

СТРУКТУРНАЯ ПРОЧНОСТЬ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ

М.А. Осипова, В.Л. Свиридов

В статье приведены методика и результаты определения структурной прочности лессовых грунтов. Получены зависимости между структурной прочностью и физико-механическими характеристиками лессовых грунтов. Обосновано преимущество предложенной методики по определению нижней границы сжимаемой толщи грунтового основания.

Ключевые слова: грунты, структурная прочность, физико-механические характеристики, расчет осадок.

ВВЕДЕНИЕ

В дисперсных материалах, к которым относятся и лессовые грунты, физические и механические свойства в значительной степени зависят от прочности связей между отдельными минеральными частицами. Природа этих связей сложна, многообразна и определяется по Н.А. Цытовичу [1] «комплексом действующих в грунтах внешних и внутренних энергетических полей, в основе которых лежат молекулярные силы электромагнитной природы.

Структурные связи рассматриваются специалистами в области инженерной геологии как неотъемлемая часть структуры, без которой практически невозможно рассматривать вопросы природы прочностных и деформационных свойств, разрабатывать физические модели грунтов и описывать их поведение под нагрузкой.

Любой грунт рассматривается как состоящий из отдельных структурных элементов, связанных между собой через контакты силами различной природы. При этом прочность самих структурных элементов на много выше прочности контактов между этими элементами, поэтому прочность и другие свойства грунтов определяются, в основном, прочностью контактов или энергией структуры грунта.

При приложении нагрузки в лессовых грунтах наряду с уменьшением межагрегатной пористости происходит дробление глобул и агрегатов со значительным уменьшением их размеров. Поэтому деформируемость лессовых пород в процессе передачи нагрузки обусловлена как сближением структурных элементов между собой, так и их разрушением. Следовательно, для более объективного подхода к изучению деформируемости лессовых грунтов, для определения осадок и просадок фундаментов зданий и сооружений, необходимо разработать более досто-

верный метод определения их структурной прочности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Первые расчеты осадок при проектировании зданий и сооружений велись на основании учета грунта как «истинно упругого тела». Затем стали учитывать слоистое строение массива грунта, но даже это не позволяет максимально точно определять границу сжимаемой зоны толщи грунта под подошвой фундамента. В настоящее время эти расчеты ведут по СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений» [2]. По нашему мнению именно учет структурной прочности грунтов основания позволит провести определение границы сжимаемой толщи грунта наиболее точно.

При изучении структурной прочности лессовых грунтов территории г. Барнаула свойства грунтов оценивались их физическими и механическими характеристиками, которые зависят от качественного и количественного соотношения компонентов грунта. Исследование физико-механических свойств глинистых грунтов в лабораторных условиях производилось на образцах ненарушенной структуры (монолитах), отбор и хранение которых соответствует ГОСТ 12071-2000. Величина структурной прочности исследуемых грунтов определена на основе компрессионных кривых, в качестве критерия оценки использовалось значение давления, при котором происходит резкое увеличение развития деформаций образца грунта (точка перегиба компрессионной кривой). Для более точного построения компрессионных кривых все ступени давления принимались равными 0,0025 МПа.

Аналізу подверглось более 250 компрессионных кривых лессовых суглинков и супесей при различных коэффициентах пористости.

Анализ изменения структурной прочности лессовых супесей и суглинков от их физи-

СТРУКТУРНАЯ ПРОЧНОСТЬ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ

ко - механических свойств позволил выявить закономерности изменения структурной прочности лессовых грунтов от таких факторов как плотность сложения грунта (пористость) и от физического состояния грунта при определенной влажности (показатель текучести). Пористость исследуемых пород изменяется в довольно широких пределах в суглинках от 0,50 до 0,84, в супесях от 0,44 до 0,91. Как известно при инженерно – геологической оценке глинистых пород большое значение имеет пористость, так как она характеризует их естественную уплотненность и склонность к деформациям.

Несомненное влияние на структурную прочность лессовых грунтов оказывает показатель текучести, который отражает влияние на структурную прочность исследуемых пород не только влажности грунта в естественном состоянии, но и таких производных физических характеристик как влажности на границе раскатывания и текучести, а так же числа пластичности. В результате проведенных исследований были получены корреляционные зависимости для структурной прочности исследуемых грунтов региона:

для суглинка

$$R_{стр} = -0,2003 \cdot W + 0,0516,$$

$$R_{стр} = -0,0653 \cdot e + 0,0717,$$

$$R_{стр} = -0,0702 \cdot I_L - 0,0335;$$

для супеси

$$R_{стр} = -0,5143 \cdot W + 0,0932,$$

$$R_{стр} = -0,0984 \cdot e + 0,1076,$$

$$R_{стр} = -0,0227 \cdot I_L + 0,0066,$$

$$R_{стр} = 0,0066 \cdot I_p - 0,0023.$$

В общей сложности для статистического обобщения зависимости структурной прочности от коэффициента пористости и удельного сцепления при различных показателях текучести лессовых супесей и суглинков было отобрано 154 значения структурной прочности лессовых суглинков и супесей. Статистическое обобщение производилось отысканием уравнений регрессии при помощи программы «Microcal Origin. Version: 3,5» Microcal Software. Inc.

Результаты расчетов по программе приведены ниже:

Суглинки твердые

$$R_{стр} = 0,1262 - 0,1171 \cdot e_0,$$

$$R_{стр} = 4,0243 \cdot C - 0,0792.$$

Суглинки полутвердые

$$R_{стр} = 0,0697 - 0,0600 \cdot e_0,$$

$$R_{стр} = 1,5948 \cdot C - 0,0173.$$

Суглинки тугопластичные

$$R_{стр} = 0,1162 - 0,1171 \cdot e_0,$$

$$R_{стр} = 1,3072 \cdot C - 0,0103.$$

Супесь твердая

$$R_{стр} = 0,1115 - 0,1005 \cdot e_0,$$

$$R_{стр} = 4,4197 \cdot C - 0,0517.$$

Супесь пластичная

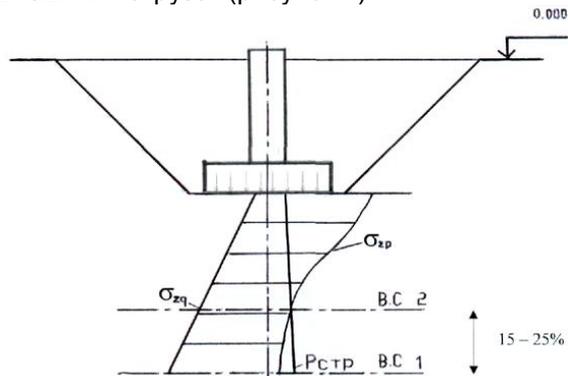
$$R_{стр} = 0,1074 - 0,0995 \cdot e_0,$$

$$R_{стр} = 4,9312 \cdot C - 0,053.$$

Полученные результаты исследований структурной прочности лессовых грунтов позволяют рекомендовать данный показатель использовать для региональной инженерно-геологической классификации лессовых грунтов, что позволит значительно уменьшить объем инженерно – геологических изысканий. В ее основу положены следующие принципы: генезис, состав, состояние и структурная прочность.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что между структурной прочностью и физическими свойствами лессового грунта существует тесная взаимосвязь. Это позволяет по комплексу структурных показателей оценивать и прогнозировать прочностное и деформационное поведение лессовых оснований.

Практическое применение учета структурной прочности при проектировании оснований зданий и сооружений заключается в определении нижней границы сжимаемой толщи грунтового основания из условия равенства значения напряжения от дополнительной нагрузки и величины структурной прочности. В этом случае расчетная модель достаточно полно отражает реальные свойства грунтов и явления, происходящие в грунтовых основаниях при воздействии внешних нагрузок (рисунок 1).



ВС 1 – граница сжимаемой толщи грунта основания по СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений»; **ВС 2** – граница сжимаемой толщи грунта основания с учетом структурной прочности лессового грунта $R_{стр}$

Рисунок 1 – Схема распределения вертикальных напряжений

ВЫВОДЫ

Таким образом, при использовании предложенной нами методики в расчете оснований зданий и сооружений размер сжимаемой

толщи грунта уменьшается на 15-25%, в зависимости от показателя текучести лессовых супесей и суглинков. В результате снижается расчетная осадка оснований, что приводит к снижению себестоимости строительно-монтажных работ, а именно к снижению расходов материалов, снижению трудозатрат, объемов земляных работ и, соответственно, сроков строительства.

Так же необходимо отметить, что на основании полученных результатов можно увеличивать нагрузку на существующие фундаменты без их усиления, что весьма актуально в настоящее время при реконструкции зданий и сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М., 1983. - 287 с.
2. СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений/Госстрой России. - М.: ГУЛЦДЛ, 1999.- 48 с.

3. Шаевич Я.Е. Влияние состава, структуры и микроструктуры лессовидных суглинков на их прочностные свойства // Инженерно-геологические условия и особенности фундаментостроения в Сибири / Тр. НИИЖТа – Новосибирск, 1972. – Вып. 133. - С. 73-78.

4. Швецов Г.И. Инженерно-геологическая природа и закономерности деформирования лессовых пород (на примере юга Западно-Сибирской плиты): Дис. ...докт. г.-м. наук. – Иркутск, 1991. – 434 с.

5. Арефьев В.С., Горбунова Т.А., Арефьева В.И. К вопросу о происхождении лессовых просадочных пород Верхнего Приобья // Проектирование и строительство зданий и сооружений на лессовых просадочных грунтах. Т.1. Лессовые породы и методы их исследования: Тез. докл. к респ. науч.-практ. конф. – Барнаул, 1980. – С. 41-45.

Осипова М.А. – к.г.-м.н., доцент; **Свиридов В.Л.** – д.т.н., профессор, Алтайский государственный технический университет, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.

УДК 69 + 624.131.6 (0.8374)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ «СТАРОЙ» ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА БАРНАУЛА ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ

О.Н. Романенко, О.А. Коробова

Приводится анализ основных видов защитных мероприятий по борьбе с подтоплением в условиях существующей плотной застройки города. Устройство и восстановление горизонтальной и вертикальной гидроизоляции.

Ключевые слова: подземные воды, процесс подтопления, капиллярная влага, гидроизоляция.

ВВЕДЕНИЕ

Грунтовые воды являются наиболее подвижной составляющей геологической среды, изменения которой провоцируют самые опасные геологические процессы. Следовательно, регулирование режима подземных вод ведет к формированию определенной устойчивости геологической среды города, к снижению геологического риска, к достижению приемлемого уровня геологической безопасности урбанизированной территории.

Градостроительные решения, выполняемые без учета трансформации подземной гидросферы города, ведут к активизации развития процесса подтопления.

Все мероприятия по борьбе с подтоплением подразделяются на предупредительные и защитные. К сожалению, предупредительные мероприятия, базирующиеся на мониторинге изменения уровня грунтовых вод, оценке и прогнозах его развития с начала 90-х годов

в г. Барнауле не проводятся. Выполняются только эксплуатационные защитные мероприятия.

Эксплуатационные защитные мероприятия – это борьба с подтоплением в условиях существующей плотной застройки города. Весьма сложная и не всегда эффективно решаемая инженерно-геологическая задача. Выбор конкретного защитного мероприятия определяется типом объекта (здание, инженерное сооружение, парковая зона, территория и пр.), особенностями его эксплуатации и конструктивного решения, гидрогеологическими, инженерно-геологическими и геоморфологическими условиями территории, условиями утилизации отводимого с защищаемой территории поверхностного и дренажного стоков.

В современных условиях эффективными видами защитных мероприятий являются дренажные системы, противодиффузионные

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК №4-1 2013