

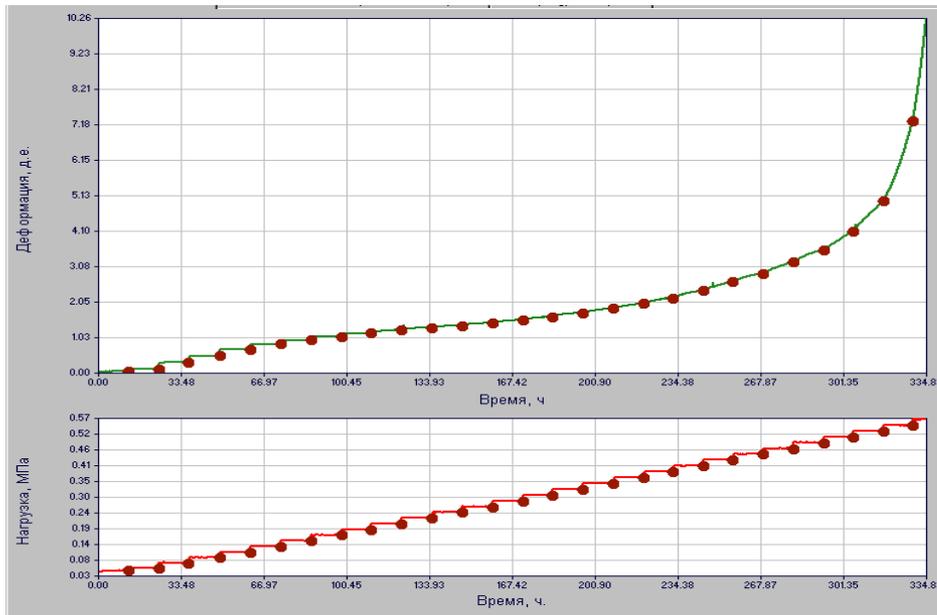


Научно-исследовательский проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт НИИОСП им. Н.М.Герсеванова



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр

Оценка эффективности применения антикоррозионных покрытий в качестве мероприятия по борьбе с выпучиванием свай



ДОКЛАДЧИК: ЗАВ. СЕКТОРОМ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ЦГГИ
ГРЕЧИЩЕВА ЭРИКА СТАНИСЛАВОВНА



Основные понятия , определения

- На широкое развитие процесса пучения при промерзании грунта было обращено внимание еще в 19в. при строительстве дороги России. По словам инженера Л. Любимова в то время до 95% русских железных дорог было поражено пучением. И в настоящее время на территории РФ подвергаются пучению большинство автомобильных дорог, опоры мостов, свайные фундаменты.
- Актуальна проблема пучения и в строительстве, особенно легких зданий в сельском хозяйстве, дачном строительстве, для опор линий электропередач, промышленном строительстве, плотиностроении и т.п.
- 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 τ_{fh} , под нормальными силами понимают силы, направленные перпендикулярно (нормально) поверхности фундамента.
- 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



Выпучивание свай. Месторождение «Заполярье»





Девятисвайная опора.

Перекося опору в результате неравномерного выпучивания и вынужденная срезка одной опоры для снятия напряжения в трубе.

Газопровод Мессояха-Норильск, участок 3.





КОРРОЗИОННАЯ АГРЕССИВНОСТЬ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

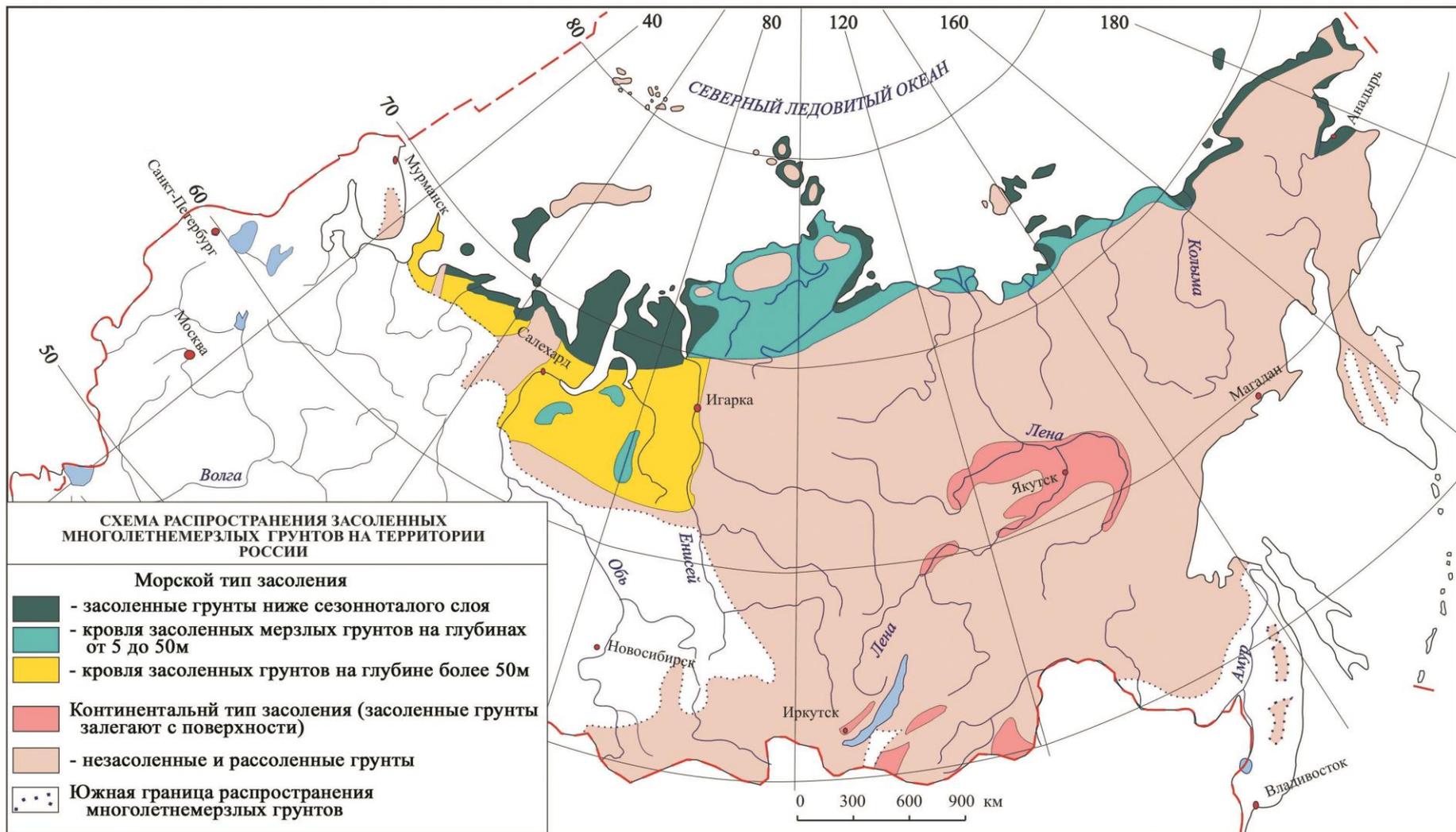
- Для определения коррозионной агрессивности (КА) грунтов по отношению к стали существует два метода, регламентированных **ГОСТ 9.602-2005** Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии. **Однако, данный ГОСТ не распространяется на мерзлые грунты.**
- Специальными исследованиями, выполненными на мерзлых грунтах было установлено (Зыков Ю.Д., Червинская О.П., Фролов А.Д.), что пользоваться ими можно, но с определенными изменениями и дополнениями. В первую очередь они касаются УЭС, определяющих границы для отнесения грунтов по степени их КА к одной из трех категорий: высокая, средняя, низкая. Для грунтов при положительной температуре эти градации не зависят от литологического состава и имеют следующие границы: высокая – менее 20 Ом*м, средняя – 20-50 Ом*м, низкая – свыше 50 Ом*м.
- Для мерзлых грунтов часть таблицы, касающаяся УЭС, выглядит следующим образом:

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

- Часть таблицы, определяющая те же границы по значениям катодного тока, что и для немерзлых грунтов: j_k (А/м²) – до 0,05 - низкая, 0,05-0,20 – средняя, свыше 0,2 – высокая.
- Методика определения КА мерзлых грунтов имеет ряд специфических особенностей. Они связаны с сильной зависимостью КА мерзлых грунтов от температуры и с резким изменением агрессивности при переходе из талого состояния в мерзлое. При измерениях необходимы длительное выстаивание образцов при температуре измерений и строгая привязка к ней всех результатов экспериментов.
- Также может использоваться метод измерения потери металла при пропускании тока через стальной электрод в грунте (из нынешних редакций ГОСТ исключен)



Засоленные мерзлые грунты





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.
- При проектировании фундаментов с использованием покрытий для расчета на действие касательных сил морозного пучения требуется значения удельных касательных сил пучения для используемых материалов.

МЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ

- Грунты сезонно-талого (сезонно-мерзлого) слоя 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 стена);
- длительность проведения испытаний (в соответствии с ГОСТ один зимний сезон); при оценке эффективности покрытия возможно уменьшение срока испытания;
- ограниченность температурных и грунтовых условий площадки.

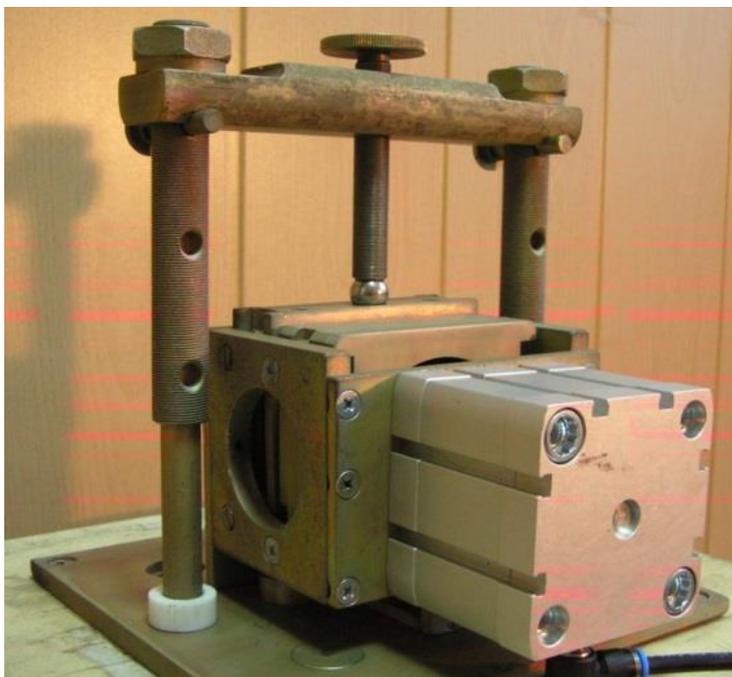




ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ПУЧЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

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

Ввиду некоторых методических особенностей лабораторного метода и расчета результатов по ГОСТ 56726, а также сопоставления принципов, положенных в основу методов, была создана разработка на основе метода срезу по поверхности смерзания по ГОСТ 12248-2010 и «Руководства по определению...., 1973», позволяющая оценить эффективность применения покрытия с точки зрения уменьшения пучинистых свойств (удельных касательных сил морозного пучения).





МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

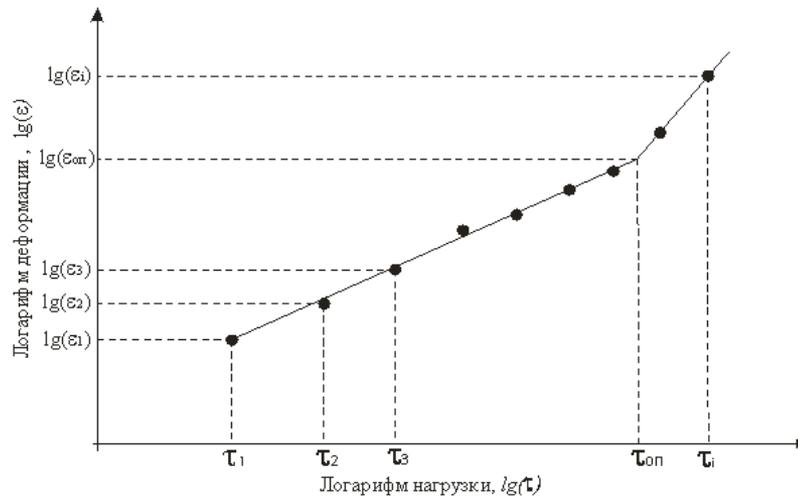
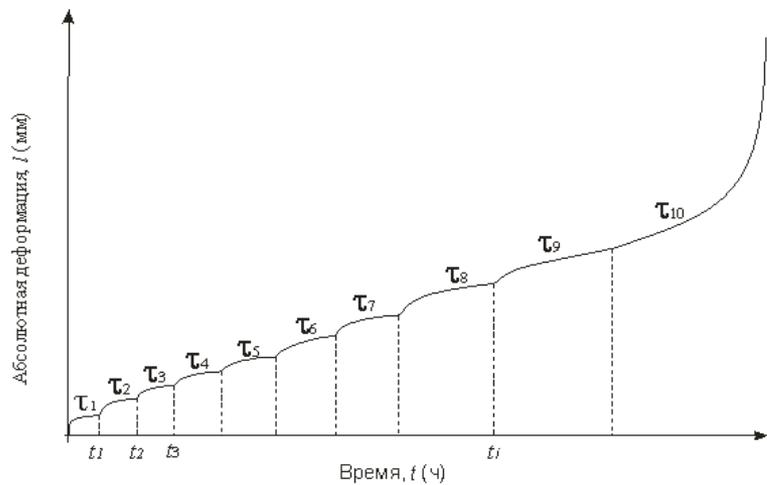


- Испытания проводились на приборах двухплоскостного среза конструкции В.Ф. Ермакова, модернизированных;
- Методика проведения испытаний – по ГОСТ 12248-2010 (96), Руководство по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов (Стройиздат, 1973);
- Обработка результатов – по ГОСТ 12248-2010





Пример обработки испытания

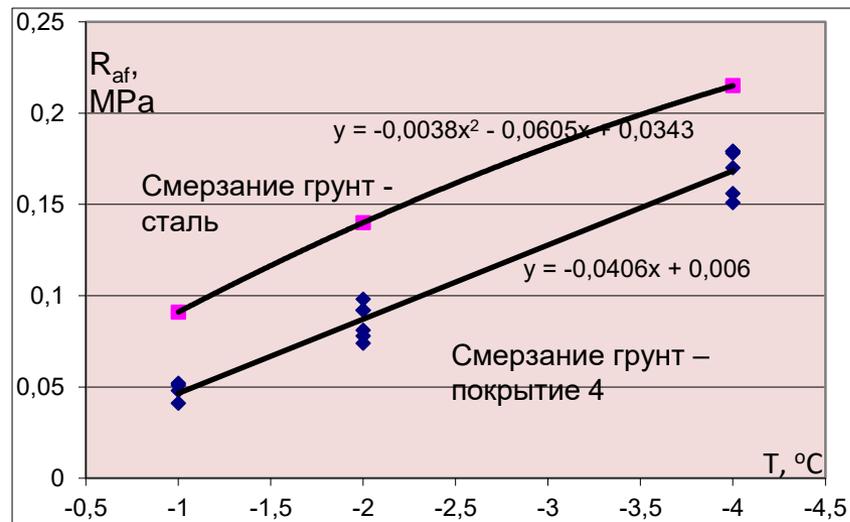
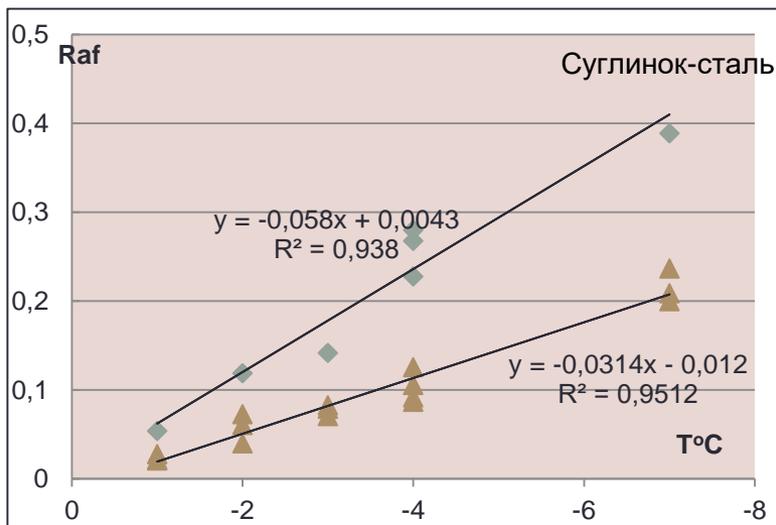




С 2006 коллектив разработчиков методики оценки эффективности покрытий проводит лабораторные испытания антикоррозионных покрытий с целью определения их влияния на несущую способность фундаментов (преимущественно свайных).

Задачи:

- Сравнение величины касательных сил морозного пучения материала фундамента с покрытиями различных марок и производителей и без;
- Сравнение величины сил сопротивления срезу по поверхности смерзания грунта с материалом фундамента с покрытиями различных марок и производителей и без.





ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПЫТАННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ 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 «Акрис-Терма»	50-100	142	$R_a= 3,5$ $R_z= 17,7$	Шаровый	Не менее 10 лет	ООО «Антикоррозионные защитные покрытия»
Акрис-эпокс (грунт-эмаль), акрис-полиур (эмаль)	200	247	$R_a= 0,45$ $R_z= 2,2$	Белый	Не менее 10 лет	ООО «Антикоррозионные защитные покрытия»
Акрис-уралкид фест(грунт), акрис-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. Герсванова



СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ



- В 2014г. АО «Фундаментпроект» провел лабораторные и натурные испытания свай «СМОТ», покрытых оболочками противопучинистыми термоусаживаемыми ОСПТ «Reline». Сваи являются совместной разработкой ЗАО «ОЗСК», ЗАО «УЗПТ Маяк» при участии специалистов АО «Фундаментпроект»
- 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 30 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 25.13330.2012 «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



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ,
ПРОЕКТИРОВОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ЗДАНИЙ СООРУЖЕНИЙ
ИМЕНИ Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
RESEARCH INSTITUTE OF BASES
AND UNDERGROUND STRUCTURES (NIIOSP)
NAMED AFTER N.M. GERSHEVICH



НИИ строительство
научно-исследовательский центр
RESEARCH CENTER FOR CONSTRUCTION
Igori Shukhovskiy



УТВЕРЖДАЮ
Директор
НИИОСП им. Н.М. Герсеванова
к.т.н. И.В. Колюбин

«27» 12 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках Договора № 856/8-17-18/СП от 03.10.2018г. 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 ($R_{af,i}$) 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 взаимодействию льда и причальных сооружений:

niiosp@niiosp.ru | www.niiosp.ru

Адрес: 119428, Москва, 2-я, Инженерская улица, дом 6
Address: 6, 2nd Engineering St., Moscow 119428, Russia
Тел./Phone: +7 (499) 170-5792, +7 (899) 170-6112, +7 (899) 171-2240,
+7 (499) 171-1548, +7 (899) 602-0070
Факс/Fax: +7 (499) 170-2797

Страница 1

С целью оценки противоположных свойств лакокрасочных покрытий применительно к металлическим свайным фундаментам, коллективом авторов методики в АО «Фундаментпроект» были выполнены испытания более чем 25 различных покрытий, с 2018г. испытания покрытий выполняются в НИИОСП им.Н.М.Герсеванова. 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 (по методике ГОСТ 12248 – 2010) 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, в среднем на 35%.

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