НИИОСП

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ МОРОЗНОГО ВЫПУЧИВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАСТИЧЕСКИХ СМАЗОК И КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЭМАЛЕЙ

МОСКВА–1980

gost.e-ecolog.ru

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ МОРОЗНОГО ВЫПУЧИВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАСТИЧЕСКИХ СМАЗОК И КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЭМАЛЕЙ

МОСКВА – 1980

УДК 624.139.22:624.15

Рекомендации составлены в развитие главы СНиП П-18-76 "Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования" и главы СНиП П-15-74 "Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования" в части мероприятий по предотвращению воздействия морозного пучения грунтов на фундаменты зданий и сооружений и "Рекомендаций по применению кремнийорганических соединений в борьбе с морозным выпучиванием фундаментов", Стройиздат, М., 1974, "Рекомендаций по снижению сил примерзания грунта к строительным конструкциям физико-химическими методами", Стройиздат, М., 1975.

Рекомендации разработаны научно-исследовательским институтом оснований и подземных сооружений им. Н.М.Герсеванова Госстроя СССР (доктором геол.-мин.наук А.М.Пчелинцевым при участии ст.научного сотрудника И.Г.Яркина). Смазки БАМ-3 и БАМ-4 разработаны МИНХ и ГП им. И.М.Губкина (докторомтехн. наук, проф. А.А.Гуреевым, канд. техн.наук В.Н.Поддубным, канд. с.-х.наук Р.А.Гуло и ст.научным сотрудником С.А.Авчиной) совместно с НИИОСП.

Рекомендации составлены доктором геол.-мин.наук А.М.Пчелинцевым.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций, которые осуществляют проектирование и строительство фундаментов зданий и сооружений на пучинистых грунтах.

Все замечания и предложения по содержанию настоящих Рекомендаций просим направлять по адресу: 109389 Москва, Ж-389, 2-я Институтская ул., дом 6, НИИ оснований и подземных сооружений.

© Ордена Трудового Красного Знамени Научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений им. Н.М.Герсеванова, 1980 г.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации предназначены для защиты фундаментов зданий и сооружений от морозного выпучивания путем уменьшения их касательных сил.

I.2. В этих целях в НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М.Герсеванова Госстроя СССР разработан специальный физико-химический способ обработки поверхности фундаментов с применением пластичных (консистентных) смазок и кремнийорганических эмалей, на основе которого составлены настоящие Рекомендации.

Суть способа заключается в покрытии поверхности фундамента, находящейся в слое сезонного промерзания, пластичной смазкой или кремнийорганической эмалью, или тем и другим вместе. В зависимости от класса зданий и сооружений, а также от долговечности защиты, т.е. защиты фундаментов от выпучивания на весь период эксплуатации зданий и сооружений или лишь на период их строительства разработана технология обработки поверхности фундаментов. Теоретические основы этого способа и экспериментальные данные изложены в Приложениях I и 2.

I.3. Расчетные удельные силы выпучивания для фундаментов, обработанных смазками и эмалями, приняты в соответствии со СНиП II-I8-76 в зависимости от глубины промерзания и от степени пучинистости грунта и уменьшены согласно понижающему действию смазки и эмали. Смазки уменьшают удельные касательные силы выпучивания на 50-60% , эмали - на 25-40%.

2. СОСТАВ РЕКОМЕНДУЕМЫХ РЕАГЕНТОВ, КРАТКАЯ ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

2.I. Для физико-химической обработки поверхности фундаментов в целях уменьшения касательных сил их морозного выпучивания рекомендуются следующие реагенты и материалы:

а) углеводородные пластичные (консистентные) смазки БАМ-3 и БАМ-4 по ТУ 38-I0I682-77;

б) кремнийорганическая эмаль КО-III2 по ТУ-6-I5-602-7I, кремнийорганические эмали КО-I74 по ТУ П-98-67, КО-II64 по ТУ 6-02-789-73;

в) полиэтиленовая пленка по ГОСТ I0354-73;

г) пластикат поливинилхлоридный по ТУ 6-05-УССР-06I-36-75.

2.2.I. Смазки БАМ-3 и БАМ-4 имеют строго целевое назначение - снизить или вовсе устранить примерзание влажного грунта к строительным конструкциям, а также значительно снизить трение мерзлого грунта при проскальзывании его по поверхности фундамента и тем самым существенно уменьшить касательные силы выпучивания фундаментов.

Названные смазки разработаны отраслевой лабораторией масел и смазок кафедры химии и технологии смазочных материалов МИНХ и ГП им. И.М.Губкина совместно с лабораторией физико-химии мерзлых грунтов НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М.Герсеванова Госстроя СССР.

2.2.2. Смазка БАМ-4 отличается от смазки БАМ-3 добавкой антисептической присадки.

2.2.3. Смазки должны соответствовать следующим требованиям и нормам:

Показатели	Нормы		Методы испытания
	БАМ-3	БАМ-4	
1. Внешний вид	Однородная мазь от светло-желтого до темнокоричневого цвета		По п.3.2 настоящих ТУ
2. Температура каплепадения, °С, не ниже	50	50	ГОСТ 6793-74
3. Кислотное число, мг КОН на 1 г в пределах	0,5-1,2	0,5-1,2	ГОСТ 5985-59 с дополнением по п.3.3 настоящих ТУ
4. Эффективная вязкость при °С и градиенте ск.деформации 10 сек$^{-1}$, пз., не более	4000	4000	ГОСТ 7163-63
5. Содержание воды	Отсутствие		ГОСТ 1548-42
6. Грибоустойчивость	-	Полная	ГОСТ 9.052-75, по п.2.4 настоящих ТУ

Примечание: перед применением смазка перемешивается.

2.2.4. Смазка БАМ-4 предназначена для обработки ненагруженных или слабонагруженных фундаментов с целью снижения касательных сил выпучивания на все время их эксплуатации (50 и более лет).

Смазка БАМ-3 рекомендуется для обработки фундаментов в целях снижения касательных сил выпучивания на срок до 15 лет, а также для обработки временных строительных конструкций, например, для предупреждения примерзания шпал к грунту (балласту) на рельсовых путях башенных кранов в строительстве и др.

2.2.5. Смазки БАМ-3 и БАМ-4 не токсичны, не дефицитны. Они весьма технологичны. Наносить их на поверхность фундамента можно лопаточкой, кистью, тампоном, из краскопульта при нагревании и другими подобными средствами.

Цена 1 т смазки БАМ-3 - 125 руб., БАМ-4 - 630 руб.

2.3.1. Для того, чтобы смазка не впитывалась в материал фундаментов (бетон, кирпич, дерево), их поверхность предварительно покрывается веществами, которые образуют пленку, закрывающую поры в бетоне, кирпиче, дереве. Назовем эти материалы грунтовками, а процесс покрытия ими поверхности фундаментов - грунтовкой.

Рекомендуются следующие грунтовки: кремнийорганическая эмаль КО-1112 по ТУ 6-15-602-71.

Помимо этих эмалей могут быть использованы другие эмали и составы, которые препятствуют впитыванию смазок в фундамент. Битумы в смазке растворяются, поэтому их применение в качестве грунтовок исключается.

2.3.2. Кремнийорганическая эмаль КО-1112 ТУ 6-15-602-71 однокомпонентна, поставляется потребителю в готовом виде. Перед

употреблением эмаль следует тщательно перемешать. Эмаль наносится на сухую поверхность фундаментов краскораспылителем или кистью в 2 слоя. Перед нанесением краскораспылителем эмаль необходимо разбивать органическим растворителем (разбавитель для масляных красок, растворитель № 646, скипидар и др.) до нужной консистенции. Пленка эмали высыхает за 2 часа. Нанесение второго слоя эмали нужно производить через 30 мин.

Эмаль обладает высокой атмосферостойкостью и водостойкостью.

Эмаль можно наносить при плюсовых и минусовых температурах и при любой влажности воздуха.

Расход эмали на 1 метр квадратный 250-300 г.

Цена 1 кг эмали 2 руб. 60 коп.

Эмаль КО-1112 предназначена для декоративной и защитной окраски различных поверхностей снаружи и внутри помещений (бетонных, кирпичных, деревянных, металлических и др). В настоящих Рекомендациях она используется для закупорки пор на поверхности бетона, кирпича, дерева.

2.4.1. Чтобы смазка, находящаяся на поверхности фундамента, не впитывалась в грунт, а также, чтобы при обратной засыпке она не удалялась грунтом, смазанная поверхность фундамента покрывается полиэтиленовой пленкой ГОСТ 10354-73 или поливинилхлоридным пластикатом ТУ 6-05-УССР-061-36-75 тип 80/193.

2.4.2. Полиэтиленовая пленка ГОСТ 10354-73 может быть использована любой марки и любой толщины.

2.4.3. Поливинилхлоридный (ПВХ) пластикат ТУ 6-05-УССР-061-36-75 тип 80/193 имеет толщину 0.25 мм, ширину 1100 мм, длина куска не менее 100 м.

2.5.I. Кремнийорганические эмали КО-I74 по ТУ П-93-67 и КО-II64 по ТУ 6-02-789-73 применяются для обработки фундаментов в целях снижения касательных сил выпучивания фундаментов самостоятельно, т.е. без пластичных (консистентных) смазок. Их применение подробно рассмотрено в брошюре "Рекомендации по применению кремнийорганических соединений в борьбе с морозным выпучиванием фундаментов", Стройиздат, М., I973.

2.5.2. Кремнийорганическая эмаль КО-I74 ТУ П-93-67 представляет собой суспензию неорганических и органических пигментов и наполнителей в кремнийорганическом модифицированном лаке КО-85 (ГОСТ II066-64). Эмаль однокомпонентна, поставляется потребителю в готовом виде. По физико-химическим свойствам эмаль КО-I74 должна соответствовать нормам и требованиям по табл.I. Прямое назначение эмали - декоративная отделка изделий из бетона (стеновые панели, цоколи домов), цемента, стекла, дерева, асбошифера, некоторых пластмасс и др. В настоящих Рекомендациях она используется для снижения касательных сил выпучивания фундаментов. Эмаль - атмосферо-водо-морозо-светостойкая воздушной сушки. По атмосферостойкости и стойкости к циклическому перепаду температур она равноценна эпоксидным покрытиям.

Нанесение эмали на сухую поверхность фундамента можно производить кистью, валиком, краскораспылителем и другими способами в любое время года, т.е. как при положительной, так и при отрицательной температуре, в 2 слоя с последующим высыханием на воздухе после I слоя - I5 мин., после 2 слоя - 2 часа. Расход эмали на I $м^2$ - 200-300 г. Цена I кг эмали - 3 руб.

2.5.3. Кремнийорганическая эмаль КО-II64 ТУ 6-02-789-73 применяется в строительной технике в качестве атмосферостойких декоративных покрытий для изделий из бетона, асбоцемента, а также для отделки наружных и внутренних элементов зданий и

сооружений. В настоящих Рекомендациях она используется для уменьшения касательных сил морозного выпучивания фундаментов.

По физико-химическим свойствам эмаль КО-II64 аналогична эмали КО-I74, но несколько уступает ей по светостойкости и атмосферостойкости. Эмаль КО-II64 менее дефицитна и менее токсична

По физико-химическим показателям эмаль КО-II64 должна удовлетворять требованиям, указанным в табл.2.

Эмаль наносится на поверхность фундаментов так же, как и эмаль КО-I74.

Таблица I

Эмаль КО-174 по ТУ П-93-67

Наименование показателей	Нормы
Цвет эмалевой пленки: белый	После высыхания пленка эмали должна соответствовать утвержденному эталону (оттенок не нормируется)
Внешний вид пленки	После высыхания должна образовывать однородную матовую или полуматовую пленку
Вязкость по ВЗ-I (сопло 2,5) при $20\pm2^{\circ}C$ в сек	25-40
Содержание сухого остатка в % не менее	25
Время высыхания при I8-25°С в часах, не более ...	2
Прочность пленки при изгибе по шкале гибкости, не более ...	3
Твердость пленки по маятниковому прибору, не менее ...	0,35

Таблица 2

Эмаль КО-II64

Наименование показателей	Норма
Цвет эмалевой пленки: белая	После высыхания пленка эмали должна соответствовать утвержденному эталону. Оттенок не нормируется.
Внешний вид пленки	После высыхания эмаль должна образовывать однородную матовую или полуматовую поверхность
Вязкость по вискозиметру ВЗ-I при 20°С, сек	25-70
Содержание нелетучих в %, в пределах ...	30-35
Продолжительность высыхания при 20± 2°С в час, не более ...	3
Прочность пленки при изгибе через 24 часа по шкале гибкости в мм, не более ...	3
Твердость пленки по маятниковому прибору, не ниже ...	0,I
Водостойкость эмалевой пленки при 20°С в час, не менее ...	24

Примечание: Изменение вязкости эмали при хранении не является браковочным показателем, если при этом эмаль отвечает всем остальным требованиям ТУ.

3. ТИПЫ ФУНДАМЕНТОВ

3.I. Настоящие Рекомендации распространяются на свайные, столбчатые, грибовидные, ленточные фундаменты.

3.2. По форме фундаменты могут быть прямоугольными, круглыми, пирамидальными, трапециевидными, ромбовидными, в виде усеченного конуса. Последние четыре вида фундаментов устанавливаются широкой стороной вниз. Обращаем внимание на скос граней у фундаментов. По нашим наблюдениям, скос под углом $I,5^{o}$ снижает касательные силы выпучивания почти в 2 раза.

3.3. Материалом фундаментов может быть бетон, железобетон, кирпич, дерево, металл. Поверхность их должна быть гладкой или немного шероховатой; не допускаются у фундаментов ни выступы, ни углубления в слое сезонного промерзания или оттаивания.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ФУНДАМЕНТОВ РЕАГЕНТАМИ

4.1. Обработке подвергается та часть поверхности фундамента, которая будет находиться в слое сезонного промерзания-оттаивания грунта плюс 20 см выше спланированной поверхности.

4.2. Поверхность фундаментов перед обработкой реагентами должна быть сухой, ее необходимо очистить от грязи, пыли, выравнить, раковины зашпаклевать цементным раствором, выступы срубить. Это делается для того, чтобы при проскальзывании мерзлого грунта вдоль фундамента исключить сдвиг мерзлого грунта по мерзлому грунту.

4.3. Для физико-химической обработки поверхности фундаментов в целях уменьшения касательных сил морозного выпучивания фундаментов рекомендуются два основных рецепта: 1. Пластичные (консистентные) смазки БАМ-3 и БАМ-4 по п. 2.2.1-2.2.6 и 2. Кремнийорганические эмали КО-174 и КО-1164 по п. 2.5.1-2.5.3.

4.4.1. Технология обработки поверхности фундаментов смазками БАМ-3 и БАМ-4 разработана в зависимости от долговечности и класса зданий и сооружений. Согласно главы СНиП П-А.3-62,в основу классификации зданий и сооружений на классы положено их назначение и значение. По совокупности признаков здания и сооружения делятся на 4 класса, причем к 1-му классу относятся здания и сооружения, к которым предъявляются повышенные требования, а к 4-му классу относятся здания и сооружения, к которым предъявляются минимальные требования.

В настоящих Рекомендациях рассматриваются лишь те малонагруженные фундаменты, которые нуждаются в защите от морозного выпучивания, а также ненагруженные фундаменты,находящиеся в процессе строительства.

4.4.2. В таблице 3 приведена рецептура обработки поверхности фундаментов. Сокращения обозначают:КО-1112 - кремнийорганическая

Таблица 3

Рецептура обработки поверхности малонагруженных и ненагруженных фундаментов с применением пластичных смазок в зависимости от долговечности смазки и класса зданий и сооружений

Материалы фундаментов	Долговечность смазки, лет	I-й и 2-й классы			3-й и 4-й классы		
		Грунтовка	Смазка	Пленка	Грунтовка	Смазка	Пленка
I. Железобетон, кирпич, дерево	50	КО-III2[1]	БАМ-4[2]	ПЭ[4]	ПЭ	БАМ-4	ПЭ
2. Металл	50	-	БАМ-4	ПЭ	-	БАМ-4	ПЭ
3. Железобетон, кирпич, дерево	I0-I5	КО-III2	БАМ-3[3]	ПЭ или ПВХ[5]	ПЭ или ПВХ	БАМ-3	ПЭ или ПВХ
4. Металл	I0-I5	-	БАМ-3	ПЭ или ПВХ	-	БАМ-3	ПЭ или ПВХ
5. Железобетон, кирпич, дерево	I-3	ПЭ	БАМ-3	Вощеная обертночная бумага	ПЭ	Ткань, пропитанная БАМ-3	
6. Металл	I-3	-	Ткань, пропитанная БАМ-3		-	БАМ-3	Вощеная обертночная бумага

Примечание: I) кремнийорганическая эмаль КО-III2;
2) пластичная смазка БМ-4; 3) пластичная смазка БАМ-3;
4) полиэтиленовая пленка; 5) поливинилхлоридный пластикат.

эмаль по п. 2.3.2; БАМ-4 и БАМ-3 - пластичные смазки по п.2.2.I-2.2.6; ПЭ - полиэтиленовая пленка по п.2.4.2; ПВХ - поливинилхлоридный пластикат по п. 2.4.3.

Эмаль КО-III2 наносится на поверхность фундаментов по п.2.3.2. Обработка фундамента смазками БАМ-3 и БАМ-4 производится по п.2.2.5.

Смазанная поверхность фундаментов покрывается в один слой полиэтиленовой пленкой (п.2.4.2) или поливинилхлоридным пластикатом (2.4.3). Внизу и вверху пленка и пластикат закрепляются на фундаменте проволокой. В случае защиты фундаментов на I-3 года вместо полимерных пленок можно применить вощеную обертночную бумагу. Хорошие результаты дает пропитанная смазкой ткань - мешковина, бязь, техническая марля и т.п., которой в один слой покрывают фундамент.

4.4.3. Пластичные смазки применяются для защиты фундаментов всех типов. Перед забивкой свай необходимо на глубину сезонного промерзания делать лидер, поперечник которого должен быть на 5-I0 см больше поперечника сваи, чтобы исключить нарушение слоя смазки и пленки. При обратной засыпке фундаментов в котлованах также необходимо проявить осторожность, чтобы не повредить смазку и пленку.

4.4.4. Грунтовку поверхности фундаментов целесообразно производить в цехе или где-то на базе,а смазку необходимо наносить на фундамент на месте установки фундаментов. Дело в том, что при транспортировке фундаментов смазку и пленку легко повредить.

4.5. Технология обработки поверхности фундаментов кремнийорганическими эмалями КО-I74 и КО-II64 очень проста. Она изложена в п.п. 2.5.2 и 2.5.3. Обрабатывать фундамент эмалью целесообразно в цехе на базе, стационаре и т.д. Эмаль имеет прочное сцепление с бетоном, деревом, металлом. Эмаль долговечна. Выбор марки эмали (КО-I74 или КО-II64) диктуется только наличием той или иной эмали.

4.6. Выбор рецепта для защиты фундаментов от морозного выпу-

чивания определяется наличием реагентов, типом фундамента, нагрузкой на фундамент, глубиной его погружения и др.

Для ленточных и столбчатых фундаментов предпочтительна пластичная смазка. Для свайных фундаментов при нагрузке свыше 5 тонн и глубине погружения не меньше 7 м целесообразно применять кремнийорганические эмали.

5. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТОВ НА ДЕЙСТВИЕ СИЛ МОРОЗНОГО ВЫПУЧИВАНИЯ

5.I. Согласно главе СНиП П-18-76 фундаменты на действие касательных сил морозного выпучивания рассчитываются по формуле

$$\tau_{вып} F - N \leq \frac{m}{K_н} Q \qquad (I)$$

где $\tau_{вып}$ - значение расчетной удельной касательной силы выпучивания, МПа (кгс/см^2), принимаемое по п.5.2;

F - расчетная площадь боковой поверхности фундамента, находящейся в пределах расчетной глубины слоя сезонного промерзания-оттаивания;

N - расчетная постоянная нагрузка, действующая на фундамент, определяемая с коэффициентом перегрузки n = 0,9;

Q - расчетное значение силы, кН (Кгс), удерживающей фундамент от его выпучивания;

а) при использовании грунтов основания по принципу I - вследствие смерзания фундамента с вечномерзлым грунтом - $Q_м$ определяемое по п.4 Приложения 5 главы СНиП П-18-76;

б) при использовании грунтов основания по принципу 7, а также в природном немерзлом состоянии - вследствие трения поверхности фундамента по грунту - $Q_т$, определяемое по п.5 Приложения 6 главы СНиП П-18-76;:

m - коэффициент условий работы, принимаемый равным I;

$K_н$ - коэффициент надежности, принимаемый равным I,I.

5.2. Значение расчетной удельной касательной силы выпучивания фундаментов определяется по табл.4 в зависимости от вида физико-химической обработки поверхности фундаментов: КО- поверхность обработки только одной кремнийорганической эмалью КО-I74 или КО-II64;

Таблица 4

Расчетные удельные касательные силы морозного выпучивания в МПа по главе СНиП П-I8-76 и по Рекомендациям

Грунты и степень водонасыщения по главе СНиП П-I8-76	Расчетные силы τ_{fm} при глубине промерзания-оттаивания, м								
	I			2			3		
	По главе СНиП П-I8-76	По Рекоменд. КО	Смазка	По главе СНиП П-I8-76	По Рекомендац. КО	Смазка	По главе СНиП П-I8-76	По Рекомендац. КО	Смазка
I. Глинистые при показателе консистенции $J_L > 0,5$, пески мелкие и пылеватые при степени влажности $g > 0,95$	0,I3	0,09	0,06	0,II	0,07	0,04	0,09	0,05	0,03
2. Глинистые при $0,25 < J_L \leq 0,5$, пески мелкие и пылеватые при $0,8 < g \leq 0,95$, крупнообломочные с заполнителем (глинистым, мелкопесчаным и пылеватым) более 30%	0,I0	0,07	0,05	0,09	0,06	0,04	0,07	0,05	0,03
3. Глинистые при $J_L \leq 0,25$, пески мелкие и пылеватые при $0,6 < g \leq 0,8$, а также крупнообломочные с заполнителем (глинистым, мелкопесчаным и пылеватым) от I0 до 30%	0,08	0,06	0,04	0,07	0,05	0,03	0,05	0,03	0,02

Примечания: I. КО -означает обработку фундаментов кремнийорганической эмалью КО-I74 или КО-II64 без пластичной смазки.

2. Смазка означает обработку фундаментов с применением пластичной смазки.

3. Для фундаментов, имеющих скос, вводится коэффициент равный 0,7 для обработанных кремнийорганической эмалью и 0,5 - для обработанных пластичной смазкой.

смазка - поверхность обработана пластичными смазками БАМ-3 или БАМ-4, включая грунтовку (эмаль КО-III2, нитроэмаль НЦ-II) и полимерную пленку; при этом для зданий I-го и 2-го класса значения, приведенные в таблице , принимаются с коэффициентом I, для зданий 3-го и 4-го класса - с коэффициентом 0,9; для железнодорожных мостов и других подобных особо ответственных сооружений - с коэффициентом I,3.

5.3. Примеры расчета фундаментов на действие сил морозного выпучивания.

Пример I. Железобетонный призмовидный свайный фундамент сечением 30х30 см, глубина сезонного промерзания $h_м$ = 2 м, вечная мерзлота отсутствует, постоянная нагрузка на фундамент N = 0,05 кН(5 т), обработана свая КО-I74, грунт сильнопучинистый, $\tau_{вып}$ = 0,07 МПа(0,7 кгс/см^2), класс здания 2-й, долговечность 50 лет, $\tau_т$ = 0,02 МПа(0,2 кгс/см^2)(трение сваи о талый грунт). Рассчитать глубину забивки сваи H. Перепишем формулу (I) в следующем виде:

$$mQ = K_н(\tau_{вып}F - N); \qquad (2)$$

$$mQ = m \cdot h \cdot l \cdot \tau_т \qquad (3)$$

$$h = \frac{I,I(0,7.I20.200-5000)}{I.I20.0,2} = \frac{I,I(I68I4-5000)}{24} = \frac{I2995}{24} = 54I \text{ см};$$

$$H = h + h_{вып} = 54I+200=74I \text{ см}.$$

Пример 2. Условия те же, что в примере I, с той лишь разницей, что фундамент обработан смазкой. Следовательно, в данном примере $\tau_{вып}$ = 0,04 МПа(0,4 кгс/см^2).

$$h = \frac{I,I(0,4.I20.200-5000)}{24} = \frac{I,I.4600}{24} = \frac{5060}{24} = 2II \text{ см};$$

$$H = 2III + 200 = 4II \text{ см}.$$

Пример 3. Те же условия, что в первом примере, но свая не подвергалась физико-химической обработке. $\tau_{вып}$ = 0,II МПа (I,I кгс/см^2) по главе СНиП II-I8-76.

$$h = \frac{I,I(I,I.I20.200-5000)}{24} = \frac{I,I.2I400}{24} = \frac{23540}{24} = 98I \text{ см};$$

$$H = 98I + 200 = II8I = II,8I \text{ м}.$$

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С РЕКОМЕНДУЕМЫМИ РЕАГЕНТАМИ

6.I.I. Смазки БАМ при длительном контакте могут вызывать лишь легкие обратимые изменения на коже. Аллергической способностью не обладают.

6.I.2. Смазки горючи, но взрывобезопасны. Температура вспышки не ниже I65°С. В случае возникновения пожара применимы следующие средства пожаротушения: распыленная вода, пена, при объемном тушении - углекислый газ, огнетушитель ОП-5, состав СЖБ, состав "3", "5" и пар.

6.I.3. При работе со смазкой необходимо применять индивидуальные средства защиты, согласно типовым отраслевым нормам, утвержденным Государственным Комитетом Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы и ВЦСПС.

6.I.4. Не хранить пищу на рабочем месте, не принимать пищу во время работы со смазкой.

6.I.5. Лицам, работающим со смазкой, после окончания работы и перед приемом пищи тщательно мыть руки теплой водой с мылом.

6.I.7. Маркировку, хранение и транспортирование смазки производят по ГОСТ I5I0-70. Упаковку смазки БАМ-3 производят в бочки: деревянные, железные с откручивающимся днищем или картонные навивные барабаны. Смазку БАМ-4 помещают в бидоны с широкой горловиной или в картонные навивные барабаны.

Гарантийный срок хранения смазки устанавливается 6 лет со дня изготовления. По истечении гарантийного хранения смазки перед применением должны быть проверены на соответствие требованиям ТУ 38-I0I682-77.

6.2.I. Кремнийорганические эмали КО-I74, КО-III2, КО-II64, нитроэмаль НЦ-II являются пожароопасными и токсичными материалами. Токсичность эмалей определяется токсичностью входящих в их состав растворителей (толуола, ксилола, ацетона, бутилацетата, этилацетата).

Толуол, ксилол в высоких концентрациях действуют на организм человека наркотически, а при длительном воздействии низких концентраций вызывают раздражение слизистых оболочек.

Ацетон (наркотик) вызывает раздражение глаз и дыхательных путей; при вдыхании в течение длительного времени способен аккумулироваться в организме, что увеличивает возможность хронического отравления.

Бутилацетат и этилацетат (наркотик) вызывают раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей.

6.2.2. При производстве, испытании и применении лаков и эмалей должны строго соблюдаться требования правил пожарной безопасности и промышленной санитарии.

6.2.3. Все работы с лаками и эмалями должны проводиться в помещениях, снабженных приточно-вытяжной вентиляцией.

6.2.4. Предельно допустимые концентрации паров растворителей в воздухе рабочей зоны не должны превышать: толуала - 50 кг/м^3; ксилола - 50 кг/м^3; ацетона -200 мг/м^3; бутилацетата - 200 мг/м^3; этилацетата - 200 кг/м^3.

Температура самовоспламенения для толуола - 536^{0}С, ксилола - 590^0 , ацетона - 465^0 , бутилацетата - 450^0 и этилацетата - 400^{0}С. Взрывоопасные концентрации в смеси с воздухом для толуола - I,3--6,7%, ксилола - 0,93-4,5, ацетона - 2,2-I3, бутилацетата -2,27-I4,6 и этилацетата - 3,6-I9%.

6.2.5. Лица, связанные с изготовлением и применением лаков и эмалей, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты.

Приложение I

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСТОЯЩИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Влажные супеси, суглинки и глины при промерзании, как известно, увеличиваются в объеме, в природных условиях это выражается в поднятии дневной поверхности. За один зимний сезон пучение грунта при промерзании достигает высоты I5-20 см. На такую же высоту летом грунт при оттаивании оседает. Ненагруженный или малонагруженный фундамент в первый год зимой выпучивается примерно такие на I5-20 см, но летом при оттаивании грунта он оседает на меньшую глубину, образуется так называемая остаточная деформация. За 5-I0 лет свайные фундаменты оказываются выпученными на высоту 80-90 см. При этом, как правило, пучение и выпучивание по площади происходит неравномерно.

Разумеется, уже через 2-3 года такие фундаменты теряют устойчивость, здания и сооружения деформируются или вовсе разрушаются. В результате выпучивания таких малонагруженных фундаментов, как различных надземных трубопроводов, опор ЛЭП, связи, малоэтажных зданий и тому подобных сооружений, ежегодно народному хозяйству наносится огромный ущерб. В связи с этим защита фундаментов от морозного выпучивания представляет большой практический интерес.

Морозное выпучивание фундаментов обусловлено увеличением объема промерзающего вокруг них грунта. Различают касательные и нормальные силы морозного выпучивания. Под касательными силами понимается воздействие промерзающего пучинистого грунта вдоль его боковой поверхности, под нормальными силами - воздействие промерзающего грунта на подошву фундамента. Последние силы достигают очень больших величин, а поэтому, как правило, подошва фундаментов устраивается ни-

же глубины сезонного промерзания грунта.

Ниже рассматриваются лишь касательные силы.

Касательные силы выпучивания складываются из сил примерзания грунта к фундаменту, из сил трения мерзлого грунта по боковой поверхности фундамента и из сил трения мерзлого грунта по мерзлому грунту.

Разработка мероприятий по защите фундаментов от морозного выпучивания началась, как известно, еще в конце прошлого века и продолжается до сих пор.

Известные способы борьбы с пучением грунтов и выпучиванием фундаментов, как дренирование строительных площадок с целью обезвоживания грунта, засоление грунта, замена пучинистых грунтов на непучинистые, заанкеривание фундаментов в нижележащих грунтах и другие подобные мероприятия или мало эффективны, или слишком дороги.

За последние 5-7 лет в исследованиях по защите фундаментов от морозного выпучивания получены существенные результаты. Особенно большие достижения получены в НИИ оснований и подземных сооружений им. Н.М.Герсеванова Госстроя СССР.

Разработаны физико-химические приемы противопучинной стабилизации грунтов (И.А.Тютюнов), уменьшения касательных сил выпучивания фундаментов (А.М.Пчелинцев), а также разработаны незаглубляемые фундаменты для электроподстанций (М.Ф.Киселев).

Настоящие Рекомендации посвящены вопросу уменьшения касательных сил морозного выпучивания фундаментов физико-химическими средствами.

Рекомендуются два основных приема: обработка поверхности фундамента пластичными (консистентными) смазками и твердыми покрытиями в виде кремнийорганических эмалей.

Пластичные смазки являются смазочными материалами. В зависи-

мости от нагрузки пластичные смазки проявляют 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. Начинают деформироваться смазки при малых нагрузках, обычно при нагрузке 0,0001-0,0020 МПа (1-20 г/см^2) они становятся вязкими жидкостями (1,10,13). После прекращения деформирования смазки вновь приобретают свойства твердого тела.

Пластичные смазки состоят из жидкого масла, твердого загустителя, присадок, добавок. Частицы загустителя в смазках имеют коллоидные размеры и образуют структурный каркас, в ячейках которого удерживается масло. Связи структурного каркаса в смазке сразу восстанавливаются после прекращения действия нагрузки (1,10).

В настоящих Рекомендациях пластичные смазки используются в новом качестве, а именно как пасты для уменьшения касательных сил морозного выпучивания фундаментов. Физическая сущность данного применения пластичных смазок состоит в том, что смазка, нанесенная на поверхность фундамента, практически совсем устраняет примерзание грунта к фундаменту и резко снижает силы трения мерзлого грунта по поверхности фундамента. В связи с этим как смазки, так и фундаменты должны удовлетворять определенным требованиям. Смазки не должны затвердевать при отрицательной температуре до минус 40-50^{0}С, не должны вымываться и разрушаться водой, не должны разрушаться микроорганизмами, слабо или вовсе не испаряться, слабо впитываться в грунт. Смазка должна сохраняться на поверхности фундамента в течение всего времени его эксплуатации.

Изложенным требованиям отвечают смазки ЕАЧ-3 и ЕАЧ-4 по ТУ 38-101682-77 (П.2.2.1-2.2.6), которые были разработаны совместно лабораторией масел и смазок кафедры химии и технологии смазочных

материалов МИНХ и ГП им. И.М.Губкина и лабораторией физико-химии мерзлых грунтов НИИОСП им. Н.М.Герсеванова Госстроя СССР.

Смазка БАМ-4 отличается от смазки БАМ-3 тем, что к ней добавлен антисептик.

Смазку БАМ-4 следует использовать для обработки тех фундаментов, срок службы которых 50 и более лет.

Смазка БАМ-3 может быть использована для обработки по нашей технологии фундаментов со сроком службы до 15 лет.

Фундаменты должны удовлетворять следующим требованиям: поверхность фундаментов должна быть гладкой или немного шероховатой, раковины заделываются, а выступы срубаются, чтобы исключить трение мерзлого грунта по мерзлому грунту при проскальзывании мерзлого грунта по фундаменту в процессе пучения грунта; форма фундаментов может быть призмовидной, круглой, трапециевидной, пирамидальной или конусообразной при условии, что широкая сторона будет находиться внизу; фундаменты не должны впитывать смазку, для чего бетонная и деревянная поверхность грунтуется.

Пористая прокладка между полимерными пленками в виде ткани или обычной оберточной бумаги делается для того, чтобы создать более толстый слой смазки.

Смазка БАМ-4 на опытных установках в условиях Сковородино уменьшает касательные силы морозного выпучивания в 20-40 раз в зависимости от технологии обработки (см. Приложение 2).

Применение кремнийорганических эмалей КО-174 и КО-1164 для обработки поверхности фундаментов в целях снижения касательных сил морозного выпучивания основана на их способности придавать поверхности фундаментов гидрофобные свойства, т.е. способность отталки-

вать воду. Это последнее обстоятельство резко уменьшает силы примерзания влажного грунта к поверхности фундаментов и тем самым снижает касательные силы выпучивания. Помимо этого, эмаль уменьшает шероховатость поверхности фундамента, а это значит, что она уменьшает силы трения мерзлого грунта по поверхности фундамента и тем самым также уменьшает касательные силы выпучивания.

Гидрофобные свойства кремнийорганических эмалей объясняются следующим образом. Кремнийорганические соединения, входящие в состав эмалей, содержат реакционноспособные атомы и группы (H, OH, CH_2 и т.д.) и углеводородные радикалы (CH_3, C_2H_5, C_6, H_5 и т.д.). Если раствор кремнийорганической эмали нанести на поверхность бетона, дерева, металла, то эти атомы или группы реагируют с гидроокисями и окисями металлов, гидроксильными группами в древесине и гидратной водой, обеспечивая физическое и химическое взаимодействие с материалом фундамента, а органогенные группы, обрамляющие атом кремния, направлены в противоположную сторону - наружу, что обусловливает водоотталкивающий эффект. Срок службы кремнийорганических эмалей 50 и более лет.

Кремнийорганические эмали уменьшают касательные силы выпучивания фундаментов на опытных площадках в условиях Игарки в 4 раза.

Технология обработки фундаментов пластичными смазками и кремнийорганическими эмалями разработана в зависимости от класса зданий и сооружений, от долговечности и от материала фундамента (табл.3). Эта зависимость выражается в том, что для I и 2 класса зданий и сооружений запас надежности значительно выше по сравнению с 3 и 4 классом. На срок эксплуатации зданий и сооружений на 50 и более лет технология обработки фундаментов также имеет повышенную надежность. Металлические фундаменты не грунтуются, так как в металл смазка не впитывается.

Расчетные удельные силы выпучивания τ_{fm} для фундаментов, обработанных смазками и эмалями, приняты, согласно главе СНиП II-18-76, в зависимости от глубины промерзания или протаивания и от степени пучинистости грунта и уменьшены, согласно понижающему действию смазки и эмали. Принимается, что смазки уменьшают удельные касательные силы выпучивания τ_{fm} на 50-60%, эмали - на 25-45% (табл.4), хотя по нашим экспериментальным данным, как указывалось выше, они снижают силы значительно больше.

Приложение 2

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ СО СМАЗКОЙ БАМ-4

Опытная площадка размещена на пучинистых грунтах. Глубина сезонного промерзания равна 250-300 см. Грунты - влажные пылеватые суглинки с редкими включениями гравия и щебня. Уровень грунтовых вод в период промерзания колеблется в пределах 70-120 см. Площадка расположена под деревянным навесом, без снежного покрова.

Опытными фундаментами служили стальные трубы диаметром 102,7 мм длиной 2500 мм. Технология обработки поверхности труб смазкой БАМ-4 следующая:

Фундамент № 193 - на высоту 165 см труба сначала обернута в один слой марлей, предварительно пропитанной смазкой БАМ-4, а затем сверху марли обернута в один слой полиэтиленовой пленкой толщиной 0,08 мм. Вверху и внизу пленка закреплена на трубе проволокой.

Фундамент № 194 - на высоту 165 см труба обернута только марлей в один слой, предварительно пропитанный смазкой БАМ-4, т.е. так же, как фундамент 193, но без полиэтиленовой пленки.

Фундамент № 195 - обработан так же, как фундамент 193, но только вместо полиэтиленовой пленки использована вощеная бумага (бумажная калька) в один слой.

Все три фундамента (трубы) были установлены в котловане на глубину 150 см с обратной засыпкой влажным суглинком в августе 1976 г.

Фундамент №38 - стальная труба диаметром 100 мм была установлена в августе 1973 г. на той же площадке, на которой находятся

фундаменты I93-I95. Фундамент 38 ничем не обработан и служит контролем.

Касательные силы выпучивания фундаментов измерялись динамометрами на сжатие типа ДОСМ-3-3 (на фундаменте 38-ДОСМ-3-5) которые устанавливались на торец фундамента и упирались в стальную балку, прочно закрепленную с трубами неподвижно заанкеренными.

Около каждого фундамента на расстоянии 2-3 см измерялась на дневной поверхности высота пучения грунта. Помимо этого на площадке измерялась глубина промерзания по мерзлотомеру Данилина, а также температура грунта термометрами сопротивления и ртутными термометрами.

Наблюдения на установках проводились под научным руководством доктора геол.-мин. наук А.М.Пчелинцева.

В таблице П.2.I приведены максимальные касательные силы выпучивания фундаментов I93, I94, I95 и 38.

Касательные силы выпучивания рассчитаны на погонный сантиметр периметра фундамента и на квадратный сантиметр поверхности фундамента, находящейся в мерзлом слое. Мы будем использовать в своем анализе расчет сил выпучивания на погонный сантиметр периметра (кН/см).

В первый зимний период касательные силы выпучивания фундаментов, обработанных смазкой БАМ-4, были в 25-47 раз меньше сил выпучивания по сравнению с контрольным фундаментом.

Во вторую зиму соответственно в 20-30 раз. Снижение сил выпучивания очень большое! Теоретические основы применения пластич-

них

(консистентных) смазок для уменьшения сил морозного выпучивания фундаментов полностью подтверждены полевым опытом.

Характерно, что максимальные силы выпучивания у обработанных фундаментов наступают на месяц раньше по сравнению с контрольным фундаментом, т.е. при меньшей глубине промерзания грунта. Важно также отметить, что максимальные силы выпучивания наступают значительно раньше максимальной глубины промерзания. В данных опытах у обработанных смазкой фундаментов они были зафиксированы при глубине промерзания 80–90 см, у контрольного фундамента – около метра или немного больше. Хотя полное промерзание грунта равно 250–300 см, при этом грунт продолжает пучиться. Объясняется это явление тем, что с понижением температуры мерзлый грунт начинает отслаиваться от фундамента вследствие различного коэффициента сжатия /5/.

Наименьшие силы выпучивания наблюдаются у фундаментов, обернутых пропитанной смазкой БАМ-4 марлей и полиэтиленовой пленкой. Они равны 0,04–0,05 кН/см (4–5 кгс/п.см). Несколько больше они у фундамента, обернутого только одной пропитанной смазкой марлей –0,057–0,074 кН/см (5,7–7,4 кгс/п.см); у фундамента, смазанного смазкой и обернутого бумагой – 0,075–0,096 кН/см (7,5–9,6 кгс/п.см). Однако это различие находится в пределах разброса. Практически все три вида технологии применимы для защиты фундаментов от морозного выпучивания. Вопрос может стоять только о долговечности. Наиболее долговечна первая технология (фундамент I93), наименее – третья (фундамент I95). Если в третьем виде бумагу заменить на полимерную пленку, то он также будет долговечным. В зависимости от класса зданий и сооружений и их долговечности следует выбирать тот или иной вид технологии обработки. Названная технология полностью применима только для металлических фундаментов. Для железобетонных и деревянных фундаментов к указанной технологии добавляется еще грунтовка, чтобы предотвратить впитывание смазки в бетон и дерево. Подробно об этом написано выше.

Таблица П.2.I.

Максимальные значения касательных сил морозного выпучивания фундаментов, обработанных смазкой БАМ-4 на опытной площадке

№ фундаментов	Вид обработки поверхности фундамента	I976-I977 г. Максимальные силы выпучивания фундаментов		I977-I978 г. Максимальные силы выпучивания фундаментов		I978-I979 г. Максимальные силы выпучивания фундаментов	
		кН/см	МПа	кН/см	МПа	кН/см	МПа
I93	Покрыта марлей, пропитанной смазкой БАМ-4 и обернута ПЭ пленкой	0,04	0,005	0,05	0,006	0.04	0.004
I94	Покрыта марлей, пропитанной смазкой БАМ-4	0,06	0,007	0,07	0,008	0,08	0008
I95	Смазана смазкой БАМ-4 и обернута вощеной бумагой	0,08	0,009	0,09	0,0I2	0,I3	0 0I3
38	Без обработки	I,86	0,I87	I.92	-	I.52	0.I3

Примечание: I. Фундаменты №I93,I94,I95- стальные трубы d = I02,7 мм, установлены на глубину I50 см. Фундамент № 38 - стальная труба d = I00 мм, установлена на глубину 2I9 см.
2. Силы выпучивания измерялись динамометром на сжатие ДОСМ-3-3 и ДОСМ-3-5.

Литература

I. Великовский Д.С., Поддубный В.Н., Вайншток В.В., Готовкин Б.Д. Консистентные смазки. М., Изд-во "Химия", 1966.

2. Перетрухин Н.А. Закономерности взаимодействия пучинистых грунтов с фундаментами сооружений в районах вечной мерзлоты. Докт. диссер. М., 1969.

3. Пчелинцев А.М., Бурова Ю.А. Применение консистентных смазок против примерзания льда, грунта и других материалов к твердым поверхностям. В кн. "Физико-химические процессы в промерзающих грунтах и способы управления ими". М., Стройиздат, 1974.

4. Пчелинцев А.М., Бурова Ю.А. Паста для предохранения от примерзания влагосодержащих веществ к поверхности сооружения. Авторское свидетельство 331158. Опубликовано 07.03.1972г. Бюллетень № 9.

5. Пчелинцев А.М. О зависимости касательных сил морозного выпучивания фундаментов от глубины промерзания грунта. "Основания, фундаменты и механика грунтов", 1975, № 5.

6. Рекомендации по применению кремнийорганических соединений в борьбе с морозным выпучиванием фундаментов. М., Стройиздат, 1974.

7. Рекомендации по снижению сил примерзания грунта к строительным конструкциям физико-химическими методами. М., Стройиздат, 1975.

8. Рекомендации по проектированию фундаментов производственных зданий транспортного назначения в условиях вечномерзлых грунтов и сейсмики. М., Ротапринт ЦНИИС Минтрансстроя СССР, 1975.

9. Рекомендации по проектированию и устройству ленточных и столбчатых фундаментов зданий транспортного назначения в условиях вечномерзлых грунтов и сейсмики. М.,Ротапринт ЦНИИС Минтрансстроя СССР, 1976.

10. Синицын В.В. Подбор и применение пластичных смазок. М., Изд-во "Химия", 1974.

II. Глава СНиП II-I5-74. Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования. М., Стройиздат, I975.

I2. Глава СНиП II-I8-76. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования. М., Стройиздат, I977.

I3. Фукс И.Г. Пластичные смазки. М., Изд-во "Химия", I972.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Общие положения 3
2. Состав рекомендуемых реагентов, краткая их характеристика 4
3. Типы фундаментов I2
4. Технология обработки поверхности фундаментов реагентами I3
5. Расчет фундаментов на действие сил морозного выпучивания..I7
6. Требования безопасности при работе с рекомендуемыми реагентами 2I
Приложения: I. Теоретические основы настоящих Рекомендаций 24
2. Основные результаты полевых опытов со смазкой БАМ-4 30
Литература 34

НИИ оснований и подземных сооружений
Редактор Осокин В.А.

Д-57179 Подп.к печати 18.04.80г Заказ 761 Тираж 300 экз.
Уч.-изд.л. Цена I3 коп.

Отпечатано в Производственных экспериментальных мастерских ВНИИС Госстроя СССР

gost.e-ecolog.ru