

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДТОПЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

приповерхностной части геологической среды.

На геологическую среду воздействуют естественные (природные) и техногенные (искусственные) факторы [1,2,3].

К естественным факторам относится геоморфологическое, геологическое, гидро-геологическое строение территории. К техногенным факторам относят подпор грунтовых вод свайными полями, техногенное уплотнение грунтов, нарушение структуры грунтов в результате хозяйственной деятельности, утечки из водонесущих коммуникаций и водосодержащих емкостей.

Неблагоприятные природные условия в совокупности с техногенными факторами способствует подъему УГВ.

Из техногенных факторов в первую очередь необходимо выделить утечки из водонесущих коммуникаций и водосодержащих емкостей.

По состоянию на 1.01.97 г. 214 км (35,6 % от общей протяженности сетей) имеют износ близкий к 100%, 106,2 км от 75% до 100%. Ввиду того, что более 80% сетей введено в эксплуатацию до 1984 года, в последние годы прирост объемов трубопроводов амортизированных на 100% существенно увеличился и составляет 15-25 км в год. Коммуникации после 20 лет эксплуатации дают утечки до 40 -50%.

Как следствие – увеличение имеющихся зон замоченных грунтов, их слияние и формирование нового подвешенного водоносного горизонта, а в дальнейшем смыкание его с грунтовыми водами.

На территории г. Барнаула не проводились комплексные инженерно- геологические исследования опасных природно-техногенных геологических процессов и явлений, к которым относится подтопление, не разработаны общие направления защиты объектов многоотраслевой инфраструктуры города.

Поэтому в первую очередь необходимо обобщить материалы исследований, выявить причины повышения УГВ и факторы способствующие развитию данного процесса, в каждом конкретном случае.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров Б. Ф. Учет особенностей геологической среды урбанизированных территорий при решении градостроительных задач // Гуманизм и строительство на пороге третьего тысячелетия. Барнаул : АлтГТУ, 1999. – С. 70 -73.
2. Пурдик Л.Н. Барнаул. Ландшафты и экология. Барнаул: «Азбука», 2007. – 256 с.
3. Опасные природные процессы г. Барнаула. Прогноз их развития и воздействия на жизнедеятельность города. Барнаул: ФГУП АлтайТИСИЗ, 2003. – 96 с. (Отчет. Фонды Алтай ТИСИЗ).

УДК 624.154.001.4

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ПУЧИНИСТОСТИ СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Г.И. Швецов, Р.О. Шевченко

*В статье изложена проблема пучинистости суглинистых грунтов Алтайского края, приведены основные задачи, которые необходимо решать для углубленного изучения пучинистых свойств региона. Так же в тексте описывается установка, с помощью которой проводились эксперименты по изучению степени морозного пучения, перечислены некоторые выводы о сделанных исследованиях, дана оценка степени пучинистости суглинистых грунтов. Выбрано направление для дальнейших экспериментов.*

*Ключевые слова:* пучение, относительная деформация морозного пучения, степень морозного пучения, суглинистый грунт.

Эра одинаковых девятиэтажных серых «коробок», строившихся в СССР, а затем и в России, прошла. Человечество стремится к комфорту и уединению. На протяжении нескольких лет находит сторонников идея переселения граждан в индивидуальные дома.

Перечисление преимуществ проживания в собственном доме не имеет смысла - для тех кто решил «огородить» себя забором и обзавестись землей они очевидны. Государство же в свою очередь старается поддерживать желание своих граждан и планомерно идет к

цели массовой застройки малоэтажных домов коттеджного типа. Около 70% от общего вводимого жилья в эксплуатацию - малоэтажные индивидуальные постройки — такая задача, поставленная руководством страны. Если сфокусировать свой взгляд на отдельном регионе, а именно Алтайском крае, то увидим следующие цифры: введено в эксплуатацию в 2009 году 654 тыс. кв. м, из них 327 тыс. кв. м. - индивидуальное жилье.

Но нужно заметить, что перераспределение новой жилой площади в сторону малоэтажного строительства раскроет ряд проблем, которые связаны с проектированием и строительством «малоэтажек». Уловить точную грань между надежностью конструкции и экономической эффективностью постройки — цель сегодняшнего малоэтажного строительства. Использование энергоэффективных материалов и технологий в разы увеличивает затраты строительных организаций, но последующая эксплуатация такого здания будет обходиться гораздо экономичнее. Если касаться конструктивных элементов здания, то особенно хочется подчеркнуть важность фундаментов малоэтажных домов, которые порой могут достигать 40% от общей стоимости строительства дома.

По своей сути малоэтажные дома, независимо от состава элементов ограждающих конструкций (будь то железобетонные плиты, кирпич, брус из дерева и т. д.), являются малонагруженными сооружениями. Что это значит? Дело в том что, при определенных условиях окружающие среды (климатические, геологические, гидрологические) может оказаться, что сооружение будет менять свое высотное положение в пространстве как раз из за недостаточного веса всего сооружения.

Почему же так происходит!?

А дело вот в чем. Основанием зданий является грунты - многокомпонентные и многообразные геологические системы. Эти системы дисперсны, содержат влагу. При понижении температуры наружного воздуха ниже 0оС вода, содержащаяся в грунте начинает замерзать и увеличиваться в объеме. В следствие чего происходят деформации грунтового массива, как по вертикали, так и по горизонтали. Они вызваны так называемыми силами морозного пучения грунтов. В стесненных условиях такие деформации будут направлены в сторону наименьшего сопротивления, т. е. вверх. Зачастую давление от здания на грунт, передающееся через фундамент, оказывается значительно меньше давления, создаваемое силами пучения, тут и происходит нежелательный, и очень

часто, неравномерный (из за разного уплотнения основания, перераспределения нагрузок на несущие конструкции здания и т.д.) подъем элементов здания. При «мягких» зимах подъем сооружений может достигать 10-15 см. Силы пучения делятся на два вида, нормальные и касательные. Если с первыми справлялись путем погружения подошвы фундамента ниже глубины промерзания, то с вторыми все обстоит гораздо сложнее, и до сих пор предлагаемые варианты не всегда являются эффективными.

После зимы наступает потепление, влага, замерзшая в основании начинает таять, а грунт — проседать и разуплотняться. Здания получают остаточные деформации в обратном направлении, фундаменты опускаются, но не на первоначальную высотную отметку, не только с различной интенсивностью, но и с различными линейными перемещениями, что влечет за собой разрушение самого тела фундамента и других несущих конструкций. Процесс пучения циклический — повторяется ежегодно. Также следует отметить, что пучинистыми свойствами обладают суглинистые грунты, глины и пески мелкие и пылеватые, которых в Алтайском крае предостаточно.

Алтайское приобье, а точнее верхние его слои мощность от 3 до 10м, представляет собой огромную строительную площадку лессовидных суглинистых грунтов, которые помимо пучинистых обладают еще и просадочными свойствами. Строить на таких грунтах сложно, но можно. Здесь как раз и встает вопрос о той грани между надежными, но в то же время экономичными постройками.

Заглубление подошвы фундаментов ниже глубины промерзания грунта влечет за собой значительный перерасход строительных материалов, являясь одной из причин дорогого строительства в Сибири, поэтому можно смело сказать что переход к индивидуальному строительству должен явится основополагающим для массового перехода на строительство энергоэффективных и экономичных фундаментов малоэтажных зданий. В помощь проектировщикам и строителям необходимо разрабатывать детальные и понятные всем правила и рекомендации в регионах с осложненными условиями для строительства, каким является Алтайский край. Это в свою очередь дает толчок науке, ее институтам и в итоге более комплексному изучению свойств грунтов оснований зданий и сооружений.

Глубже понять процессы сезонной миграции влаги в суглинистых грунтах, смоделировать более приближенное к реальным

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ПУЧИНИСТОСТИ СУГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

условиям поведение фундаментов малонагруженных зданий различных конфигураций на пучинистых грунтах, дать наиболее точную оценку степени морозного пучения грунтов – одни из задач, решение которых должно помочь снизить статьи расходов не только конкретных жителей Алтайского края, но и всего региона в целом. В этом как раз и заключается актуальность темы изучения пучинистых свойств суглинистых грунтов Алтайского края применительно для строительства малонагруженных зданий.

Для углубленного изучения процессов, возникающих во время промерзания суглинистого грунта был сконструирована установка, позволяющая определять степень морозного пучения, силы морозного пучения, а также моделировать сам процесс работы фундамента и основания во время циклического замораживания. Это автоматизированный комплекс, состоящий из четырех основных элементов: морозильной камеры 355K, четырехканального прибора «Термодат 19Е2», преобразователя интерфейса для передачи электронных импульсов на ПК, камеры исследования свойств морозного пучения.

С помощью установки было проведено ряд экспериментов по определению степени пучинистости суглинистых грунтов Алтайского края. Первоначальными объектами исследования стали образцы грунтового основания на двух автомобильных дорогах: автомобильная дорога «Бийск – Карабинка – граница Республики Алтай» и автомобильная дорога «Бийск – Мартыново – Ельцовка – граница Кемеровской области».

На выбор объектов исследования повлияло три фактора:

- объекты включены в список наиболее деформированных автодорог весной 2010 года (таблица 1.1) [1];
- оба объекта в геологическом отношении имеют в наличии суглинистые толщи;
- полученные данные именно с таких протяженных линейных объектов позволят наиболее точно оценить распространение пучинистых грунтов на территории Алтайского края.

Результаты исследований в лаборатории с привязкой к месту отбора проб грунта сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сводная таблица характеристик грунтов по степени пучинистости

Место отбора грунта	Глубина отбора, м	Наименование грунта	Отн. пучинистость	Степень пучинистости грунта
Автомобильная дорога «Бийск – Карабинка – граница Республики Алтай»				
13-й км	1,2	суглинок	0,038	слабопучинистый
31-й км	0,5	суглинок	0,049	среднепучинистый
31-й км	0,5	суглинок	0,045	среднепучинистый
31-й км	0,5 (без пригружения)	суглинок	0,049	среднепучинистый
57-й км	1	суглинок	0,047	среднепучинистый
60-й км	0,65	супесь	0,023	слабопучинистый
70-й км	0,58	супесь	0,017	слабопучинистый
87-й км	0,7	суглинок	0,049	среднепучинистый
Автомобильная дорога «Бийск – Мартыново – Ельцовка – граница Кемеровской области»				
80-й км	0,6	суглинок	0,036	слабопучинистый
111-й км	0,5	супесь	0,05	среднепучинистый
138-й км	0,6	суглинок	0,034	слабопучинистый
142-й км	1	суглинок	0,045	среднепучинистый

Степень морозного пучения образца грунта  $\varepsilon_{fn}$  определяли согласно методике ГОСТ 28622-90 [2].

До промораживания для каждого отобранного образца грунта проводилась серия экспериментов по определению максимальной плотности при оптимальной влажности. Диапазон изменения влажности – от 18% до 20%, при этом значения плотности зафиксированы 2-2,15 г/см<sup>3</sup>.

Степень морозного пучения определялась для образцов нарушенной структуры,

уплотненных на приборе Союздорнии до максимальной плотности. После уплотнения образцы хранились в герметических сосудах (эксикаторах) в течении 24 часов, для достижения равномерного распределения влажности в образцах, после чего уже погружались в камеру исследования свойств морозного пучения грунтов.

К каждому образцу прикладывалась сторонняя нагрузка сверху, для моделирования нагрузки собственного веса грунта. Величина нагрузка зависела от глубины отбора образца

грунта. Так же было проведено одно испытание без нагружения образца, для более подробной оценки степени пучения.

Изменение влажности после установления равновесного состояния в образцах перед промерзанием не превышала значения 0,01.

Характер вертикальных перемещений поверхности грунта в процессе промерзания при различных значениях начальной влажности имеет следующий вид: в начале опыта образцы грунта испытывают некоторую усадку (примерно в течении 10-12 часов) при общей продолжительности промораживания 48-56 часов (величина одного периода замораживания).

Максимальное значение относительной величины усадки составило около 1-2% от общей величины пучения. Причем максимальная усадка наблюдалась при первом цикле промораживания.

Во всех без исключения опытах зафиксирована миграция влаги в промерзающие слои грунта. Увеличение влажности промерзшего образца составило в среднем от 9,4 до 10,6%. Следовательно, пучение происходило в результате замерзания влаги как находящейся первоначально в порах грунта, так и мигрировавшей к границе промерзания непосредственно во время эксперимента.

Также установлено, что нагрузка на образец снижала его степень пучения.

Подтверждение полученных данных можно найти в работе Карлова В. Д.[3]

По результатам экспериментов был установлен вид испытываемых образцов грунта по степени пучинистости: от слабопучинистого до среднепучинистого (смотри таблицу 1). Однако, значения относительной деформации для слабопучинистых грунтов близки к среднепучинистым.

Для районов исследования имеется база физико-механических свойств грунтов, но полученные величины степени морозного пучения теоретически (используя значения физико-механических характеристик) охватывают большой диапазон. Виды грунта в районах получены по расчету колеблются: от слабопучинистого до чрезмернопучинистого.

В следствие чего можно утверждать, что суглинистые грунты Алтайского края нуждаются в детальных лабораторных исследованиях.

Учитывая большие сложности, связанные с разработкой приемлемого для практического использования теоретического метода оценки величины деформаций морозного пучения грунтов оснований, представляется наиболее перспективным совершенствование эмпирической зависимости коэффициентов морозного пучения от объемной влажности и других параметров грунта основания малоуглубленных фундаментов и других конструкций, взаимодействующих с промерзающим грунтом.

Следует отметить, что работа, описанная в данной статье, представляет собой первый начальный этап оценки степени пучинистости суглинистых грунтов Алтайского края. В дальнейшем результаты исследований будут использованы при составлении региональной таблицы грунтов по степени пучинистости для районов Алтайского края, а также разработке карты-схемы распространения грунтов края по степени пучинистости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет по ГК № 183-10 о выполнении научно-исследовательской работы по теме: «Разработка стандартов организации КГУ «Алтайавтодор»: 1. СТО «Мероприятия по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог общего пользования Алтайского края (с учётом карты распространения пучинистых грунтов на территории Алтайского края)»; 2. СТО «Технологический регламент. Способ укрепления и стабилизации грунтов земляного полотна ионообменными и полимерными стабилизаторами «Consolid 444» в комбинации с «Solidry» -АлтГТУ, 2010 год.
2. ГОСТ 28622-90, Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости - М.: Изд-во стандартов, 1990 г.
3. «Основания и фундаменты на сезоннопромерзающих пучинистых грунтах» - В. Д. Карлов - С.-Пб.: Изд-во «Нестор-История», 2007 г.