

УДК 624.131.37

АНИЗОТРОПИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ОЗЕРНО-ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И МЕТОДЫ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*Е.А. КОНДЫБАЙЛО, Е.С. ВЛАСОВ, А.С. ВАСИЛЕНКО
(Представлено: А.П. Кремнев)*

В данной работе рассматривается вопрос анизотропии прочностных свойств озерно-ледниковых отложений и метод ее определения при помощи прибора одноплоскостного среза ГТ 1.2.11

Введение. Исследования в России и за рубежом еще в XX веке показали, что грунтовым основаниям присуща анизотропия (неоднородность свойств по разным направлениям). Во многих опытах наблюдались различные показатели фильтрационных, деформационных, прочностных, и других свойств грунтов по разным направлениям. [1]. Анизотропия грунтов обуславливается слоистой текстурой грунтов различного типа, которая наиболее выражена в озерно-ледниковых отложениях, сформировавшихся в водной среде внутреннеледниковых озер. В озерно-ледниковых отложениях тонкие прослойки из глинистых частиц чередуются с прослойками из пылеватого песка, образуя так называемую ленточную структуру.

Озерно-ледниковые отложения демонстрируют анизотропию прочностных свойств, что означает, что их прочность варьируется в зависимости от направления приложения нагрузки. Существуют различные методы определения анизотропии прочностных свойств грунтовых отложений:

- Лабораторные испытания: проведение лабораторных испытаний на сжатие и сдвиг образцов, взятых по различным направлениям, для определения их прочности в разных направлениях.
- Полевые испытания: выполнение полевых испытаний, таких как испытания на пенетрацию и штамповые испытания, в различных местах и направлениях для оценки вариаций прочности.
- Геофизические методы: использование геофизических методов, таких как сейсмическая рефракция и электроразведка, для определения изменений плотности и скорости волн, которые могут указывать на анизотропию прочностных свойств.
- Анализ данных бурения: анализ данных бурения, таких как скорость бурения и сопротивление кручению, может предоставить информацию об относительной прочности отложений в разных направлениях.
- Моделирование: разработка и калибровка численных моделей для моделирования поведения озерно-ледниковых отложений и оценки их анизотропных прочностных свойств.

Понимание анизотропии прочностных свойств озерно-ледниковых отложений имеет решающее значение для проектирования и строительства сооружений на этих грунтах. Инженеры должны учитывать вариации прочности в разных направлениях, чтобы обеспечить надлежащую устойчивость и производительность конструкций.

Прибор одноплоскостного среза ГТ 1.2.11 предназначен для определения прочностных характеристик грунтов различного происхождения. Данный метод отличается простотой и достаточной для практических целей точностью определения сопротивления грунта сдвигу. Прибор имеет следующие возможности:

- Проведение испытаний в автоматизированном режиме с контролем всех параметров в режиме реального времени;
- Создание вертикальной и срезающей нагрузки до 5 кН;
- Снижение трения при перемещении каретки и исключение ее опрокидывания;
- Проведение испытаний в соответствии с ГОСТ 12248.1-2020 [2].

В рамках испытаний определяются такие характеристики грунтов, как: эффективный и остаточный угол внутреннего трения; эффективное и остаточное удельное сцепление.

Для автоматизированного управления процессом испытаний применяется специальное программное обеспечение для ПЭВМ GeotekStudio. ПО GeotekStudio предоставляет пользователю богатый набор предустановленных алгоритмов для проведения сложных видов испытаний. Широкий набор графических интерфейсов позволяет получать в процессе испытаний полную картину о происходящих во время опыта процессов в виде графиков, показаний датчиков и прочих физических величин. Для специальных испытаний программа предусматривает возможность разработать свою последовательность команд для выполнения уникального типа испытания (написать свой алгоритм). Подобные алгоритмы разрабатываются прямо во встроенной среде разработки алгоритмов программы GeotekStudio блочно-графическим способом.

Цель данной работы заключалась в выявлении наличия анизотропии у глинистого грунта озерно-ледникового происхождения.

Ход работы. Испытание производилось по консолидированно-дренированной схеме с измерением вертикальной деформации. В кольцо диаметром 75 мм и высотой 30 мм производился отбор образцов в двух

взаимноперпендикулярных направлениях (вдоль и поперек слоистости). Для 2-х направлений было испытано 6 образцов (отбор образцов грунта производили в соответствии с требованиями ГОСТ 12248.1-2020) [2].

Изготовленный образец взвешивали и проводили его предварительное уплотнение непосредственно в рабочем кольце срезного прибора.

Далее закрепляли рабочее кольцо в срезной коробке, устанавливали перфорированный штамп, регулировали механизм нагрузки, устанавливали зазор 0,5 мм между подвижной и неподвижной частями срезной коробки, устанавливали измерительную аппаратуру для регистрации вертикальных деформаций образца. Затем на образец грунта передавали то же нормальное давление, при котором происходило предварительное уплотнение грунта. Нормальную нагрузку передавали на образец в одну ступень и выдерживали 30 мин. После передачи на образец грунта нормальной нагрузки приводили в рабочее состояние механизм создания горизонтальной сдвигающей (срезной) нагрузки, устройство для измерения деформаций среза грунта и регистрировали его начальные показания.

Испытание на срез проводилось при непрерывно возрастающей горизонтальной нагрузке (статический режим). На каждой ступени нагружения записывали показания приборов до условной стабилизации деформации. За критерий условной стабилизации деформации среза принимали скорость деформации, не превышающую 0,01 мм/мин. Испытание считали законченным после приложения очередной ступени срезающей нагрузки (произошел мгновенный срез/срыв одной части образца по отношению к другой).

После окончания испытания производили разгрузку образца, извлекали рабочее кольцо с образцом из прибора и отбирали пробы для определения влажности из средней части образца. Далее обрабатывали полученные результаты и строили графики (Рисунки 1, 2)

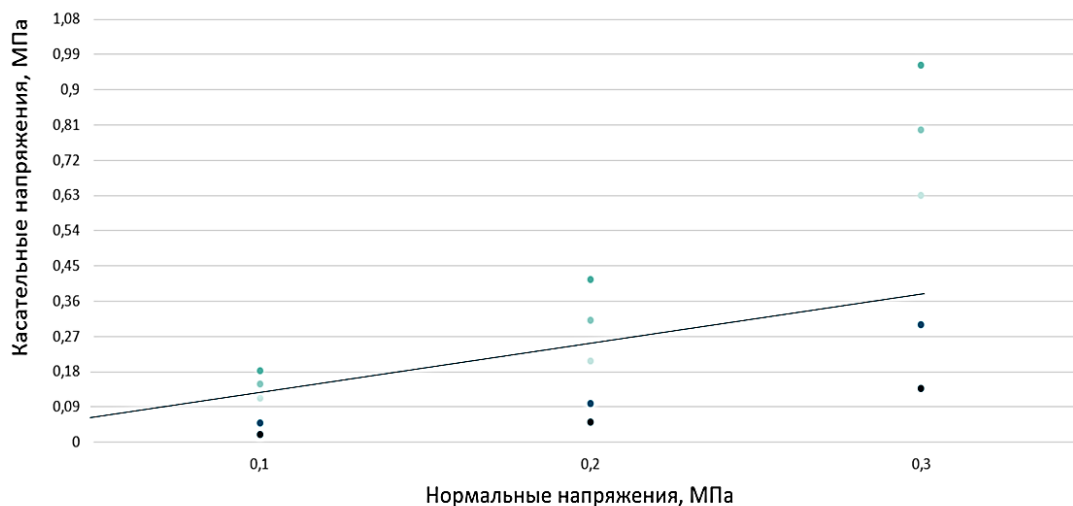


Рисунок 1. – Результат среза поперек слоистости

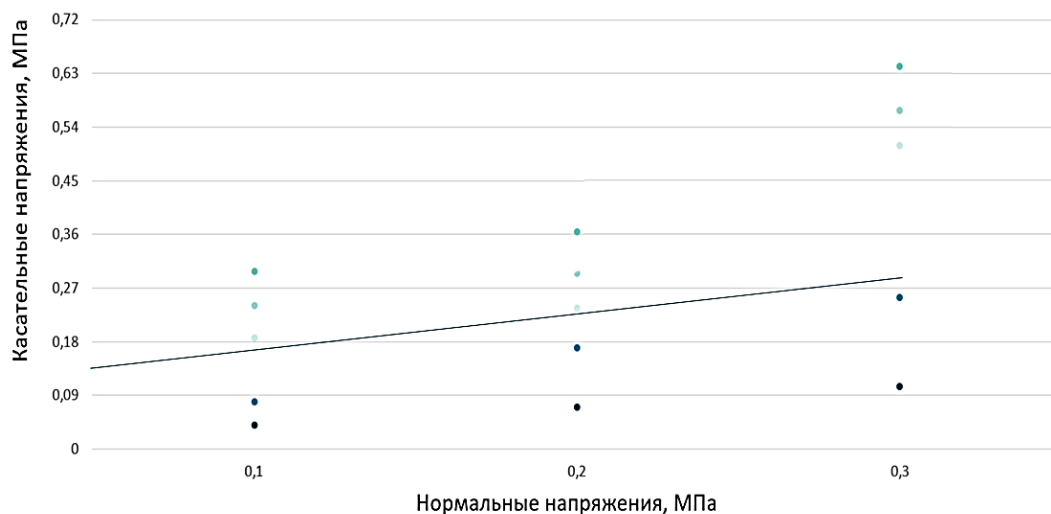


Рисунок 2. – Результат среза вдоль слоистости

Описанная методика подходит для проведения одной из возможных схем испытания. При необходимости проведения испытания не по консолидированно-дренированной схеме с измерением вертикальной деформации, в методику необходимо вносить корректировки в соответствии с требованиями различных нормативных документов и в соответствии с индивидуальными требованиями, предъявляемыми к той или иной схеме.

График отражает зависимость касательного напряжения от прилагаемого давления, в качестве значений касательных напряжений принимались максимальные значения соответствующие последнему максимальному значению до того как произошёл срез образца, линия на графике отсекает ряд значений которые не будут использованы при статистической обработке данных

По результатам проведения испытания для одного типа грунта видно, что графики зависимости напряжений и деформаций различаются в зависимости от ориентации плоскости сдвига.

Заключение. Глинистые грунты озерно-ледникового происхождения обладают ярко выраженной анизотропией, т.е. неоднородностью своих свойств в той или иной своей плоскости. Таким образом, если принимать прочностные характеристики грунта без учета прочностной анизотропии, то будут использоваться данные, не соответствующие реальной работе грунта в процессе его сдвига. Для того чтобы получить данные, соответствующие реальной работе необходимо учитывать ориентацию поверхности сдвига, к плоскости анизотропии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фэндом. Наука. Анизотропия [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://science.fandom.com/ru/wiki/ Анизотропия](https://science.fandom.com/ru/wiki/Анизотропия). – Дата доступа: 10.10.2024.
2. Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза: ГОСТ 12248.1-2020. – Введ. 01.12.2021 – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2021. – 22 с.