

М.С. Иванова, к.т.н.

А.П. Иванов, к.т.н.

Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ТЕРРИТОРИЯХ С ПРОСАДОЧНЫМИ ГРУНТАМИ

Работа посвящена проектированию фундаментов зданий и сооружений, расположенных на территориях, сложенных просадочными грунтами. Актуальность данной работы заключается в необходимости принятия новых инженерных решений, которые соответствовали бы реальным условиям строительства в случае расположения зданий в сложных инженерно-геологических и стесненных условиях.

Ключевые слова: *просадочные грунты, методы испытания, плотная застройка.*

М.С. Иванова, к.т.н.

А.П. Иванов, к.т.н.

Донбаський державний технічний університет, м. Алчевськ, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ҐРУНТІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ НА ТЕРИТОРІЯХ З ПРОСАДОЧНИМИ ҐРУНТАМИ

Роботу присвячено проектуванню фундаментів будівель та споруд, які розташовано на територіях, складених просадочними ґрунтами. Актуальність даної роботи полягає в необхідності прийняття нових інженерних рішень, які відповідали б реальним умовам будівництва у разі розташування будівель у складних інженерно-геологічних і обмежених умовах.

Ключові слова: *просадочні ґрунти, методи випробування, щільна забудова.*

M.S. Ivanova, Candidate of science

А.Р. Ivanov, Candidate of scienc

Donbas's State Technical University Altchevsk, Ukraine

DETERMINATION OF DESCRIPTIONS OF SOILS AT BUILDING ON TERRITORIES WITH COLLAPSIBLE SOILS

This work to design of foundations located on collapsible soils. The relevance of this work lies in finding new solutions to meet the conditions of construction and the design of buildings located on subsiding soils, and also not allowing derogations from the design decisions taken by the developers.

Keywords: *collapsible soils, testing methods, dense buildings.*

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими заданиями. При повышении плотности застроенных территорий, реконструкции и создании современных инфраструктур в стесненных условиях возникают определенные проблемы. В первую очередь это необходимость учета наличия в основании просадочных грунтов, имеющих широкое распространение на территории Донбасса. Поиск новых инженерных решений, которые соответствовали бы одновременно требованиям к конструктивным мерам защиты для строительства на просадочных грунтах и подрабатываемых территориях как при возведении новых, так и при реконструкции существующих сооружений, является *актуальной задачей.*

Решить эту задачу можно с использованием таких известных методов, как искусственное улучшение грунтового основания путем устранения просадочных свойств грунтов (химическое закрепление).

Такой способ решения задачи является достаточно дорогим, что не позволяет его использовать в широких масштабах.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы. Изучение просадочных свойств грунтов связано с их наличием в Украине, на территории Российской Федерации и других стран СНГ.

В существующих материалах приведены классификации, методы оценки, конструктивные решения для зданий и сооружений, которые зависят от конкретных грунтовых условий. Очевидно, что проблема проектирования оснований, сложенных просадочными грунтами, далека от окончательного решения, поскольку при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений возникают серьезные нарушения норм и правил.

О причинах деформаций и потере прочностных свойств просадочных грунтов по-прежнему сообщается многими авторами. Например, в работах Р.А. Ниязова, Л.К. Гинзбурга, В.Б. Швеца, С.Г. Кушнера [1, 2] указывается, что это происходит за счет замачивания; увеличения фильтрационного давления в направлении понижения рельефа; суффозий и гидродинамического выпора, образующегося вокруг инженерных коммуникаций при неупорядоченном стоке и сбросе воды.

Одним из известных способов предотвращения недопустимых осадков сооружений, а также сохранения природного состояния оснований, является локализация механического воздействия зданий и сооружений в верхнем слое грунтового основания путем использования плиты, которая воспринимает внешние нагрузки, передаваемые фундаментами, обеспечивая прочностные и деформационные качества грунтов, требуемые для восприятия внешних нагрузок. Общий недостаток способов предотвращения недопустимых осадков сооружений при их применении заключен в высокой стоимости.

В настоящее время большое внимание уделяется строительству в промышленных регионах Украины. Существенное влияние на долговечность возведенных зданий и сооружений имеет надежность принимаемых технических решений при проектировании и производстве работ нулевого цикла. В данном случае имеются в виду ситуации, когда исполнителями игнорируются отдельные требования норм проектирования, которые имеют обязательный характер. В некоторых случаях снижение надежности принимаемых решений связано с недостатками существующих норм проектирования.

Так, при проведении испытаний просадочные деформации грунта реализуются не полностью, а параметры просадочности имеют заниженные значения. В реальных условиях техногенное замачивание грунтов во многих случаях происходит за счет аварийных утечек жидкостей с повышенной температурой из инженерных коммуникаций или технологических жидкостей.

Такое обстоятельство приводит к негативным последствиям, что указывает на необходимость повышения требований существующих норм при проектировании и возведении зданий и сооружений.

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья. *Постановка задачи и ее решение* состоит в необходимости проектирования фундаментов при отсутствии достоверных результатов определения параметров грунтов, которые позволили бы правильно оценить строительные свойства грунтов. Эти параметры зачастую имеют большой разброс, что не позволяет должным образом проектировать здания и сооружения как на площадках с просадочными грунтами, так и

на площадках, которые подвергаются подработке. Застройка территорий со сложными инженерно-геологическими условиями ведется, как правило, в исключительных случаях вследствие дефицита свободных площадей с нормальными грунтовыми условиями.

Цель статьи. В связи с этим перед проектировщиками ставится задача о необходимости решения по ограничению перемещений оснований и фундаментов, недопущению разрушения конструкций в период застройки и при дальнейшей эксплуатации зданий и сооружений вследствие проявления неравномерных деформаций основания.

Решение поставленной задачи может быть проиллюстрировано на объекте торгового назначения и диспетчерской. Объект расположен в городе Стаханове Луганской области на территории с неустранимой просадочностью. Техническое состояние здания оценено как непригодное к дальнейшей эксплуатации вследствие наличия трещин и других повреждений, вызванных неравномерными деформациями основания. Основание сложено просадочными грунтами второго типа с неустранимой просадочностью, а также подвергается подработке.

Изложение основного материала исследований. С учетом изложенного выше исследуемый объект является предметом для сегодняшнего обсуждения и примером для разработки мероприятий, недопускающих разрушения конструкций в период застройки и при дальнейшей эксплуатации здания.

Решение *поставленной задачи осуществлено усовершенствованным методом.* **Параметры** грунтов **получены для** определения достаточности несущей способности подстилающего слоя грунта под подошвой фундамента.

На участке под строительство здания торгового назначения и диспетчерской был вскрыт контрольный шурф Ш-1 в осях 1 – 2, на глубину 3,0 – 3,3 метра, после чего были отобраны монолиты (рис. 1, 2).

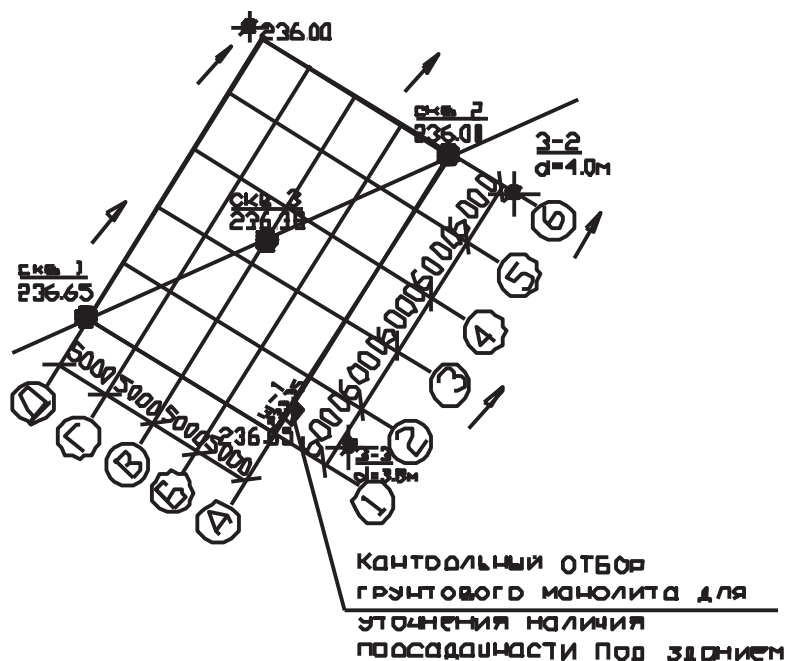


Рисунок 1 – Общий вид участка в плане в осях 1 – 2

Под фундаментом, выполненным в виде плиты и с отступлением от проектных требований, обнаружен мощный конденсат влаги, предположительно от скопления дождевых вод или из-за утечки воды из трубопроводов соседней территории. Дополнительными исследованиями установлен еще один неблагоприятный фактор – это обнаружены угольные прослои, наличие осадочных воронок разного диаметра и глубины.

В связи с этим был обновлен расчет на наличие просадочных свойств грунтов основания в соответствии с п.4.3 ДБН В.1.1.-5-2000 ч.ІІ. и на базе полученных результатов подобраны необходимые рекомендации, способствующие усилению основания под зданием торгового назначения и диспетчерской.

Для получения характеристик грунтов и последующих расчетов были установлены устройства, фиксирующие реальные перемещения основания. Уточнено расчетное сопротивление грунтового основания по принятым результатам значений, выданных ООО ПКФ «Геолсервис» 2009 г. Эти результаты были сопоставлены с аналогичными результатами испытаний грунтов, извлеченными из шурфа Ш-1 (шурф Ш-1 выполнен в июле 2011 г.). Обработка результатов испытаний грунтов из шурфа Ш-1 проведена стандартными методами в соответствии с требованиями нормативных документов и нетрадиционным методом [3].



Рисунок 2 – Общий вид участка и отбор монолитов под фундаментом из шурфа (Ш-1)

Дальнейшее исследование на подтверждение деформационных свойств грунтового массива состояло в проверке результатов экспериментальным путем в лаборатории на наличие просадочных свойства; полученные результаты отображены в табл. 1.

Таблица 1 – Определение просадочности грунтового массива лабораторным путем

N Образца K5 _{EW1}	При естественной влажности				
	линейная осадка, см	Коэффициент пористости <i>e, д.е.</i>	Коэффициент уплотнения <i>a, см²/кг</i>	Относительное сжатие <i>ε, д.е.</i>	модуль деформации <i>E, МПа</i>
1	2	3	4	5	6
0,500	0,036	0,683	0,051	0,0150	65,66
1,000	0,039	0,648	0,071	0,0210	7,319
N Образца K4 _{EW2}	При полном водонасыщении				
линейная осадка, см	Коэффициент пористости <i>e, д.е.</i>	Коэффициент уплотнения <i>a, см²/кг</i>	Относительное сжатие <i>ε, д.е.</i>	модуль деформации <i>E, МПа</i>	просадка
7	8	9	10	11	12
0,0090	0,668	0,0302	0,027	16,710	0,0210
0,0250	0,627	0,0520	0,011	9,845	0,0110

Сущность предложенного метода заключена в получении реальных результатов грунтовых условий и воздействия на них нагрузки в режиме реального времени с помощью нагружающего устройства, управляемого ЭВМ [4]. Вводились исходные параметры грунтов, и с помощью разработанного алгоритма передавалась необходимая

нагрузка. Исследования проводились в соответствии с требованиями ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). Для подтверждения и сравнения просадочных свойств был выведен алгоритмом график зависимости относительной просадочности от давления (рис.3).

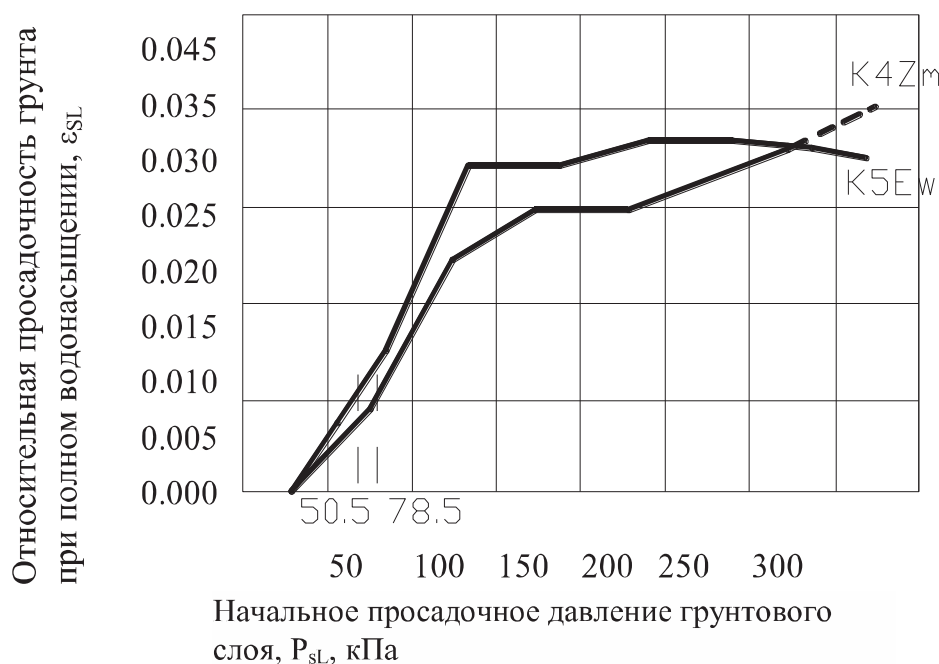


Рисунок 3 – График зависимости относительной просадочности от давления, полученный нестандартным методом

По результатам исследований установлено, что грунт глинистый, твердый, просадочный, величина просадки составляет более 12 см.

Полученные результаты обрабатывались ЭВМ в реальном режиме управления процессом испытания. Поверочный расчет проведен с помощью программы ЛИРА, что позволило подобрать необходимые размеры плитного фундамента для расчета и проектирования системы «основание – плитный фундамент – сооружение» и выполнить требования по достаточности несущей способности подстилающего слоя под подошвой фундамента (рис. 4). Установлено, что при увеличении влажности грунтов основания расчетное сопротивление снижается от $R_p=472,968$ до $R_p=440,688$ кПа и менее.

Для обеспечения длительной и безопасной эксплуатации здания, построенного на площадке со сложными грунтовыми условиями, необходимо предусмотреть конструктивные меры защиты (железобетонные поэтажные пояса).

В случае продолжающихся деформаций основания рекомендуется под плитным фундаментом выполнить грунтовую подушку (рис. 5).

В ходе проведенных исследований с целью недопущения замачивания грунтов было рекомендовано по периметру здания выполнить отмостку шириной не менее 1,5...2 м (ДБН В.1.1.-5-2000 ч.II).

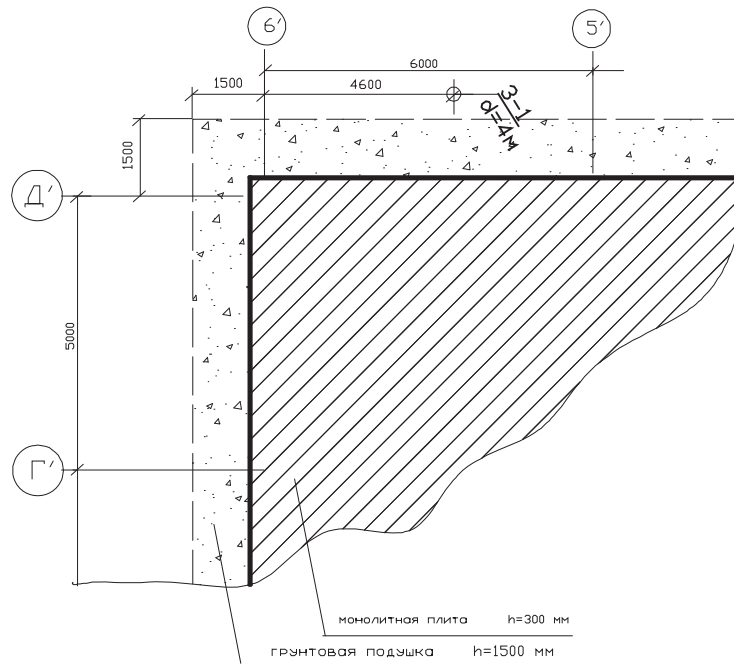


Рисунок 4 – Фрагмент плитного фундамента

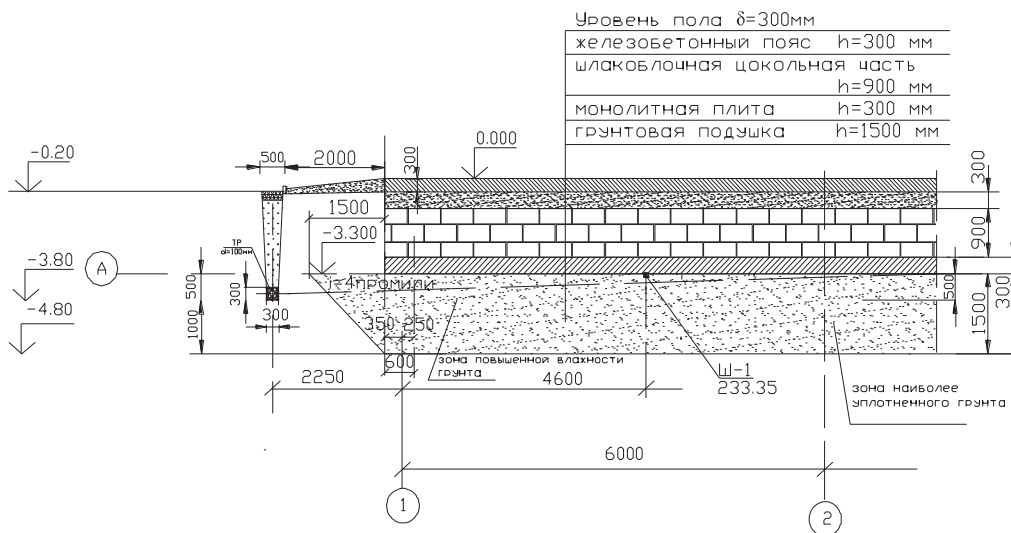


Рисунок 5 – Фрагмент плитного фундамента и грунтовой подушки

Исходя из определенных характеристик грунтов (степени влажности), сделан вывод о том, что грунт переувлажнен. Причиной переувлажнения грунтов служат атмосферные осадки и возможные утечки жидкостей из технологических трубопроводов.

Замачивание грунтов, а также их неоднородность по простиранию и глубине способствуют развитию неравномерных осадок. Наличие в грунтах карбонатных включений, способных размокать от влаги, приводит к их перемещению.

Все вышеперечисленные факторы способствуют появлению крена, который с течением времени будет увеличиваться и способствовать разрушению конструкций. Защиту грунтов основания от замачивания необходимо выполнить путем устройства грунтовой подушки. Параметры грунта подушки должны обеспечить расчетное сопротивление грунта $R = 494$ кПа.

Учитывая то обстоятельство, что прочностные характеристики грунтов зависят от их плотности и влажности, при проектировании фундаментов необходимо учитывать,

что любой из этих факторов может привести к аварийной ситуации эксплуатируемого сооружения вследствие деформирования основания при попадании в него источника замачивания. Поэтому для исключения деформирования основания и попадания в него источника замачивания необходимо предусмотреть установку зумпферы (рис. 6) вокруг здания с уклоном $i=4\%$.



Рисунок 6 – Устройство зумпферы

Выводы. На основании проведенных исследований можно отметить следующее.

1. По результатам контрольных исследований установлено, что грунтами основания являются глины твердые, просадочные, типа II. В период между двумя испытаниями (2009 – 2011 гг.) просадочные свойства грунта не устранены.

2. Просадка основания под фундаментами неравномерная, так как участок сложен неоднородными просадочными грунтами по глубине и в плане. Величина просадки колеблется от 12,0 см и до 26,6 см, что недопустимо.

3. Неоднородность грунта по простиранию и глубине вызывает неравномерные осадки, в результате чего происходят перемещения более плотных частиц грунта, содержащего карбонатные включения. Величина крена фундамента, определенная опытным путем, составила $i=0,005$, что также недопустимо.

4. В связи с высокой степенью влажности грунтового массива, рекомендовано предусмотреть устройство отмостки, дренаж и зумпферы по периметру здания с целью отвода скопившейся влаги от атмосферных осадков, возможных водных утечек.

6. **Применение** вычислительной техники позволило обеспечить получение достоверной информации за счет использования реальных свойств грунтов и высокой технической возможности при моделировании нагрузки в реальном режиме времени.

Литература

1. Ниязов, Р.А. Оползни в лессовых породах юго-восточной части Средней Азии / Р.А. Ниязов – Ташкент: Фан, 1974. – 148 с.

2. Кушнер, С.Г. Влияние техногенных факторов на оползнеобразование в лессовых грунтах / С.Г. Кушнер // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2001. – №2. – С. 2 – 5.

3. Иванова, М.С. Программное обеспечение по обработке опытных данных, получаемых методом экспресс-анализа при определении физико-механических характеристик грунтов / М.С. Иванова, А.А. Левченко // Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 60. – К.: НДІБК, 2004. – С. 427 – 428.

Надійшла до редакції 29.09.2012

© М.С. Иванова, А.П. Иванов