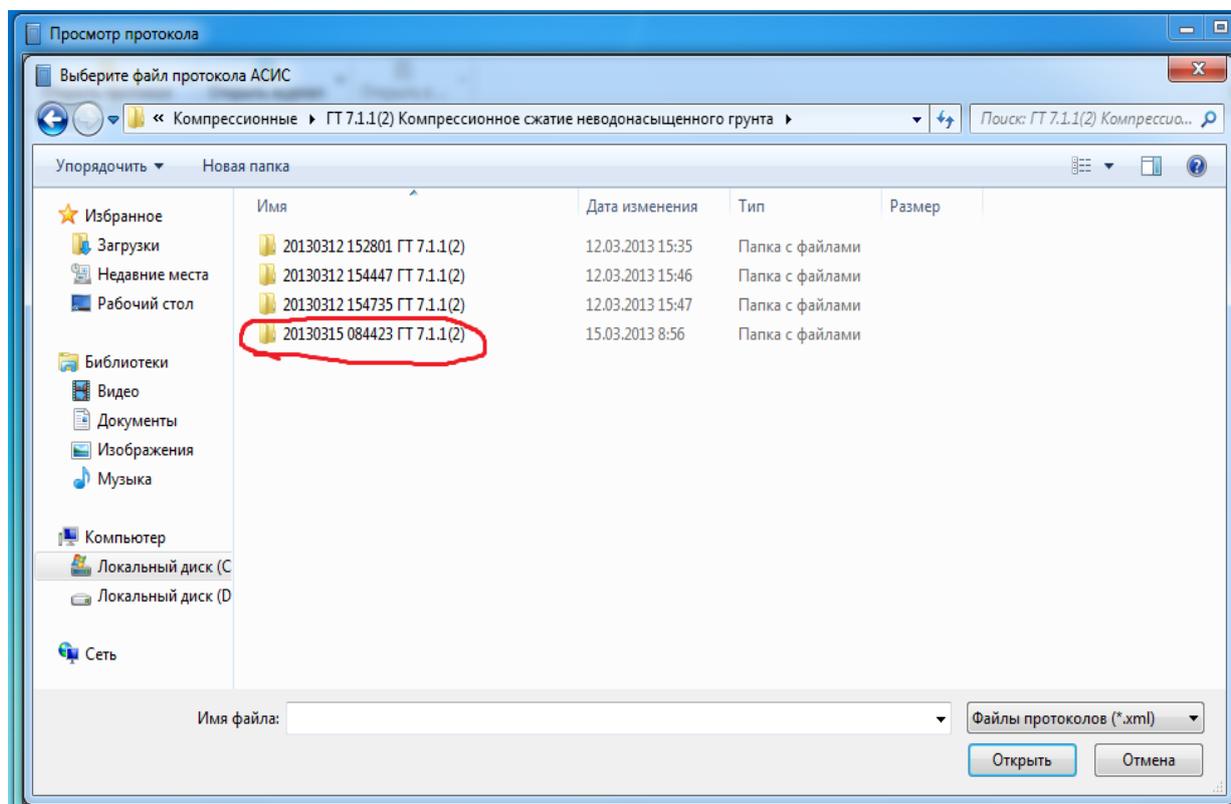


Рисунок 18 – Путь к файлу с протоколом
 (здесь необходимо по дате и времени испытаний выбрать последнюю созданную папку с протоколом)

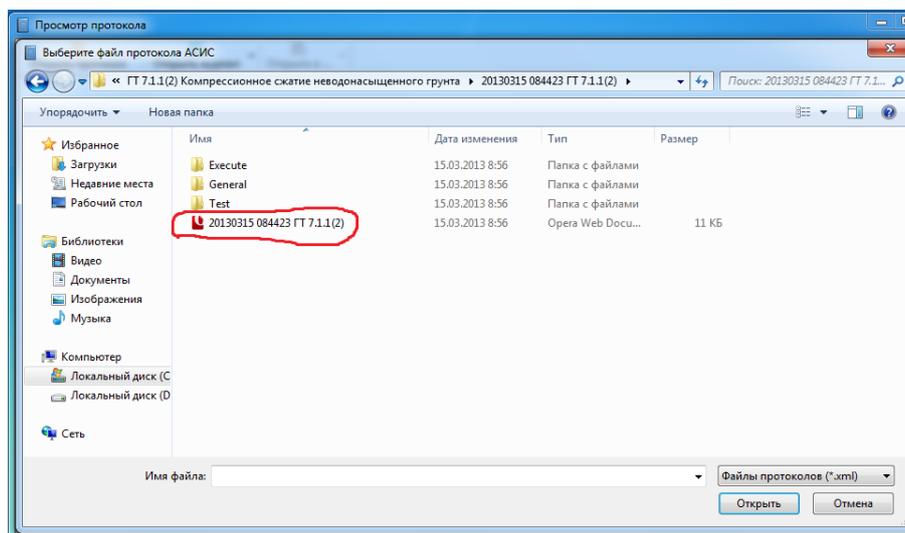


Рисунок 19 – Протокол испытаний

В папке хранится протокол в формате *.xml. (c:\ProgramData\Geotek\Logs\Дисперсные грунты\Компрессионные\ГТ 7.1.1(2) Компрессионное сжатие неводонасыщенного грунта\).

Обработка результатов

Для определения характеристик m_0 , E_0 , по результатам испытания для каждой ступени нагружения вычисляют:

- абсолютную вертикальную стабилизированную деформацию образца грунта Δh мм;
- относительную вертикальную деформацию образца грунта по формуле

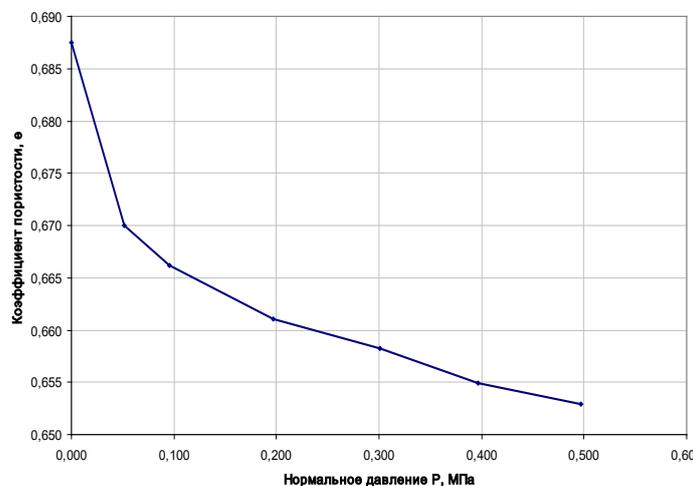
$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta h}{h},$$

где h – начальная высота образца, мм.

Вычисляют коэффициенты пористости e_i грунта при давлениях P_i по формуле

$$e_i = e_0 - \varepsilon_i(1 + e_0).$$

По вычисленным значениям строят компрессионную кривую – график зависимости $\varepsilon = f(p)$, рисунок 20.



Коэффициент сжимаемости m_0 МПа⁻¹ в заданном интервале давлений p_i и p_{i+1} вычисляют с точностью 0,001 МПа⁻¹ по формуле

$$m_0 = \frac{e_i - e_{i+1}}{p_{i+1} - p_i},$$

где e_i и e_{i+1} – коэффициенты пористости, соответствующие давлениям p_i и p_{i+1} .

Модуль деформации E_0 МПа в интервале давлений p_i и p_{i+1} вычисляют с точностью 0,1 МПа по формулам:

$$E_0 = \frac{p_{i+1} - p_i}{\varepsilon_{i+1} - \varepsilon_i} \beta$$

или

$$E_0 = \frac{1 + e_0}{m_0} \beta,$$

где ε_i и ε_{i+1} – значения относительного сжатия, соответствующие давлениям p_i и p_{i+1} ; m_0 – коэффициент сжимаемости, соответствующий интервалу давления от p_i до p_{i+1} ; β – коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения грунта в компрессионном приборе и вычисляемый по формуле

$$\beta = 1 - \frac{2\nu^2}{1 - \nu},$$

где ν – коэффициент поперечной деформации, определяемый по результатам испытаний в приборах трехосного сжатия.

При отсутствии экспериментальных данных допускается принимать ν , равным: 0,30–0,35 – для песков и супесей; 0,35–0,37 – для суглинков; 0,2–0,3 при $I_L < 0$; 0,3–0,38 при $0 \leq I_L \leq 0,25$; 0,38–0,45 при $0,25 \leq I_L \leq 1,0$ – для глин. При этом меньшие значения ν принимают при большей плотности грунта.

Все отмеченные вычисления могут выполняются автоматически с использованием программы ASIS Report.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Исследование прочности грунтов в условиях одноплоскостного сдвига

Прочность грунтов оценивается их сопротивлением касательным напряжениям. При определенной величине касательных напряжений начинается сдвиг одной части грунта относительно другой остающейся неподвижной. Поверхность, отделяющая сдвигаемую часть грунта от неподвижной называется поверхностью скольжения. При расчете устойчивости откосов, подпорных стен и т. п. предполагается, что в любой точке поверхности скольжения сопротивление сдвигу грунта определяется условием прочности Мора – Кулона

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c,$$

где σ – нормальное напряжение на плоскости сдвига (среза); $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент трения; c – силы сцепления.

Цель испытаний

Испытание грунта методом одноплоскостного сдвига 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.

Достоинства метода:

- быстрота и низкая стоимость испытаний для определения параметров прочности φ и c песчаных, глинистых и гравелистых грунтов в нарушенном или ненарушенном состоянии;
- простота подготовки образцов грунта и использования приборов.

Недостатки метода:

- не измеряется поровое давление;
- плоскость среза зафиксирована и горизонтальная.

Оборудование для испытаний

Прочностные 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.

Для глинистых грунтов по специальному заданию может быть проведен повторный срез образца по фиксированной плоскости – срез "плашка по плашке".

В зависимости от условий создания касательной нагрузки различают статический и кинематический (непрерывное) способы нагружения.

В статическом способе касательная нагрузка прикладывается ступенями по 5÷10 % 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.

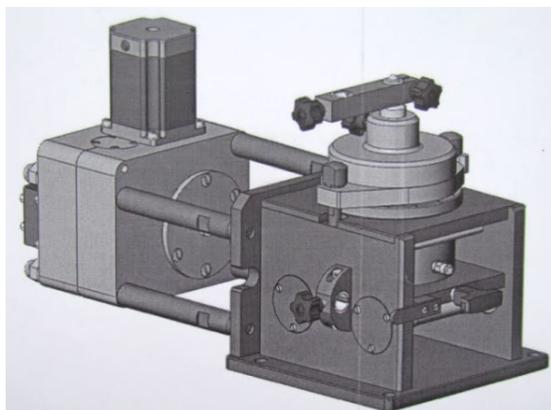
За критерий условной стабилизации деформации среза принимают скорость деформации, не превышающую 0,01 мм/мин.

При кинематическом способе создания касательной нагрузки скорость среза должна быть постоянной, а деформации среза фиксируют не реже чем через 2 мин.

Испытания при статическом нагружении проводятся на установке статических испытаний (рисунок 21), а конструкция прибора применяемых для этих испытаний приведена на рисунке 22.



Рисунок 21 – Установка статических испытаний грунтов на сдвиг



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.

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью или в водонасыщенном состоянии, или образцы нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности (в т. ч. при полном водонасыщении), или образцы, отобранные из уплотненного массива, для искусственно уплотненных грунтов.

Процедура статических консолидированно-дренированных испытаний

1. Выполнить предварительное уплотнение образцов грунта в приборе предварительного уплотнения не менее трех образцов для каждой ступени нормального давления.

Каждую ступень давления при предварительном уплотнении выдерживают до достижения условной стабилизации деформации сжатия образца грунта.

2. Переместить срезную каретку в начальное положение до упора.
3. Снять верхнюю крышку прибора.
4. Вставить кольцо с грунтом в верхний фланец прибора.
5. Поставить вкладыш на торец образца, надавив рукой на вкладыш, переместить образец грунта в нижнее кольцо.
6. Поставить верхний штамп и закрепить ее откидными болтами.
7. Поставить срезную каретку на силовую раму.
8. Вывернуть стопорный винт до упора с верхним штампом.
9. Закрепить датчик перемещений в держателе так, чтобы шток касался срезной коробки.
10. Запустить работу программы АСИС, для чего выполнить действия согласно п. 1÷3 лабораторной работы № 1.
11. Выбрать нужный вид испытания (рисунок 23).

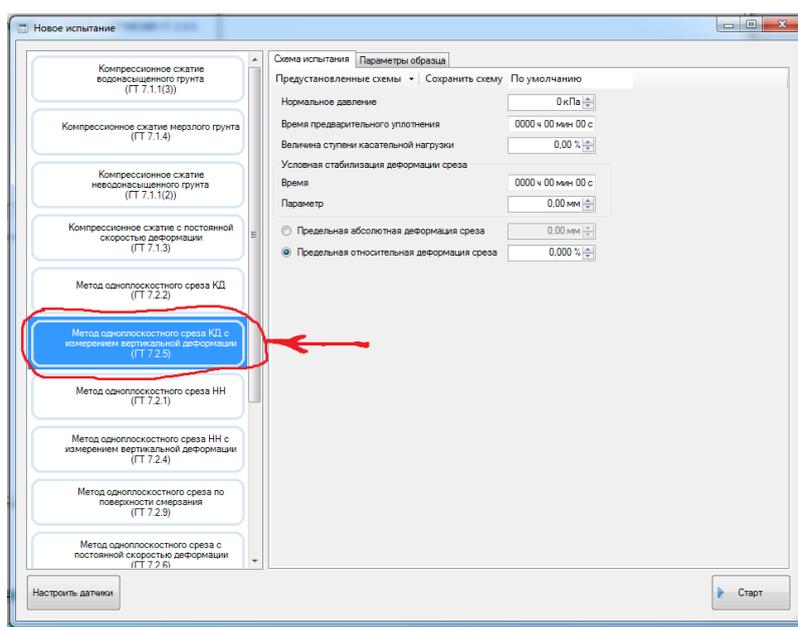


Рисунок 23 – Виды испытаний

14. Выставить датчик горизонтальных перемещений в начальное положение.
15. Проверить настройку датчиков нажатием на кнопку «Настроить датчики» (рисунок 24).

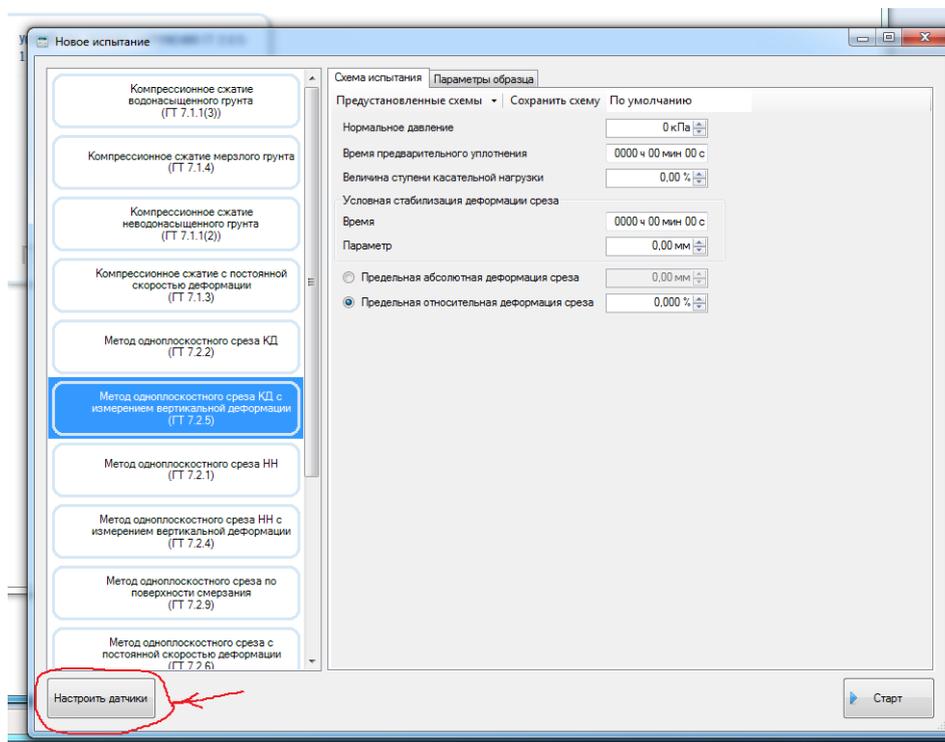


Рисунок 24 – Кнопка проверки настройки датчиков

Ненастроенный датчик подсветится красным цветом и программа выдаст соответствующее уведомление. В этом случае необходима настройка датчиков (настройку датчиков производит лаборант или инженер) (рисунок 25).

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Датчик нормального давления, МПа | 0.0076 |
| Датчик касательного давления, МПа | 0.0018 |
| Датчик перемещения, мм | 1.4124 |

Рисунок 25 – Сведения о датчиках

Контроль начальных показаний датчиков

16. Если датчики настроены нажать на кнопку «Закончить настройку датчиков».

На правой панели ввести необходимые данные:

- введите величину нормального давления, при котором будет производиться срез образца;
- введите время предварительного уплотнения – 30 с;
- установить величину ступени касательной нагрузки, которая должна составлять 5 % от значения нормальной нагрузки;
- введите время стабилизации деформации сдвига – 5 с;
- введите параметр стабилизации деформации сдвига – 0,01 мм;
- введите величину предельной деформации среза – 5 мм.

17. Для начала испытания нажать кнопку «СТАРТ» (рисунок 26)

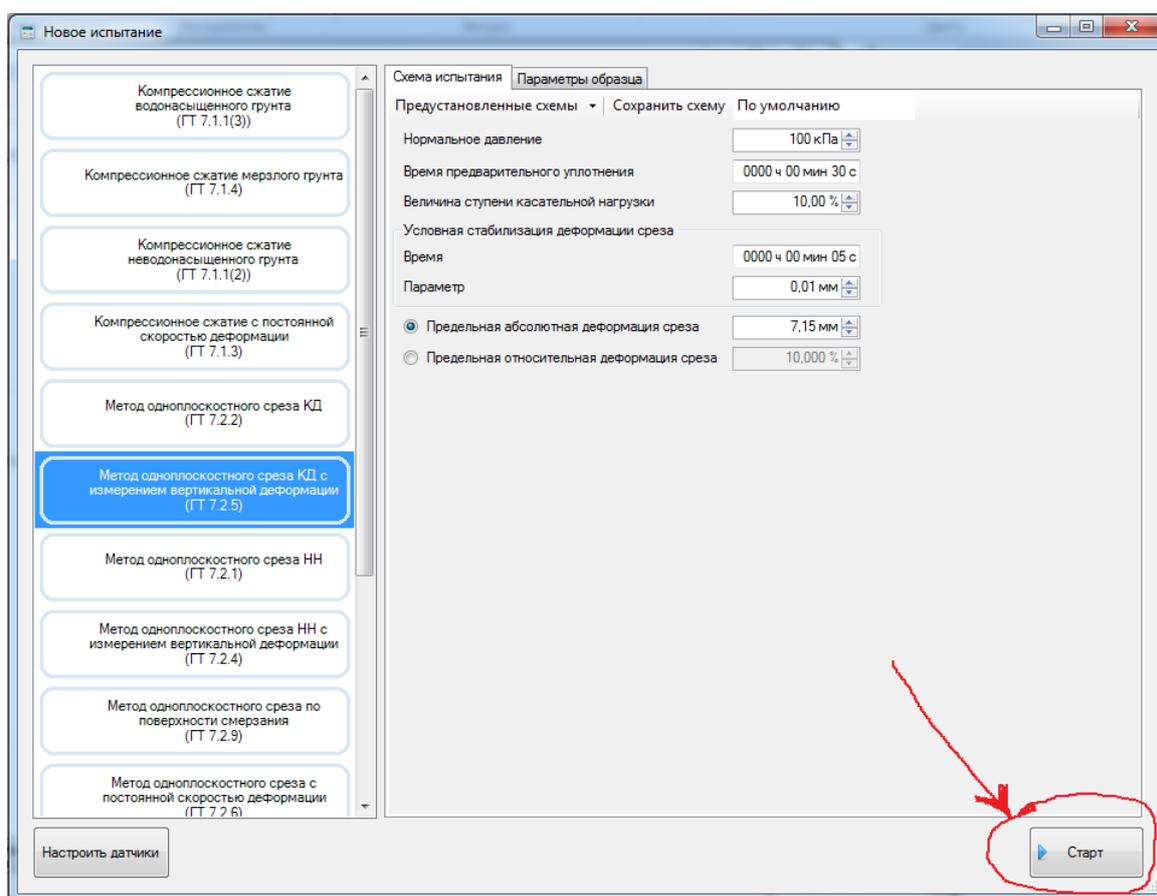


Рисунок 26 – Кнопка запуска испытания

18. Прибор проведёт испытание и выдаст соответствующее уведомление о окончании опыта.

19. Для ознакомления с результатами необходимо открыть протокол испытания. Выбрать последнюю созданную папку с протоколом (с:\ProgramData\Geotek\Logs\Дисперсные грунты\Сдвиговые\ГТ 7.2.2 Метод одноплоскостного среза КД\). В папке хранится протокол в формате *.xml. Для чего следует выполнить действия согласно п. 9÷13 Лабораторной работы № 1.

Обработка результатов испытаний

Выполняется с использованием программы ASIS Report в соответствии с методикой, приведенной в ГОСТ 12248-96.

По измеренным в процессе испытания значениям касательной и нормальной нагрузок вычисляют касательные и нормальные напряжения τ и σ МПа по формулам:

$$\tau = \frac{Q}{A},$$
$$\sigma = \frac{F}{A},$$

где Q и F – соответственно касательная и нормальная силы к плоскости среза, кН;
 A – площадь среза, см².

Определение τ необходимо проводить не менее чем при трех различных значениях p .

По измеренным в процессе испытания значениям деформаций среза Δl соответствующим различным напряжениям τ строят график зависимости $\Delta l = f(\tau)$ (рисунок 27).

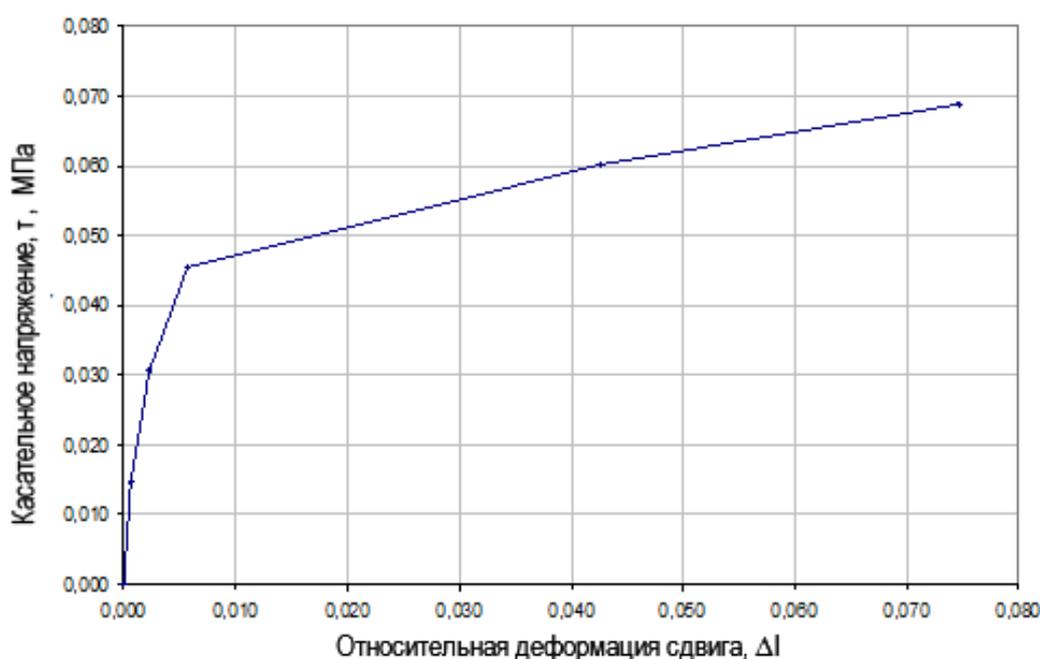


Рисунок 27 – Зависимость деформации сдвига от касательного напряжения

За сопротивление грунта срезу принимают максимальное значение τ , полученное по графику $\Delta l = f(\tau)$ или диаграмме среза на отрезке Δl , не превышающем 5 мм.

Если τ возрастает монотонно, то за сопротивление грунта срезу следует принимать τ при величине предельной деформации сдвига, равной 5 мм.

Угол внутреннего трения φ и удельное сцепление c МПа вычисляют по формулам:

$$tg\varphi = \frac{n\sum\tau_i\sigma_i - \sum\tau_i\sum\sigma_i}{n\sum(\sigma_i)^2 - (\sum\sigma_i)^2},$$

$$c = \frac{\sum\tau_i\sum\sigma_i^2 - \sum\sigma_i\sum\tau_i\sigma_i}{n\sum(\sigma_i)^2 - (\sum\sigma_i)^2},$$

где τ_i – опытные значения сопротивления срезу, определенные при различных значениях σ_i и относящиеся к одному отдельному монолиту грунта;
 n – число испытаний.

По данным, полученным в ходе опыта и результатам статистической обработки, строится график зависимости сопротивления грунта сдвигу (рисунок 28).

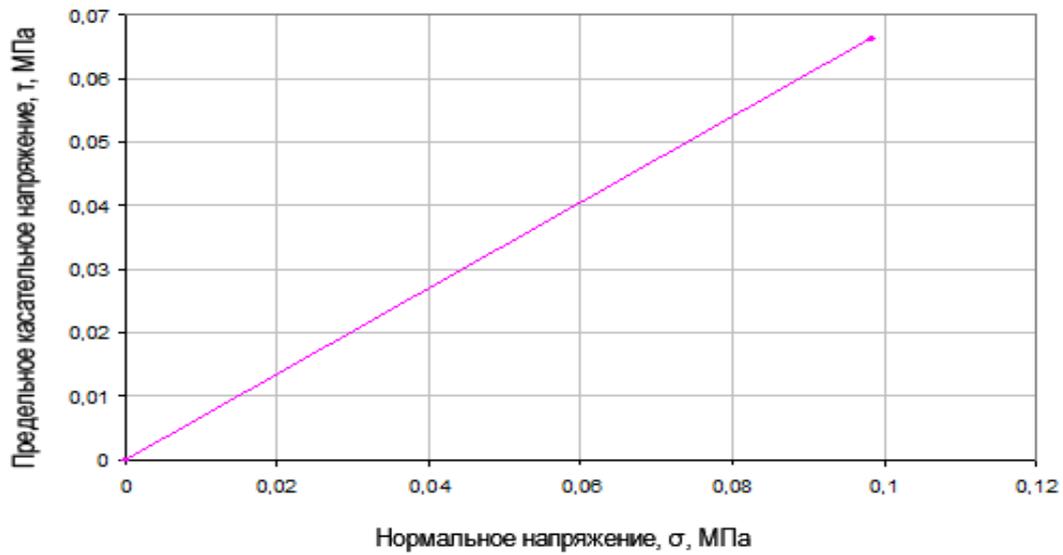


Рисунок 28 – График зависимости предельного касательного напряжения от нормального давления для песчаного грунта

Литература

1. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Межгосударственный стандарт: ГОСТ 12248-2010. – М : МНТКС, 2005. – 57 с.
2. Инженерные изыскания для строительства. Строительные нормы Республики Беларусь: СН 1.02.01-2018. – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2020. – 109 с.
3. Стандарт Республики Беларусь. Грунты, классификация: СТБ 943-2007. – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2007.
4. Фундаменты плитные. Правила проектирования: ТКП 45-5.01-67-2007 (02250). – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2008. – 136 с.
5. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-5.01-254-2012 (02250) – Минск : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2012. – 102 с.

Учебное издание

Составители:

*Дедок Владимир Николаевич
Невейков Александр Николаевич*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам по исследованию грунтов
с использованием испытательного комплекса «ASIS»
по дисциплине «Механика грунтов, основания и фундаменты»
для студентов строительных специальностей
1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»,
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»,
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»

Ответственный за выпуск: Дедок В. Н.
Редактор: Митлошук М. А.
Компьютерная верстка: Вашкевич Ю. А.
Корректор: Дударук С. А.

Подписано в печать 30.12.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Arial Narrow». Усл. печ. л. 1,63. Уч. изд. л. 1,72. Заказ № 1388. Тираж 19 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г

