

# РАСЧЕТ ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРНОЙ ПРОЧНОСТИ ЛЕССОВЫХ ОСНОВАНИЙ

М.А. Осипова, И.В. Носков, Н.Я. Тейхреб, Л.В. Тупякова

В настоящее время значительная часть старого жилого фонда, массовых серий застройки 50-60 годов, находится на грани разрушения и условия проживания не соответствуют требованиям, предъявляемым к жилью. Количество таких зданий в городе Барнауле достаточно велико. Встает вопрос реконструкции этих зданий, которые требуют проведения дорогостоящих мероприятий по усилению существующих фундаментов. Основаниями этих зданий зачастую являются лессовые просадочные грунты, которые охватывают значительную часть территории Барнаула.

Одной из актуальных проблем современной инженерной геологии и грунтоведения является изучение закономерностей формирования и деформируемости лессовых грунтов в основаниях зданий и сооружений.

Несмотря на многочисленные исследования, выполненные в данной области, до настоящего времени остается недостаточно изученной сама природа деформируемости лессовых грунтов под нагрузкой. Если учесть современные масштабы строительства на лессовых просадочных грунтах станет совершенно очевидна важность этой проблемы. Большое значение для практики имеет разработка нормативных и расчетных характеристик деформируемости и прочностных свойств лессовых грунтов.

Лишь на основании комплексного изучения и оценки структурно – текстурных особенностей лессовых грунтов и закономерностей их деформирования под влиянием внешних нагрузок возможно решение перечисленных вопросов.

Перспективным направлением в данной проблеме является учет структурной прочности грунтов основания.

Одной из особенностей лессовых грунтов юга Западной Сибири является преобладание на указанной территории 1 типа грунтовых условий по просадочности, что диктует необходимость изучения их структурно-текстурных особенностей с учетом специфики региона.

Целью работы является изучение структурных особенностей лессового просадочного грунта Приобского Плато (г. Барнаул) для получения корреляционных зависимостей

изменения структурной прочности под влиянием техногенных воздействий и их учете при расчете осадок фундаментов зданий и сооружений.

В настоящее время накоплен большой объем данных в области изучения закономерностей формирования и деформируемости лессовых грунтов в основаниях зданий и сооружений, (что позволяет не только уточнять теоретические схемы расчета осадок, но и оценивать достоверность информации получаемой при изысканиях) экспериментаторы, которые продолжают исследовать действительное поведение грунтов, убеждаются в несовершенстве тех моделей, которые однако уже вошли в нормы, в практику расчетов и инженерных изысканий.

Это можно объяснить тем, что основные принципы расчетов грунтовых оснований были сформулированы еще в конце 40-х - начале 50-х годов, тогда же появились первые нормативные документы, основанные на результатах научных исследований.

Нормативы, существовавшие до этого времени, основывались в основном только на интуиции или не всегда удачном опыте. Систематическое измерение деформаций было начато тогда же, когда закладывались основы расчета осадок к грунтам с применением решений теории упругости (линейно-деформируемых тел).

В настоящее время результатом работ экспериментаторов стала корректировка «истинно упругих» решений. Так в свое время вместо классической формулы Ф. Шлейхера, при расчетах осадок реальных объектов стали использовать схему послойного суммирования. Это было обусловлено тем, что «истинно упругое» решение не позволяло учитывать слоистое залегание грунтов, а так же уплотнение грунта собственным весом и др.

Но, даже не смотря на введение новой более упрощенной схемы, специалисты в области фундаментостроения не сошлись во мнении относительно условия на нижней границе сжимаемой толщи грунта, в подходах к учету давления от собственного веса грунта на отметке заложения подошвы фундамента и др.

## РАСЧЕТ ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРНОЙ ПРОЧНОСТИ ЛЕССОВЫХ ОСНОВАНИЙ

Существующие нормативы дают противоречивые рекомендации на этот счет, что позволяет утверждать о необходимости изучения проблемы расчетов осадок фундаментов, и определения характеристик грунтов по результатам испытаний новыми методами, например в соответствии с моделью грунта со структурной прочностью.

По предложенной методике нижняя граница сжимаемой толщи грунтового основания определяется 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.

В дисперсных материалах, к которым относятся 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 "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 можно рассматривать как состоящий из отдельных структурных элементов, связанных между собой через контакты силами различной природы. При этом прочность самих структурных элементов намного выше прочности контактов между этими элементами. Поэтому прочность и другие свойства грунтов определяются, в основном, прочностью контактов или энергией структуры грунта.

В литературе приводятся результаты ряда исследований по математической аппроксимации компрессионных кривых. Для торфяных и других сильносжимаемых грунтов компрессионные кривые описываются уравнениями логарифмического вида. Компрессионные кривые песчаных и глинистых грунтов хорошо аппроксимируются степенной зависимостью.

Установлено, что компрессионные кривые лессовых грунтов имеют, в основном, следующее очертание:

1. близкое к прямолинейному;
2. криволинейное с начальным участком, отличающимся незначительным приращением деформации с ростом вертикальных давлений.

Указанные особенности компрессионных кривых лессовых грунтов обусловлены наличием у лессовых грунтов прочных структурных связей. Пока внешняя нагрузка воспринимается скелетом грунта, деформации образца незначительные. Как только действующее давление превышает прочность структурных связей, деформации образца увеличиваются.

Следовательно, для более объективного подхода к изучению деформируемости лессовых грунтов, для определения осадок фундаментов зданий и сооружений, необходимо разработать более достоверный метод определения их структурной прочности.

Так как определение величины структурной прочности является трудоемким и длительным процессом, требующим использования специального оборудования и методики, было решено экспериментально установить зависимость между величиной структурной прочности и физико-механическими характеристиками исследуемых грунтов.

Для получения наиболее достоверных результатов исследования лессовых грунтов были отобраны площадки с различными инженерно-геологическими условиями. В геоморфологическом отношении все исследуемые площадки расположены на Приобском плато.

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.

После определения физико-механических характеристик грунтов проводились испытания по определению структурной прочности лессовых грунтов в лаборатории кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» при помощи автоматизированной системы для инженерно-строительных изысканий на образцах ненарушенной структуры.

Величина структурной прочности исследуемых грунтов для каждой площадки 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 оценки структурной прочности были определены зависимости между величиной структурной прочности и различными физико-механическими параметрами.

Результатом проведенных исследований было использование величины структурной прочности в расчетах оснований зданий и сооружений. При использовании предложенной методики в расчетах оснований зданий и сооружений размер сжимаемой толщи грунта уменьшается на 15–20% (рисунок 1).

В результате снижается расчетная осадка оснований и размер проектируемого фундамента, что приводит к снижению себестоимости строительно-монтажных работ, а именно к снижению расхода материалов (бетона, арматуры), снижению трудозатрат, объемов земляных работ и, соответственно, сроков строительства.

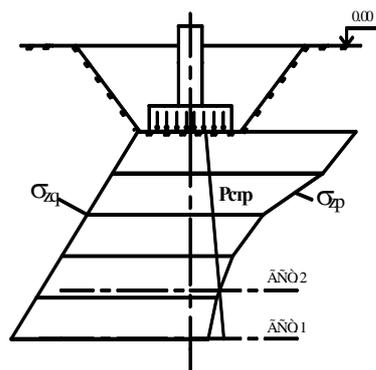


Рис. 1. Схема распределения вертикальных напряжений: Г.С.Т. 1 – граница сжимаемой толщи грунта основания по СНиП 2.02.01 – 83\*, Г.С.Т. 2 – граница сжимаемой толщи грунта основания с учетом структурной прочности лессового грунта

На основании полученных результатов можно увеличивать нагрузку на существующие фундаменты без их усиления, что является в настоящее время актуальным при реконструкции зданий и сооружений.