

*А.Н. Богомолов, д.т.н., профессор, Ю.И. Олянский, д.т.н., профессор
Т.М. Тихонова, аспирант, И.Ю. Кузьменко, аспирант
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, Россия*

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ЛЕССОВЫХ ПОРОД ПРИ ЗАМАЧИВАНИИ И ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ

Выполнены компрессионные испытания образцов лессовых пород в условиях капиллярной влажности и фильтрации воды. Установлено, что послепросадочные деформации лессовых пород региона соизмеримы с просадочностью, определенной по методике нормативных документов.

Ключевые слова: лессовые породы, деформация, фильтрация.

*О.М. Богомолов, д.т.н., профессор, Ю.И. Олянский, д.т.н., профессор
Т.М. Тихонова, аспирант, И.Ю. Кузьменко, аспирант
Волгоградський державний архітектурно-будівельний університет, Росія*

ОСОБЛИВОСТІ ДЕФОРМАЦІЇ ЛЕСОВИХ ПОРІД ПРИ ЗАМОЧУВАННІ ТА ФІЛЬТРАЦІЇ ВОДИ

Виконано компресійні випробування зразків лесових порід в умовах капілярної вологості та фільтрації води. Установлено, що післяпросадочні деформації лесових порід регіону сумірні з просадочністю, визначеною за методикою нормативних документів.

Ключові слова: лесові породи, деформація, фільтрація.

*A.N. Bogomolov, Prof., DrSc., Yu.I. Olyanskij, Prof., DrSc.
T.M. Tikhonova, post-graduate student, I.Yu. Kuzmenko, post-graduate student
Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering, Russia*

FEATURES OF DEFORMATION OF THE LOESS ROCKS FOR SOAKING AND WATER FILTRATION

Performed compression tests of samples of loess rocks in conditions of capillary moisture and water filtration. It is established that after subsidence deformation of the loess rocks region is comparable with subsidence defined by GOST methodology.

Keywords: loess rocks, deformation, filtering.

Введение. Лессовые породы покрывают около 60% территории северной Молдовы и более 90% южной ее части и находятся в зоне инженерного освоения. Вследствие неизбежного нарушения природного равновесия в природной среде при техногенезе происходит подъем уровня подземных вод и начинается водонасыщение массивов лессовых пород. Противопросадочные мероприятия в основаниях гидротехнических сооружений, по трассам водопроводов и каналов часто оказываются малоэффективными по той причине, что назначены без учета длительного воздействия воды на грунты при систематической фильтрации, следствием которой является их дополнительное уплотнение.

Обзор последних источников. Лабораторное изучение просадочности для проектирования объектов водоснабжения и гидромелиорации осуществляется в одометрах различных систем. Выполнение одного опыта

занимает не более 3 – 4 суток, при этом время консолидации на каждой ступени нагрузки не превышает одних суток.

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы. Как показывают практические исследования, особенности структуры лессовых грунтов таковы, что консолидация их не заканчивается в первые сутки, а может продолжаться длительное время. Если принять во внимание, что многие авторы делят общую величину деформации лессового грунта при замачивании на три составляющие: провальная просадка, замедленная просадка и послепросадочное уплотнение [1–7], то становится очевидным, что компрессионные испытания моделируют, в основном, первую составляющую общей деформации лессового образца. Это может служить причиной аварий зданий и сооружений, особенно с «мокрым» технологическим циклом.

В соответствии с вышеизложенным была поставлена **цель** изучить процесс длительной консолидации лессовых грунтов региона в компрессионных приборах.

Основной материал и результаты. Для решения вышепоставленной цели были отобраны образцы основных литологических типов и стратиграфических горизонтов из различных инженерно-геологических областей центральной и южной части республики.

Лессовые породы делювиально-пролювиального генеза из центральной части республики (г. Кишинев) характеризуются невысоким содержанием пылевой фракции (менее 50%) и повышенным содержанием песчаных частиц (до 51,3%). Коэффициенты агрегированности для глинистых частиц не превышают 13,71, а для пылеватых частиц – 1,67. В дисперсной фракции основными минералами являются монтмориллонит и гидрослюда. Это преимущественно супеси и легкие суглинки с влажностью 0,09 – 0,18, пористостью 0,39 – 0,48. Лессовые породы эолово-делювиального генезиса из южных регионов республики (г. Тараклия, г. Тирасполь, г. Кахул) по содержанию пыли больше напоминают «истинные лессы». Содержание пылевой фракции у них значительно превышает величину 50% и достигает 74%, песчаной – 21 – 31,3%. В дисперсной фракции преобладающим минералом является гидрослюда и монтмориллонит. Это преимущественно легкие, средние и тяжелые суглинки с влажностью 0,11 – 0,16, пористостью 0,36 – 0,46, коэффициентами агрегированности 2,07 – 14,78 – для глинистой фракции и 1,0 – 2,08 – для пылевой.

Компрессионные испытания осуществлялись методом «одной кривой» с замачиванием образцов при нагрузке 0,15 МПа. При больших сжимающих давлениях значительная степень уплотнения образца препятствует интенсивной фильтрации воды. Испытания выполнялись по следующей схеме. Образец обжимался до нагрузки 0,15 МПа, после чего его влажность увеличивалась методом капиллярного водонасыщения. При такой влажности он выдерживался от 2 до 4 недель до величины условной стабилизации, равной 0,001 мм за сутки, на что уходило 15 – 25 суток, после этого

создавались условия для фильтрации воды через образец в течение 30 – 60 суток. Направление фильтрации – снизу вверх при градиенте напора 50. Такая методика испытаний, несмотря на кажущуюся ее искусственность, позволяет выделить три составные части общей деформации образца при замачивании: величину провальной просадки (которая по мнению А.К. Ларионова заканчивается через 4 суток после замачивания), замедленную просадку и послепросадочное уплотнение. Одновременные замеры фильтрационного расхода воды в процессе опыта позволяют оценить изменения коэффициента фильтрации грунта, а величина градиента напора дает возможность, при определенных условиях, ввести масштаб времени для перехода от лабораторных к натурным условиям.

На рисунке 1 приведены результаты компрессионных испытаний наиболее характерных образцов. Величина провальной просадки ε_{sl1} не превысила 0,042, что составило в среднем 30 – 70% от общей деформации образца ε_{sl} . Приращение деформации за счет замедленной просадки ε_{sl2} составляет 10 – 25%. На стадии замедленной просадки завершилась деформация более плотных и непросадочных (по ГОСТ 23161 – 78) образцов № 280 и 455, послепросадочная деформация ε_{sl3} у них не зафиксирована.

У ряда непросадочных (по вышеуказанному ГОСТ) образцов преимущественно из южных регионов республики (№ 274, 455, 462, 464) с высоким содержанием монтмориллонита отсутствует деформация на стадии замедленной просадки, что очевидно обусловлено набуханием глинистых минералов и компенсацией при этом просадочных деформаций. После начала фильтрации послепросадочные деформации у этих образцов оказались соизмеримыми с провально просадочными. Таким образом, на начало фильтрации реализовано от 15,8 до 84,6% общей относительной деформации ε_{sl} . Наибольшей величиной замедленной просадки отличается образец № 227 с одним из самых низких значений содержания монтмориллонита. На начало фильтрации у него реализовано 75% от общей деформации. Для остальных образцов деформация на стадии замедленной просадки в основном не превысила 15 – 20% от провальной.

Величина послепросадочного уплотнения в целом составила 15,4 – 84,2% от общей. Связь ее с содержанием глинистых минералов не установлена. Характерно, что для образцов № 210 и 314 с большой величиной провальной просадки после начала фильтрации так же отмечается резкое увеличение деформации. В первые 5 – 6 суток после начала фильтрации реализовано до 80% послепросадочной деформации. У образцов с замедленным типом просадочных деформаций послепросадочное уплотнение так же увеличивается равномерно пропорционально времени фильтрации. Около 80% его реализуется через 1,0 – 1,5 месяца после начала фильтрации.

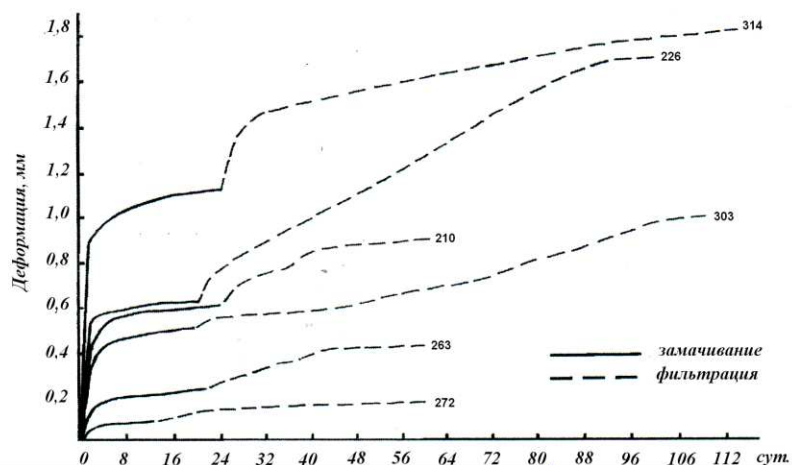


Рис. 1. Кривые деформации лессовых пород при замачивании и фильтрации воды: 263 – edp Q₃₋₄, п. Котовск; 272 – edp Q₃₋₄, г. Кишинев; 314 – edp Q₃₋₄, г. Кишинев; 226 – edp Q₃₋₄, п. Котовск; 303 – deol Q₂, п. Тараклия; 210 – deol Q₂, п. Кантемир

Выводы. По характеру проявления просадочных и послепросадочных деформаций изученные образцы близки к лессовым породам аналогичного состава и состояния из других регионов и в первую очередь Северного Кавказа и Южной Украины [1, 2]. Величина послепросадочного уплотнения у большинства образцов изученных типов пород соизмерима с просадочными деформациями. Неучет их при проектировании и строительстве объектов гидромелиорации и других инженерных сооружений может привести к аварийным ситуациям и к необходимости значительных затрат на ремонтно-восстановительные работы.

Литература

1. Запорожченко, Э.В. О степени доуплотнения лессовых пород при длительной фильтрации через них воды / Э.В. Запорожченко, С.В. Трусова // Тезисы докладов на Всесоюзной конференции. – Ростов-на-Дону, 1980. – С. 109 – 113.
2. Окнина Н.А. Изменение инженерно-геологических свойств лессовых пород Дунай-Днестровского массива орошения под влиянием длительной фильтрации / Н.А. Окнина, Н.С. Реутова, Н.Г. Иножарская // Комплексная инженерно-геологическая оценка глинистых лессовых пород: труды ПНИИИСа, т. XII – М.: Стройиздат, 1990. – С. 150 – 164.
3. Олянский Ю.И. Соотношение просадочных и суффозионно-пластических деформаций в лессовых грунтах Молдавии / Ю.И. Олянский // Тезисы докладов Всесоюзной научной конф., посвященной 80-летию академика АН УзССР Г.А. Мавлянова. – Ташкент, 1990. – С. 113 – 114.
4. Олянский Ю.И. О дополнительном уплотнении некоторых типов лессовых пород Молдавии при фильтрации воды / Ю.И. Олянский, О.П. Богдевич, В.М. Вовк // Известия АН МССР. Физика и техника, 1991. – № 3 (6). – С. 118 – 127.
5. Олянский Ю.И. Лессовые грунты юго-западного Причерноморья (в пределах Республики Молдова) / Ю.И. Олянский. – Кишинев: Штиинца, 1992. – 130 с.
6. Олянский Ю.И. Опыт оценки послепросадочного уплотнения лессовых пород по лабораторным испытаниям / Ю.И. Олянский // Вестник ВолгГАСУ. Серия Естественные науки, 2005. – Вып. 4 (14). – С. 81 – 85.
7. Сквалецкий Е.Н. К количественному учету послепросадочного уплотнения лессовых грунтов / Е.Н. Сквалецкий // Инженерная геология, 1983. – № 2. – С. 48 – 58.

Надійшла до редакції 23.09.2013

© А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, Т.М. Тихонова, И.Ю. Кузьменко