

Научно-исследовательский центр «Строительство»



ниц строительство
научно-исследовательский центр

Научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова

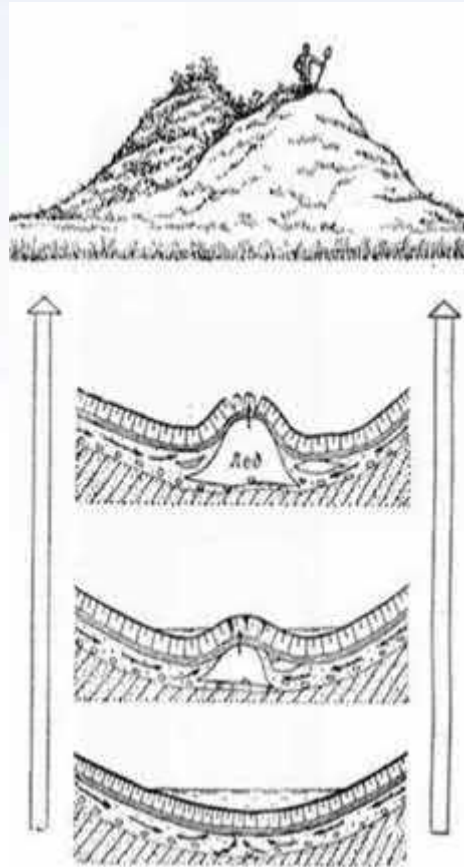


Применение антикоррозионных покрытий для снижения касательных сил пучения свайных фундаментов в арктических регионах

Докладчик: Зав. Сектором лабораторных исследований мерзлых грунтов ЦГГИ
Гречищева Эрика Станиславовна

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

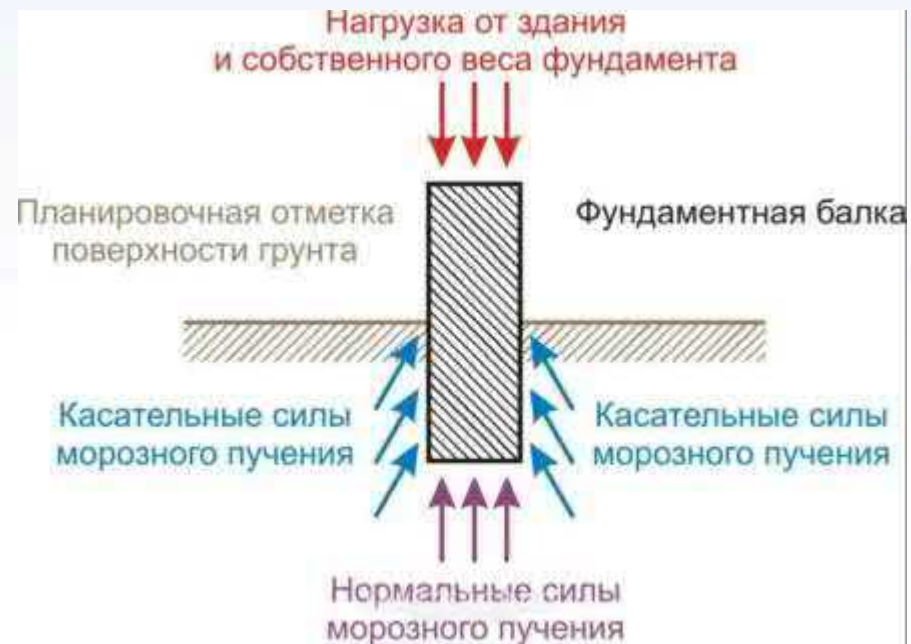
Морозное пучение - внутриобъемное деформирование промерзающих грунтов, приводящее к увеличению их объема в следствие кристаллизации поровой и мигрирующей воды с образованием кристаллов и линз льда.



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Силами морозного пучения называют силы воздействия пучащегося грунта на фундамент. Они возникают при промерзании грунта в следствие увеличения его объема.

Эти силы по направлению их к поверхности фундамента делят на касательные и нормальные. Под касательными силами понимают силы, направленные вдоль поверхности фундамента t_{fh} . Под нормальными силами понимают силы, направленные перпендикулярно (нормально) поверхности фундамента.



Выпучивание свай площадных сооружений

В пределах глубины сезонного оттаивания/промерзания основания d_{th} , грунт попеременно будет находиться в талом и мерзлом состоянии.

В зимний период грунт, окружающий фундамент или сваю, смерзается с боковой поверхностью и в результате пучения стремится увлечь фундамент вверх. Если усилия, противодействующие силам морозного пучения R_{af} , недостаточными, фундамент вместе с сооружением может подняться на некоторую высоту

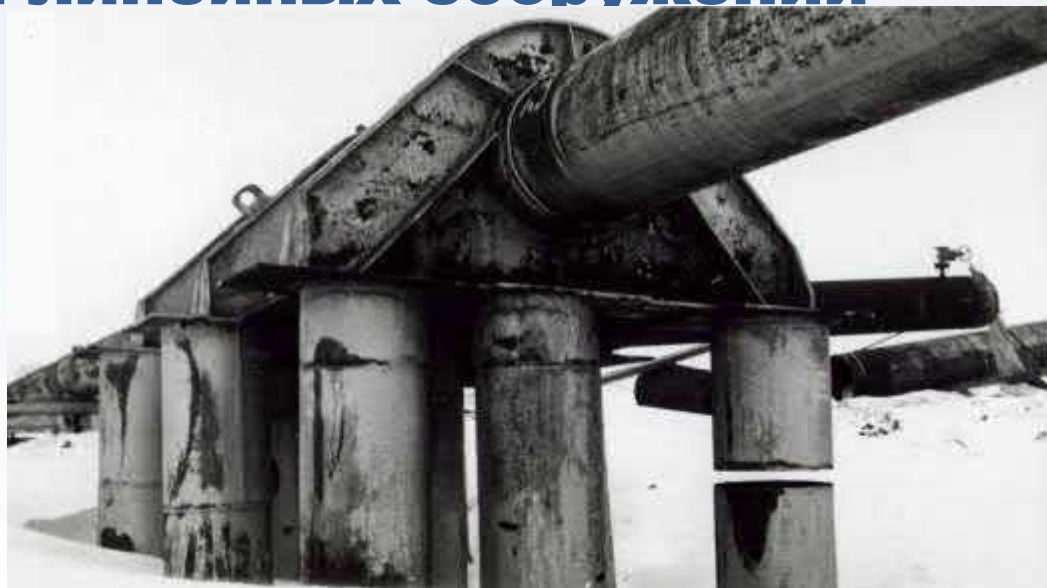


Месторождение «Заполярье»

Выпучивание свай линейных сооружений

Актуальна проблема пучения в строительстве, особенно легких зданий в сельском хозяйстве, дачном строительстве, для опор линий электропередач, трубопроводов и т.п.

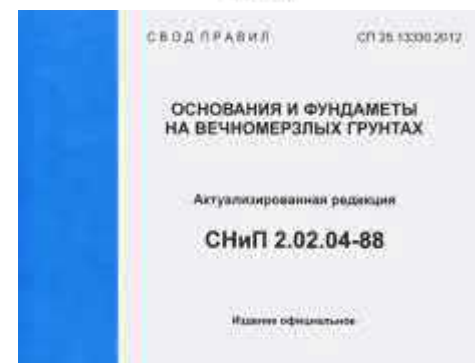
Основная причина выпучивания свай – смерзание сваи с грунтом, который при пучении тянет сваю вслед за собой вверх



Требования нормативных документов

СП 493.1325800.2020 «Инженерные изыскания для строительства в районах распространения многолетнемерзлых грунтов»: удельная касательная сила морозного пучения определяется либо расчетом, либо в лаборатории при наличии специального задания

СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»: предложены таблицы и формулы для расчета удельной касательной силы морозного пучения при контакте с бетонной или металлической поверхностью фундамента



Коррозионная агрессивность грунтов

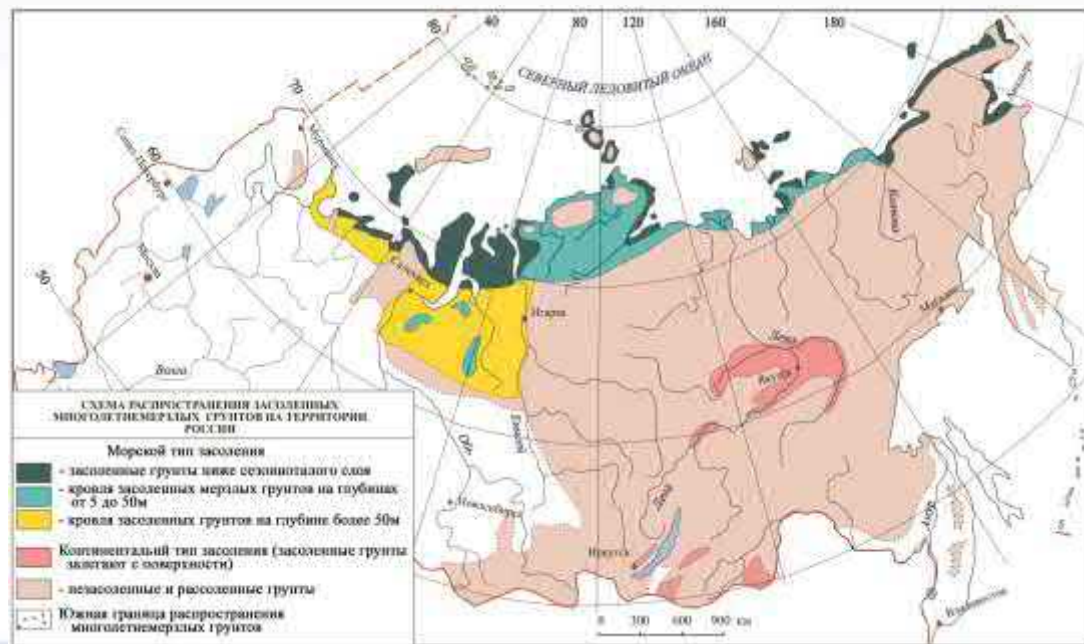
Грунты могут обладать коррозионной агрессивностью, особенно засоленные грунты, которые широко распространены в арктическом регионе

СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»: антикоррозионную защиту следует выполнять для всех металлических подземных конструкций в слое сезонного промерзания-оттаивания и ниже на 1 м.

Границы степени КА мерзлых грунтов по отношению к стали, оцениваемые по значениям УЭС, Ом·м

(«Методы геокриологических исследований», МГУ, 2004)

Тип грунта	Степень коррозионной агрессивности		
	Высокая	средняя	низкая
Пески	<20	20-50	>50
Супеси	<20	20-50	>50
Суглинки	<30	30-60	>60
Глины	<40	40-70	>70



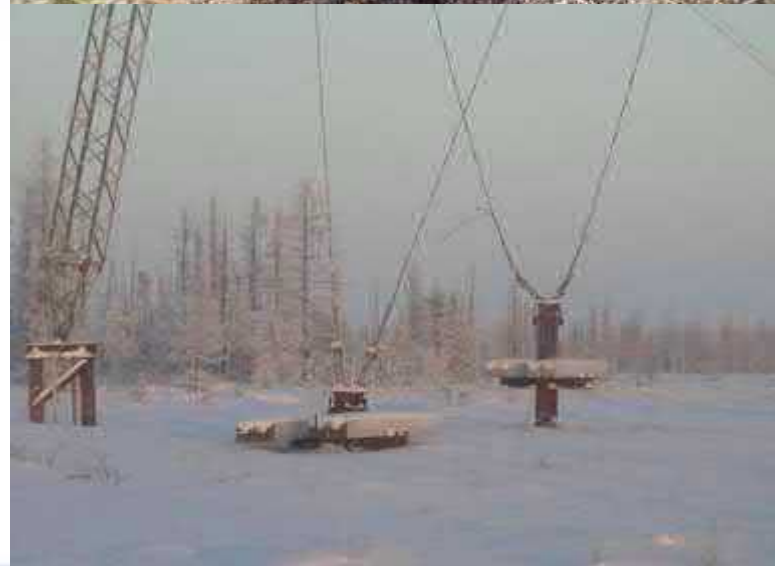
Коррозионная агрессивность грунтов

ГРУНТЫ СЕЗОННО-МЕРЗЛОГО СЛОЯ

- Подавляющая часть грунтов слоя сезонного промерзания-протаивания обладает, в различной степени, пучинистыми свойствами. В талом состоянии грунты часто являются агрессивными (в различной степени) по отношению к материалу фундаментов.
- Один из основных методов борьбы с коррозией свайных фундаментов – использование лакокрасочных и пленочных покрытий.
- Основные требования к используемым для подземной части фундаментов покрытиям – эффективность и долговечность.

МЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

- Грунты сезонно-талого (сезонно-мерзлого) слоя и многолетнемерзлые грунты Арктического побережья, Якутии нередко засолены, в засоленных мерзлых толщах встречаются криопэги. Такие грунты, имеют высокую коррозионную агрессивность по отношению к материалу свай и в мерзлом состоянии.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ПУЧЕНИЯ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

ГОСТ 27217-2012 Грунты. Метод полевого определения удельных касательных сил морозного пучения:

- сложность проведения испытаний (подбор площадки, выезд и доставка материалов и оборудования, монтаж свай и испытательного стана);
- длительность проведения испытаний (в соответствии с ГОСТ один зимний сезон);
- ограниченность температурных и грунтовых условий площадки.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ПУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

ГОСТ 56726-2015 «Грунты. Метод лабораторного определения удельных касательных сил морозного пучения»

ГОСТ 12248 «Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания» + «Руководство по определению..., 1973»



ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ПУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

ГОСТ 56726-2015 «Грунты. Метод лабораторного определения удельных касательных сил морозного пучения»

ГОСТ 12248 «Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания» + «Руководство по определению..., 1973»



Подготовка образцов с покрытием:

1. Изготовление образцов с шероховатостью идентичной шероховатости свай
2. Покрытие моделей свай в заводских условиях именно тем способом, каким покрываются натурные свай

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ПУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

ГОСТ 56726-2015 «Грунты. Метод лабораторного определения удельных касательных сил морозного пучения»



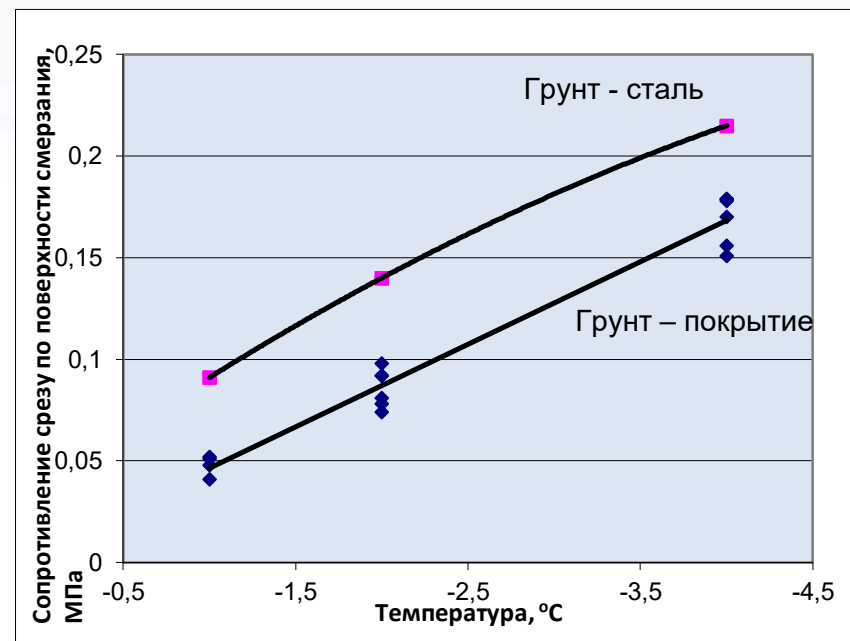
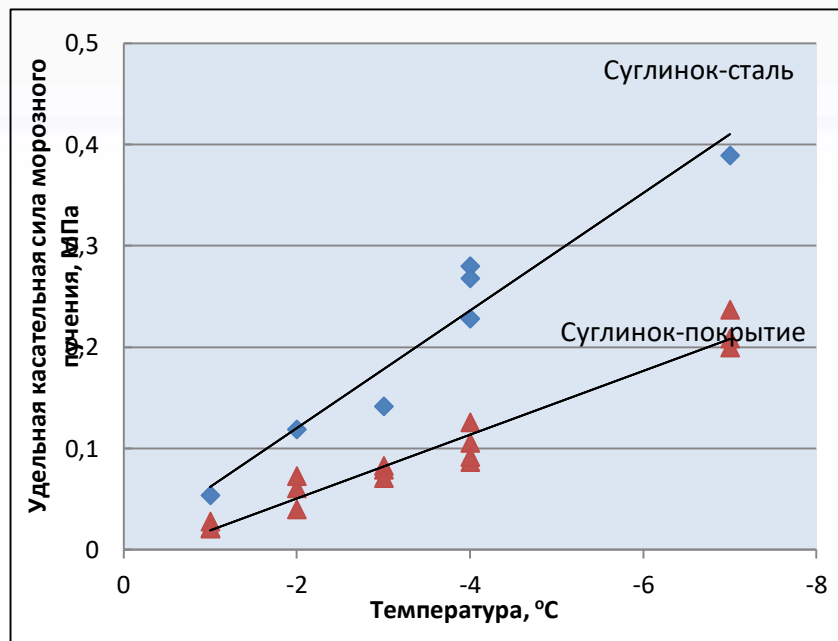
ГОСТ 12248 «Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания» + «Руководство по определению..., 1973»



ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ПУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

ГОСТ 56726-2015 «Грунты. Метод лабораторного определения удельных касательных сил морозного пучения»

ГОСТ 12248 «Грунты. Определение характеристик прочности методом одноплоскостного среза по поверхности смерзания» + «Руководство по определению..., 1973»



ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПЫТАННЫХ ПОКРЫТИЙ

Состав покрытия	Толщина общая мкм от производителя	Толщина общая мкм (Измеренная)	Шероховатость, мкм	Цвет	Долговечность Условия (ХЛ1)	Производитель
«Армокот» (на основе полисилоксанов модифицированных)	100-250	201	$R_a = 4,5$ $R_z = 29,4$	Белый	Не менее 25 лет	ЗАО «Морозовский химический завод»
«Resicoat» R-726+R641 эпоксидное покрытие	700-1000	773	$R_a = 0,11$ $R_z = 0,63$	Бирюзовый	Не менее 25 лет	ООО «Акзо Нобель лакокраска»
«Primastic» 2-х компонентная эпоксидная мастика	170	166	$R_a = 1,45$ $R_z = 6,15$	Красно-тонированный	Не менее 25 лет	Группа компаний «Йотун»
Эмаль «Унипол» АЦ совместно с СБЭ III	220-260	170	$R_a = 1,6$ $R_z = 9,1$	Терракотовый	Не менее 15 лет	ЗАО НПК «Коррзащита»
Марка «Reline» (Термоусаживаемый полимер)	700-1000	970	$R_a = 0,97$ $R_z = 5,4$	Чёрный (гладкий)	Не менее 25 лет	ЗАО «Уральский завод полимерных технологий» «Маяк»
Марка «Акрус-Терма»	50-100	142	$R_a = 3,5$ $R_z = 17,7$	Шаровый	Не менее 10 лет	ООО «Антикоррозионные защитные покрытия»
Акрус-эпокс (грунт-эмаль), акрус-полиур (эмаль)	200	247	$R_a = 0,45$ $R_z = 2,2$	Белый	Не менее 10 лет	ООО «Антикоррозионные защитные покрытия»
Акрус-уралкид фест(грунт), акрус-уралкид(эмаль)	150	202	$R_a = 0,8$ $R_z = 3,8$	Серый	Не менее 15 лет	ООО «Антикоррозионные защитные покрытия»
Сталь 09Г2С, сталь 20 Без покрытия После фрезерования	-	15	$R_a = 1,6-6,3$ $R_z = 15,7-27,8$	-	-	НИИОСП им. Н.М. Герсееванова

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ



- В 2014г. ЗАО «УЗПТ «Маяк» провел натурные испытания свай «СМОТ», покрытых оболочками противоположностными термоусаживаемыми ОСПТ «Reline». Сваи являются совместной разработкой ЗАО «ОЗСК», ЗАО «УЗПТ Маяк» при участии специалистов АО «Фундаментпроект».
- В 2020г. НИИОСП проводил лабораторные испытания этого покрытия. Также были проведены лотковые испытания (макромоделирование) в лаборатории. Результаты лабораторных испытаний полностью (расхождение результатов по нормативным величинам менее 10%) совпали с результатами испытаний натуральных свай (всего проведено 4 испытания натуральных свай с покрытием и более 50 лабораторных испытаний).
- Коэффициент эффективности данного покрытия 0,6, (по отношению к результатам, полученным для свай без покрытия (труба стальная горячекатанной поверхности))

Применение результатов испытаний

СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» (СП 22.13330.2016 «Основания и фундаменты зданий»)

П.7.4 Расчет оснований и фундаментов по устойчивости и прочности на воздействие сил морозного пучения

7.4.3 Расчетную удельную касательную силу морозного пучения следует определять опытным путем. Для сооружений II и III уровней ответственности значения допускается принимать по таблице 7.8 в зависимости от состава, влажности и глубины сезонного промерзания и оттаивания грунтов.

Таб.7.8. Прим.1: Приведенные в таблице значения относятся к поверхности бетонного фундамента. Для фундаментов из других материалов табличные значения должны умножаться на коэффициент γ_{af} , значения которого даны в приложении В.

Таб.7.8. Прим.2: Для поверхностей фундаментов, покрытых специальными составами, уменьшающими силы смерзания, а также при применении других противопучинных мероприятий, значение касательной силы пучения следует принимать на основании опытных данных, полученных в полевых или лабораторных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках Договора № 856/8-17-18/СП от 01.10.2018г. проведены экспериментальные работы по оценке эффективности применения лакокрасочного покрытия Interzone 954 в качестве мероприятия по уменьшению сил смерзания льда с металлическими сваями и стальными конструкциями причальных сооружений.

Проведены испытания по определению сопротивления срезу по поверхности смерзания льда с поверхностью стальных элементов фундаментов и причальных сооружений ($R_{ср}$) с покрытием Interzone 954 (толщина 300 и 600 мкм) и без покрытия.

Испытания проводились по методикам ГОСТ 12248-2010 при отрицательной температуре равной минус 10°C. По результатам испытаний проведена статистическая обработка по ГОСТ 20522-2012. Статистическая обработка результатов испытаний проведена для следующих характеристик: сопротивление льда срезу по поверхности смерзания со сталью и сопротивление льда срезу по поверхности смерзания со сталью, покрытой ЛКП Interzone 954 (толщина 300 и 600 мкм) при одном значении температуры минус 10°C.

При испытаниях моделировались условия, наиболее приближенные к реальному воздействию льда и причальных сооружений:

info@niisp.ru | www.niisp.ru

Адрес: 610024, Москва, Тв. Инженерная ул., д. 4
Адрес: 610024, Москва, Тв. Инженерная ул., д. 4
Тел./Факс: +7 (495) 737-5762; +7 (495) 737-5762; +7 (495) 737-5762
E-mail: niisp@niisp.ru; niisp@niisp.ru; niisp@niisp.ru

Страница 1

С целью оценки противоположных свойств лакокрасочных покрытий применительно к металлическим свайным фундаментам, коллективом авторов методики были выполнены испытания более чем 30 различных покрытий. Лабораторные испытания на моделях свай проводились с различными грунтами (суглинки, мелкие пески, цементно-песчаные растворы) при температуре от минус 1 °С до минус 6 °С на специальном оборудовании. В процессе выполнения испытаний выполнялось также измерение шероховатости поверхности плашек с покрытиями, с применением измерителя шероховатости и измерение толщины покрытий. Предпринятое нами исследование показало, что практически все испытанные покрытия обеспечивают снижение прочности смерзания и касательных сил морозного пучения от 20 до 80%.

Лабораторные испытания имеют преимущество по возможностям моделирования разнообразных природных условий и возможности повторного проведения испытаний при достаточной надежности результатов.

Заключение содержит понижающие коэффициенты, применяемые при проектировании, определенные для ЛКП в спектре отрицательных температур, а также рекомендации по применению результатов испытаний в проектных расчетах.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Зав. сектором лабораторных исследований

мерзлых грунтов ЦГГИ

НИИОСП им. Н.М. Герсевича

Гречищева Эрика Станиславовна

E-mail: cryoerika@mail.ru

Тел.: +7-925-603-34-53