

МЕРЫ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ НА ФУНДАМЕНТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ПРЕОБЛАДАЮЩИЕ В УСЛОВИЯХ СИБИРИ

Б. М. Черепанов, М. Н. Казанцева

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В данной статье освещена актуальная для Сибири проблема строительства зданий и сооружений на грунтах, обладающих пучинистыми свойствами. Целью этого изучения является исследование самого процесса морозного пучения и приоритетных методов борьбы с ним в нашем регионе.

Ключевые слова: морозное пучение, степень пучинистости, водонасыщенный грунт, сила морозного пучения, борьба с морозным пучением.

На значительной части сибирской территории распространена вечная мерзлота, покрывают которую пучинистые грунты. Действие сил морозного пучения вызывает весомое увеличение объема таких грунтов – величина подъема поверхности нередко составляет десятки сантиметров. Возникающие при этом усилия достигают десятки тонн. Рисунок 1 демонстрирует границы глубин промерзания на территории Российской Федерации. Пучение – свойство грунта при его замерзании увеличиваться в объеме из-за наличия в грунте воды, которая превращается в лед. Чем выше влажность грунта, тем больше он повергнут силам пучения при морозе. Если процесс морозного пучения происходит вблизи фундамента, то давление на конструкцию существенно возрастает.

Пучение грунта (рисунок 2) есть очень сложное природное явление: во время промерзания нижних слоев грунта фундамент вместе со строением поднимается, а при оттаивании происходит их опускание. Одной из основных опасностей, приносимых пучинистыми силами, является неравномерность их распределения. Например, по периметру ограждающих наружных стен основание промерзает неодинаково – с теневой, северной стороны, больше, с тех сторон, где прогревает солнце, – промерзание меньше.

СП 22.13330.2016 относит к пучинистым грунтам:

1. Глины, суглинки, супеси;
2. Мелкие и пылеватые пески;
3. Крупнообломочные с мелким заполнителем

Практически не подвержены силам морозного пучения такие грунты как, например, пески средней крупности, крупные и гравели-

стые, так как они отлично пропускают воду.

Главными факторами, влияющими на вероятность возникновения морозного пучения при возведении или эксплуатации зданий и сооружений, служат:

- тип грунта и его физико-механические характеристики;
- климатические особенности местности;
- уровень грунтовых вод;
- тип фундамента, его форма и размеры.

Возникающие от сил пучения неравномерные деформации часто приводят к весьма неблагоприятным последствиям – возникновению повреждений в ограждающих и несущих конструкциях, которые, в свою очередь, могут привести к полному разрушению, что, и проиллюстрировано на рисунке 3. Чтобы избежать негативных последствий, о которых сказано выше, возникает необходимость дополнительного изучения данной темы. Фундамент на пучинистых грунтах должен обладать такими особенностями, которые были бы способны минимизировать или полностью исключить негативное воздействие такого рода основания.

В настоящий момент разработано и проверено на практике множество различных методов борьбы с морозным пучением грунтов. Главным остается только одно – грамотно выбрать наиболее подходящий вариант борьбы с пучением под конкретные условия строительства.

В зависимости от гранулометрического состава, природной влажности, глубины залегания уровня грунтовых вод и расчетной глубины промерзания грунты подразделяются на пять разновидностей: чрезмерно пучинистые, сильнопучинистые, среднепучинистые, слабопучинистые и непучинистые.



Рисунок 1 – Границы глубин промерзания грунтов в России



Рисунок 2 – Пучение грунта



Рисунок 3 – Последствия пучения грунта

Таблица 1 – Степень пучинистости грунта

Степень пучинистости грунта	Относительная деформация морозного пучения образца грунта
Непучинистый	$\varepsilon_{th} < 0,01$
Слабопучинистый	$0,01 \leq \varepsilon_{th} < 0,04$
Среднепучинистый	$0,04 \leq \varepsilon_{th} < 0,07$
Сильнопучинистый	$0,07 \leq \varepsilon_{th} < 0,10$
Чрезмерно пучинистый	$0,10 \leq \varepsilon_{th}$

Степень пучинистости грунта в зависимости от относительной деформации морозного пучения ε_{th} приведена в таблице 1.

На территории Сибири основными типами пучинистых грунтов являются сильнопучинистые и чрезмернопучинистые грунты.

Проанализировав основные методы для снижения пучинистости, имеющие положительный опыт в мировой практике, в рамках данной статьи удалось выделить несколько способов по защите фундаментов, наиболее подходящих для условий нашего региона. Для этого были изучены и подвергнуты анализу климатические условия Сибири, имеющийся опыт по предотвращению негативных последствий от действия сил морозного пучения, наиболее распространенный гранулометрический состав грунта на территории региона, степень развития технологий строительства, доступность методов на конкретной территории.

Способы, наиболее подходящие для применения на территории Сибири.

• **Строительство плитного фундамента под здание или сооружение.** Выпол-

нение фундамента в виде монолитной плиты – один из наиболее распространенных методов, нашедших свое применение при строительстве на пучинистых грунтах в нашем регионе. Фундамент в виде бетонной плиты (рисунок 4) имеет очень большую пространственную жесткость и позволяет максимально перераспределить нагрузки, как со стороны выпирающего фундамента, так и со стороны самого строения, как бы уравнивая их.

Такой тип фундамента можно использовать для строительства малозаглубленных, бесподвальных сооружений, на всех типах грунтов и при любой глубине залегания грунтовых вод. Стоимость установки такого фундамента гораздо ниже фундамента, закладываемого на глубину ниже промерзания грунта.

- **Расположение подошвы фундамента ниже отметки промерзания грунта.** Этот способ защиты получил наибольшее распространение в условиях сибирской застройки. Применяя его, необходимо запроектировать фундамент, заглубляя его ниже уровня промерзания (рисунок 5). В результате на стены фундамента будут действовать только касательные силы морозного пучения, а основные, вертикальные, будут нейтрализованы, так как опора здания будет находиться в непромерзающем грунте.

- **Изменение формы фундамента.** Довольно часто верхнюю часть фундамента заливают в виде сужающегося конуса, как изображено на рисунке 6. В результате применения фундаментов подобной формы силы, сдавливающие фундамент с двух сторон будут пытаться опустить фундамент вниз, то есть работать в прямо противоположном направлении силам подъема.

- **Применение обмазок для боковых поверхностей фундаментов.** Касательные силы выпучивания складываются из сил примерзания грунта к фундаменту, сил трения мерзлого грунта по боковой поверхности фундамента и сил трения мерзлого грунта по мерзлomu грунту.

В целях уменьшения касательных сил выпучивания фундаментов применяются физико-химические способы противопучинной стабилизации грунтов пластичными смазками. Для этого применяют следующие реагенты и материалы послойно:

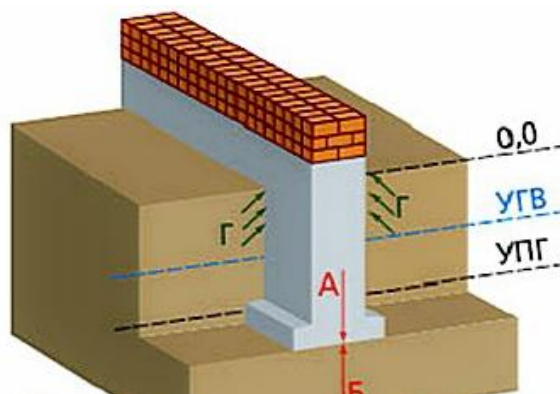
- а) кремнийорганические эмали/олифа;
- б) углеводородные пластичные смазки;
- г) полиэтиленовая пленка.

Для того чтобы смазка не впитывалась в материал фундамента, их поверхность пред-

варительно покрывается эмалью или олифой, которые образуют пленку, закрывающую поры в бетоне, железобетоне. А чтобы смазка, находящаяся на поверхности фундамента, не впитывалась в грунт и при обратной засыпке не удалялась грунтом, смазанная поверхность фундамента покрывается в один слой полиэтиленовой пленкой.



Рисунок 4 – Плитный фундамент под здание

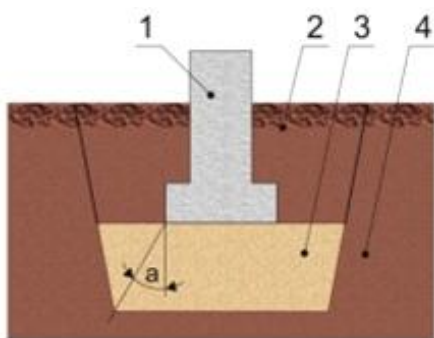


А – давление фундамента на грунт; Б – сопротивление грунта; Г – касательные боковые силы; УГВ – уровень грунтовых вод; УПГ – уровень промерзания грунта

Рисунок 5 – Фундамент, заложенный ниже уровня промерзания грунта.



Рисунок 6 – Фундамент конусовидной формы



1 – фундамент; 2 – обратная засыпка; 3 – песчаная подушка; 4 – пучинистый грунт

Рисунок 7- Устройство песчаной подушки, заменяющей пучинистый грунт



Рисунок 8 – Создание теплоизоляционного контура

В зависимости от нагрузки пластичные смазки проявляют свои свойства вязкой жидкости или твердого тела. При малых нагрузках смазки сохраняют свою форму, не стекают с вертикальной поверхности и удерживаются в негерметизированных узлах трения, т.е. проявляют свойства твердого тела. Смазки начинают деформироваться при незначительных нагрузках, при нагрузке 0,1-2,0 кПа они становятся вязкими жидкостями. После прекращения деформирования смазки вновь приобретают свойства твердого тела.

Смазка, нанесенная на поверхность фундамента, практически устраняет примерзание грунта к фундаменту и резко снижает силы трения мерзлого грунта по поверхности фундамента. Обработке подвергается часть поверхности фундамента, находящаяся в слое сезонного промерзания-оттаивания.

• **Устройство дренажа.** Очень важно защитить основание и фундамент от избыточного увлажнения и промерзания. Один из вариантов минимизации ущерба от пучинистых грунтов – устройство дренажа, которое позволяет уменьшить влажность грунта посредством снижения уровня грунтовых вод.

• **Устройство под основанием фундамента подушки из непучинистого материала.** При возведении сооружений на пучинистых грунтах необходимым является устройство под основанием фундамента подушки из песка, гравия или гравелисто-щебеночной подсыпки (рисунок 7). Эти материалы будут препятствовать действию на фундамент выталкивающих сил морозного пучения.

• **Утепление фундамента.** При проведении ремонтно-строительных работ, в случае, когда под фундаментами залегают пучинистые грунты, можно предотвратить их промерзание и пучение, утеплив фундаменты (рисунок 8).

Выбор того или иного метода в первую очередь должен опираться на проект здания, геологию грунта и климат в месте строительства. Немаловажным является и факт расхода сил, времени и денежных средств на реализацию того или иного метода. Все это следует предусмотреть еще на этапе проектирования здания, до начала строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология.
2. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений.
3. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М. ; Стандартинформ, 2012. – 38 с.
4. Рекомендации по снижению сил примерзания грунта к строительным конструкциям физико-химическими методами. – М. : Стройиздат, 1975. – 17 с.
5. Казанцева, М. Н. Исследование золошлаковых отходов ТЭЦ-3 г. Барнаула на морозное пучение с целью их рекуперации / М. Н. Казанцева, Б. М. Черепанов // Ползуновский альманах. – № 3. – 2016. – С. 73-77.
6. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://edu.secna.ru/media/f/figig.pdf>.
7. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://postroim-fundament.ru/polezno-znat/grunt/moroznoe-puchenie-grunta/>
8. [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.buroviki.ru/moroznoe-puchenie-gruntov.html>.

Черепанов Б. М. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им.И. И. Ползунова, E-mail: bmcher@mail.ru.

Казанцева М. Н. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И.Ползунова, E-mail: kaza1913@mail.ru