

4. ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 550.8

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ И КОНСОЛИДАЦИИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГОРНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Игнатенко Е.М.¹

*¹ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия
E-mail: ignatenko_e@bsu.edu.ru*

Одна из основных проблем инженерной геологии – установление закономерностей формирования и развития природно-техногенных процессов в результате взаимодействия сооружений с горными породами.

Развитие горнодобывающей промышленности, строительство сооружений приводит к тому, что их влияние захватывает обширные территории. Воздействия сооружения на подземную среду определяется ее строением, свойствами и особенностями эксплуатации объекта.

Наиболее чувствительны к техногенным воздействиям глинистые породы, для которых характерно преобразование состояния и свойств под влиянием напряженного состояния, физико-химических условий.

Опыт строительства свидетельствует, что осадки сооружений в отдельных случаях протекают десятилетия. Замедление развития во времени осадок связано с фильтрационной (первичной) консолидацией и ползучестью (вторичной консолидацией) грунта.

Фундаменты зданий и сооружений оказывают различное силовое воздействие на грунтовое основание. Эти силовые воздействия вызывают определенные деформации в грунтовом массиве, степень развития которых зависит от напряжений в грунте, а также от механических свойств грунтов.

Деформирование за счет уменьшения объема пор будет происходить во времени по мере выдавливания жидкости из порового пространства, а скорость этого процесса будет определяться скоростью фильтрации. Данный процесс называется фильтрационной консолидацией.

Другим процессом, вызывающим деформирование во времени без приращения нагрузки, является ползучесть скелета грунта, называемая вторичной консолидацией. Даже при отсутствии избыточного порового давления или при неполном заполнении пор жидкостью деформирование происходит во времени. В грунтах с высоким содержанием глинистых минералов ползучесть выражается очень сильно, а в песчаных грунтах практически не наблюдается.

Два этих процесса – фильтрационной консолидации и ползучести – следуют друг за другом.

Проблема обеспечения прочности, долговечности и безопасности горных и строительных объектов при их проектировании и строительстве остается приоритетной. Ее решение во многом зависит от правильной оценки осадки, обусловленной консолидацией грунтов. При наличии в грунтовых основаниях глинистых грунтов осадки сооружений могут развиваться в течение всего срока эксплуатации.

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Фильтрационной консолидации посвящены многочисленные исследования. Данные, полученные в ходе исследований, свидетельствуют, что на процесс фильтрационной консолидации оказывают влияние многие факторы: фильтрационные свойства грунта, вязкость воды, температура грунта, деформационные свойства грунта, структурная прочность грунта.

Вопросы изученности фильтрационной (первичной) консолидации и ползучести скелета грунта (вторичная консолидация) были рассмотрены в трудах многих отечественных и зарубежных ученых: К. Терцаги, Н.М. Герсеванова, В.А. Флорина, Н.Н. Маслова, Н.А. Цытовича и др. Многочисленные исследования Н.А. Цытовича, П.Л. Иванова, Б.И. Далматова, Ю.К. Зарецкого, З.Г. Тер-Мартirosяна и других ученых посвящены расчетам развития осадок во времени. Также следует отметить, что значительные экспериментальные исследования по механике грунтов были выполнены такими учеными, как Л.С. Амарян, М.Ю. Абелев, А.К. Бугров, А.В. Голли, А.А. Каган и др.

Для возможности прогноза вековых осадок на стадии инженерных изысканий проводят лабораторные испытания грунтов в одометре. Такие испытания не отражают в полной мере процессы, протекающие в основаниях фундаментов ограниченных размеров. Для более достоверного прогноза вековых осадок лабораторные опыты предлагается проводить не в одометре, а в специальной штамповой установке. Данная установка позволяет производить испытания на ползучесть глинистых грунтов при возможности реализации деформаций сдвига. Этого нельзя получить на традиционном оборудовании для компрессионных испытаний грунтов. С помощью предлагаемой методики лабораторных испытаний можно рассчитать коэффициент вторичной консолидации глинистых грунтов, который дает возможность более точно оценить изменение во времени скорости вековых осадок зданий и сооружений.

Изобретение относится к инженерным изысканиям в строительстве при исследовании лабораторными методами деформационных свойств грунтов до начала строительства и при реконструкции старых зданий и сооружений.

Известен способ компрессионного сжатия, который позволяет исследовать процесс вторичной консолидации грунта и определить коэффициент вторичной консолидации (ГОСТ 12248-2010. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М., Стандартинформ, 2012 г., 78 с.).

Компрессионный прибор (одометр) состоит из рабочего кольца, цилиндрической обоймы, перфорированных вкладыша под рабочее кольцо и штампа и поддона с ёмкостью для воды (ГОСТ 12248-2010. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М., Стандартинформ, 2012 г., 62 с.).

Недостаток метода состоит в том, в процессе испытания проявляется малая доля деформаций ползучести (вторичной консолидации), а именно только объёмная ползучесть. Кроме того, существует сдвиговая ползучесть, которая проявляется при возможности бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой.

Наиболее близким аналогом является устройство для испытания грунта на сжимаемость, включающее обойму для образца грунта, основной и пригрузочный штампы с приспособлениями для их отдельного нагружения и измеритель деформаций, в пригрузочном и основном штампах образованы выступы и соответствующие пазы для взаимодействия друг с другом, приспособление для нагружения пригрузочного штампа выполнено в виде рычажной системы с регулируемым стопором и снабжено измерителем

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

усилий, взаимодействующим с регулируемым стопором посредством рычага нагрузочного приспособления, пригрузочный штамп имеет фиксаторы положения по высоте и на нём располагаются индикаторы вертикальных перемещений основного штампа и свободной поверхности образца грунта; диаметр жесткой обоймы превышает диаметр основного штампа (Патент RU 2 686 442, G01V 3/08 (2019/02), 05.06.2018).

Основной недостаток указанного устройства заключается в том, что образец грунта в этом приборе может подвергаться высыханию и усадке, поскольку водный режим в устройстве не определён. Усадка приводит к искажению процесса вторичной консолидации.

Технической задачей изобретения является повышение точности и достоверности результата лабораторного исследования скорости вторичной консолидации образца грунта с возможностью бокового расширения путём нагружения части поверхности образца с поддерживанием постоянного уровня воды над образцом.

Конструкция устройства для испытания грунта на сжимаемость поясняется рисунком 1.

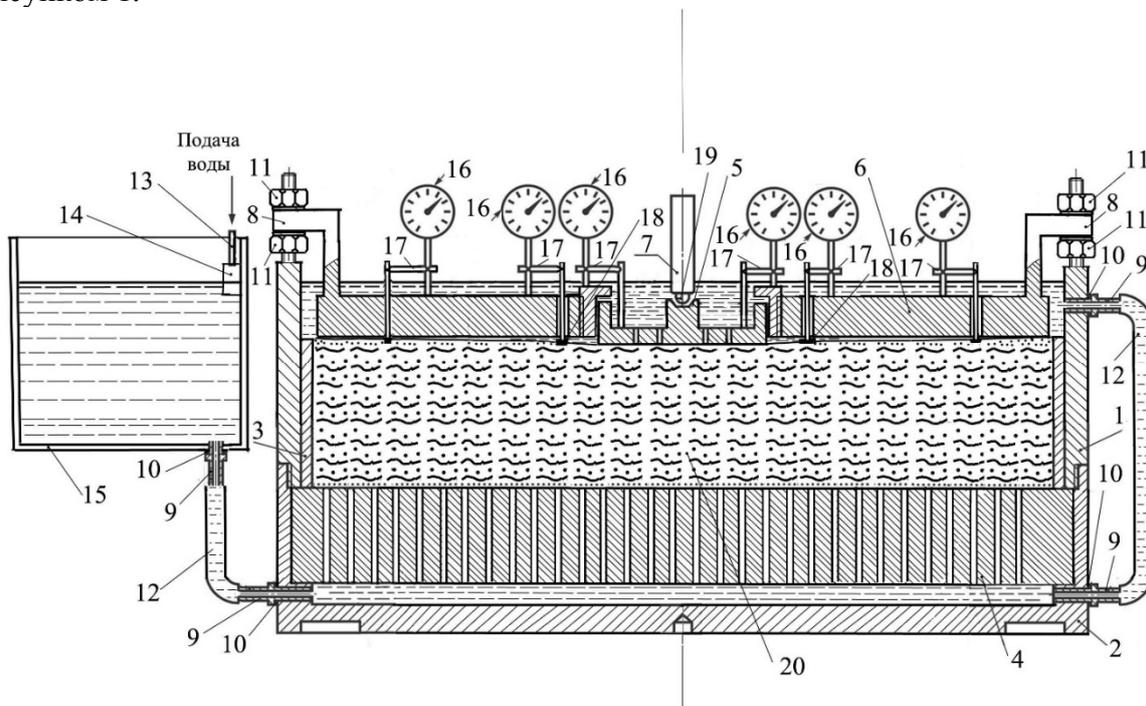


Рис. 1. Конструкция устройства для испытания грунта на сжимаемость

Устройство включает в себя 1- корпус; 2 - основание корпуса; 3 – обойма; 4 – перфорированный вкладыш; 5 – перфорированный основной штамп; 6 – пригрузочный штамп; 7 – шток; 8 - консоль; 9 – штуцер; 10 – резиновая прокладка; 11 – гайка; 12 – шланг; 13 – стеклянная трубка; 14 – регулятор и датчик уровня; 15 – резервуар; 16 – индикатор; 17 – держатель индикатора; 18 – поверхностная марка; 19 – шарик; 20 – образец грунта.

Принцип работы устройства следующий. На основание корпуса 2 с перфорированным вкладышем 4 крепится корпус 1.

Образец грунта 20, как правило, ненарушенной структуры, в обойме 3, устанавливается на перфорированный вкладыш 4. На выровненную, плоскую поверхность образца грунта устанавливается пригрузочный штамп 6. Положение пригрузочного штампа 6 фиксируется с помощью консоли 8 и гаек 11. Если испытываются набухающие грунты требуемой консистенции, отличной от природной, с помощью гаек создаётся необходимый

ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

зазор между пригрузочным штампом и поверхностью образца для набухания, либо производится постепенное обжатие для уменьшения влажности.

Гидравлическая система прибора с резервуаром 15 заполняется водой через стеклянную трубку 13. Уровень воды в системе регулируется с помощью регулятора и датчика 14. Опыт на вторичную консолидацию может продолжаться несколько месяцев, поэтому требуется автоматическое пополнение воды в системе. Резервуар 15 соединён с основанием корпуса и корпусом с помощью шлангов 12 через штуцеры 9. Для уменьшения потерь воды штуцеры крепятся через резиновые прокладки 10.

Вертикальная нагрузка к перфорированному основному штампу 5 передаётся штоком 7 через металлический шарик 19. Вся нагрузка прикладывается сразу. По индикаторам 16, установленным с помощью держателей 17 отслеживаются вертикальные перемещения штампа 5 и поверхностных марок 18.

Технический результат достигается тем, что устройство содержит обойму для образца грунта, основной и пригрузочный штампы с приспособлениями для их отдельного нагружения, а в пригрузочном и основном штампах образованы выступы и соответствующие пазы для взаимодействия друг с другом и отличающееся тем, что с целью повышения информативности, точности и достоверности результата устройство снабжается регулятором уровня воды; пригрузочный штамп имеет фиксаторы положения по высоте и на нём располагаются индикаторы вертикальных перемещений основного штампа и свободной поверхности образца грунта; диаметр жесткой обоймы превышает диаметр основного штампа от 4,3 до 6,0 раз; высота образца от 0,88 до 1,11 диаметра основного штампа; диаметр основного штампа не менее 70 мм.

Таким образом, учет консолидации грунтов является важным фактором в проектировании горных и строительных объектов, так как неправильный расчет грунтовых оснований может привести к разрушению технических объектов.

Лабораторные испытания глинистых грунтов в одометрах для оценки вторичной консолидации не отражают в полной мере процесс, протекающий под фундаментами ограниченных размеров. Причина различия состоит в том, что в одометре происходят объемные деформации, и практически нет деформаций сдвига.

Для лабораторных испытаний глинистых грунтов с целью оценки вторичной консолидации может быть использована, описанная выше штамповая установка, допускающая сдвиговые деформации в процессе опыта.

Список литературы

1. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – Москва: МНТСК, 2011. – 156 с.
2. ГОСТ 21153.3-85 Горные породы. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении. – Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1987. – 11 с.
3. ГОСТ 23161-2012 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик просадочности. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
4. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – Москва, 2005. – 130 с.
5. Барон Л.И. Определение свойств горных пород: справочное пособие / Л.И. Барон, Б.М. Логунцов, Е.З. Позин. – Москва: Госгортехиздат, 1962. – 332 с.
6. Грунтоведение: учебник для вузов / Трофимов В.Т. и др. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.