

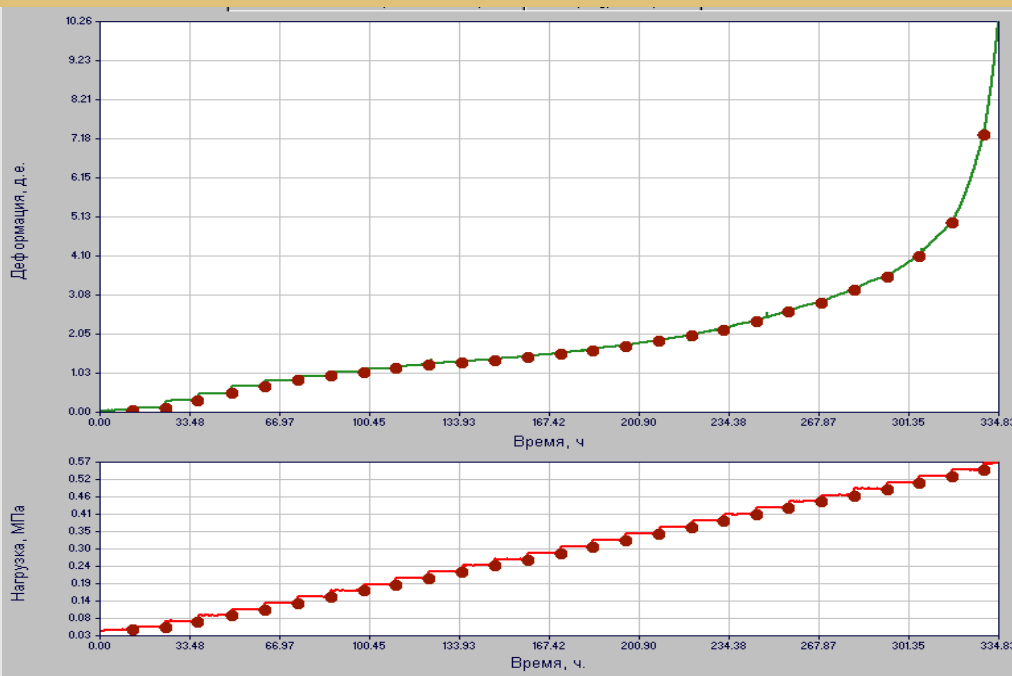


ОАО «Фундаментпроект»

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА НЕСУЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

докладчик: нач. Лабораторного центра ОАО «Фундаментпроект» Иоспа А.В.

В докладе использованы материалы подразделений ОАО «Фундаментпроект»: СИМГ, ОИГС, ОПОФ
А также разработки Аксенова В.И. (Фундаментпроект), Иванова Е.С. (ВНИИК)



Москва, 2016





МОРОЗНОЕ ПУЧЕНИЕ И КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СВАЙ

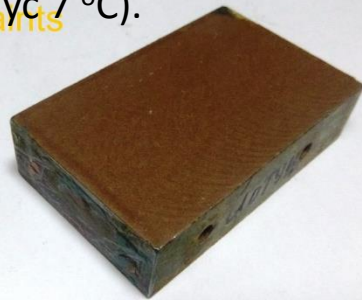


- Подавляющая часть грунтов слоя сезонного промерзания-протаивания обладает, в различной степени, пучинистыми свойствами.
- Для обеспечения несущей способности фундаментов в мерзлых грунтах чаще всего используются свайные конструкции (преимущественно, материал – горячекатаные стальные трубы, в некоторых регионах – железобетонные заводские сваи).
- Грунты сезонно-талого (сезонно-мерзлого) слоя часто являются агрессивными по отношению к материалу фундаментов.
- Многолетнемерзлые грунты Арктического побережья, Якутии нередко засолены, в засоленных мерзлых толщах встречаются криопэги. Такие грунты, нередко, имеют высокую коррозионную агрессивность по отношению к материалу свай и в мерзлом состоянии.
- Один из основных методов борьбы с коррозией свайных фундаментов – использование лакокрасочных и пленочных покрытий.
- Основным требованием к используемым для подземной части фундаментов покрытиям, помимо эффективности является долговечность.
- При проектировании фундаментов с использованием покрытий для расчета на действие касательных сил морозного пучения требуются значения удельных касательных сил пучения для используемых материалов.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ КАСАТЕЛЬНЫХ СИЛ ПУЧЕНИЯ

- В последние годы на рынке появляется большое количество различных покрытий для антикоррозионной защиты металлических фундаментов, в том числе достаточно прочных долговечных для использования на подземных элементах фундаментов.
- Одной из форм проверки противопучинных свойств новых покрытий являлось проведение испытаний на срез по поверхности смерзания грунта с материалом фундамента (металлических плашек, покрытых лакокрасочным составом).
- СИМГ ОАО «Фундаментпроект» в период с 2008 г. по настоящее время было испытано около 20 систем покрытий на смерзание с различными грунтами (суглинки, пески мелкие), а также с цементно-песчаным раствором до минус 7 °С).



solun paints
primastik



"Акрис-уралкид" серый



УЗПТ "Маяк"
полимер Reline



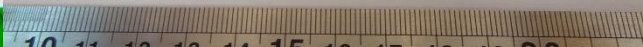
Морозовский ХЗ
Армакот



Коррозионная защита
Унипол



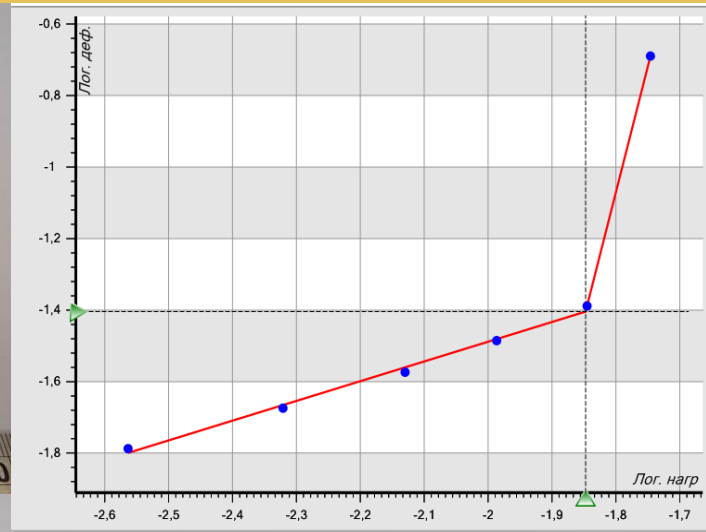
Акзо Нобель Лакокраска
Resicoat





МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

- Испытания проводились на приборах двухплоскостного среза конструкции В.Ф. Ермакова, модернизированных;
- Методика проведения испытаний – по ГОСТ 12248-2010 (96), Руководству по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов (НИИОСП, 1974).





ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПЫТАННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

| Состав покрытия | Толщина общая мкм от производителя | Толщина общая мкм (Измеренная) | Шероховатость, мкм | Цвет | Долговечность (условия ХЛ1) | Производитель |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Грунт АК 070 ЭмальХВ-124 | 280 | 41 | $R_a=2,53$ $R_z=15,1$ | Шаровый | 3-5 лет | Рекомендован СНиП2.03.11-85 |
| Грунт ХС-010 Эмаль-785 | 280 | 23 | $R_a= 6,3$ $R_z= 27,9$ | Зелёный | 3-5лет | Рекомендован СНиП2.03.11-85 |
| Грунт PU – Zink PU-Combination 100 | 310 | 276 | $R_a= 7,0$ $R_z= 28,8$ | Чёрный | Не менее 22 лет | ООО «Технохим»; ООО «СТИЛПЕЙНТ-РУ» |
| Грунт PU – Zink Покрывной слой PU – Zink | 160 | 100 | $R_a= 3,4$ $R_z= 14,5$ | Серый | Не менее 22лет | ООО «Технохим» ООО «СТИЛПЕЙНТ-РУ» |
| Грунт PU – Zink PU-Abrasive | 260 | 257 | $R_a= > 100$ $R_z= >1000$ | Белый (поверхность шероховатая) | Не менее 22 лет | ООО «Технохим» ООО «СТИЛПЕЙНТ-РУ» |
| Цинотан Ферротан | 290-320 | 308 | $R_a= 7,8$ $R_z= 46,7$ | Чёрный наждак | Не менее 15 лет | ЗАО НПХ «ВМП» |
| Изолэп –primer Изолэп –mio | 300-320 | 327 | $R_a= 7,6$ $R_z=26,6$ | Шаровый (гладкий) | Не менее 18 лет | ЗАО НПХ «ВМП» |
| Изолэп –mastic | 290-310 | 68 | $R_a= 11,0$ $R_z= 37,4$ | Шаровый (неровный) | 12-18 лет | ЗАО НПХ «ВМП» |
| Изолэп –mastic (ручная очистка) | 290-320 | 188 | $R_a= 4,9$ $R_z= 19,6$ | Шаровый (неровный) Ручная очистка. | 12-18 лет | ЗАО НПХ «ВМП» |
| Цинотан+пол- тон-ур | 290-320 | 230 | $R_a= 2,0$ $R_z= 8,0$ | Шаровый | не мене 24 лет | ЗАО НПХ «ВМП» |

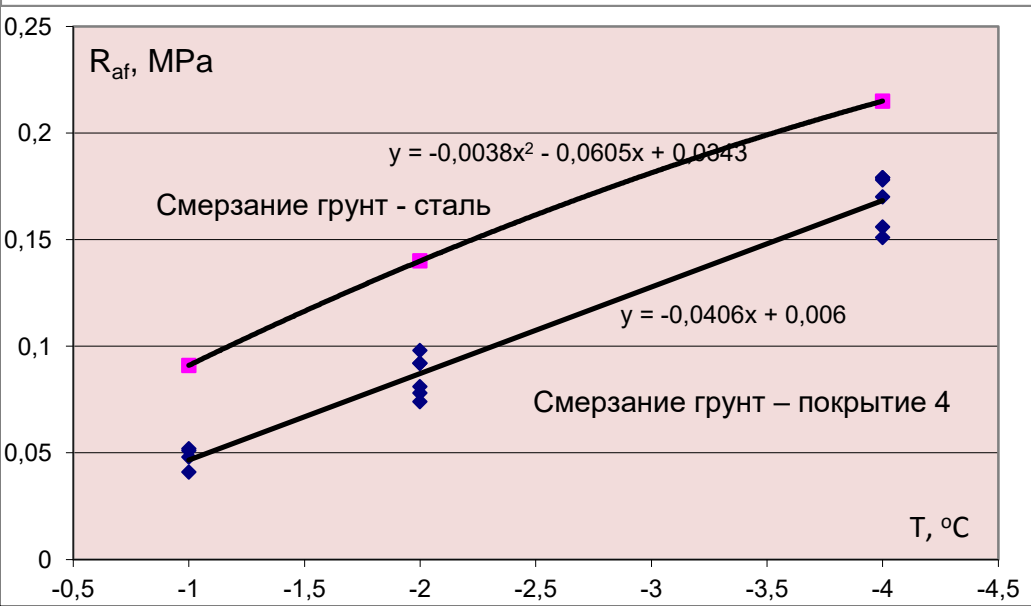
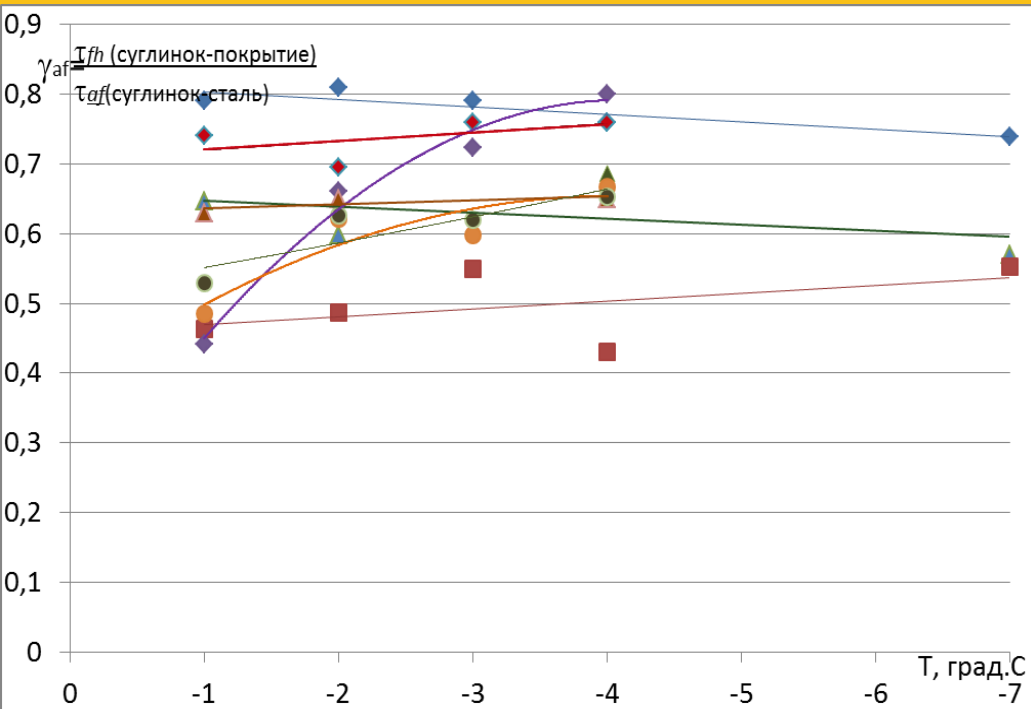


ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПЫТАННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

| 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 «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 | $R_a = 1,6-6,3$ $R_z = 15,7-27,8$ | | | ОАО «Фундаментпроект» |



АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ



- Покрытия, для которых характерно проявление механического износа (истончение покрытия) при проведении нескольких циклов не могут быть рекомендованы для использования;
- Параметры шероховатости после проведения испытаний для ряда покрытий также изменяются;
- Большая часть испытанных покрытий снижает силы смерзания, и соответственно, касательные силы пучения на 30-50% по сравнению со сталью без покрытия;
- Покрытия по-разному ведут себя при различных отрицательных температурах. Так, есть покрытия, эффективность снижения сил смерзания которых зависит от температуры испытаний
- Покрытия имеют различную эффективность в зависимости от разновидности грунта (песок, глинистый грунт, ЦПР)
- Для покрытия производства ЗАО «УЗПТ Маяк» были проведены сравнительные свайные испытания с покрытием и без него и получена хорошая (до 10%) сходимость с результатами лабораторного моделирования.



СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛЕВЫХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ



- В 2014г. ОАО «Фундаментпроект» провел лабораторные и натурные испытания свай «СМОТ», покрытых оболочками противоположностными термоусаживаемыми ОСПТ «Reline». Сваи являются совместной разработкой ЗАО «ОЗСК», ЗАО «УЗПТ Маяк» при участии специалистов ОАО «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 20 лабораторных испытаний)
- Коэффициент эффективности данного покрытия 0,6, (по отношению к результатам, полученным для сваи без покрытия (труба стальная горячекатанной поверхности))

Заключение

Предпринятое нами исследование показало, что практически все испытанные покрытия обеспечивают снижение прочности смерзания в 20-48%. Эти результаты могут учитываться при расчете свай на морозное пучение в качестве одного из вариантов противоположных мероприятий, а также при расчете несущей способности свай в коррозионно агрессивных многолетнемерзлых грунтах.

Выполненный анализ характеристик испытанных покрытий показал необходимость проведения контроля качества защитных покрытий и оценку скорости коррозии металла (особенно в верхней части свайного фундамента, находящейся в деятельном слое) в процессе эксплуатации сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Руководство по эффективным способам устройства свайных фундаментов на вечномерзлых грунтах в нефтегазовом строительстве* / НИИОСП им. Н.М. Герсевича. М.: ИКЦ ПФ, 2005.
2. *ГОСТ 9.602-2005 «Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования защиты от коррозии»*. М.: Стандартинформ, 2006.
3. *Егоров В.В., Елисеев Ю.Г., Иванов В.С.* Подбор и исследование систем лакокрасочных материалов, обеспечивающих эффективную противокоррозионную защиту стальных свайных фундаментов с учётом требований по шероховатости материалов. Научно-технический отчёт по договору №03/1/10 от 22.03.2010г. М.: ООО «Технохим», 2010.
4. *Рекомендации по применению кремнийорганических соединений в борьбе с морозным выпучиванием фундаментов*/НИИОСП им.Н.М.Герсевича.Стройиздат, 1974
5. *Руководство по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов*. М.: Стройиздат, 1973.
6. *ГОСТ 12248-2010⁵ «Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости»*. М.: Стандартинформ, 2011.
7. *Информационная электроизмерительная диагностическая система KrioLab для прочностных испытаний*. Сертификат соответствия № РОСС Ру.МЕ 20, НО 2286.
8. *Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания*. Овчинников И.Г., Иванов Е.С., и др. Саратов, 2014