

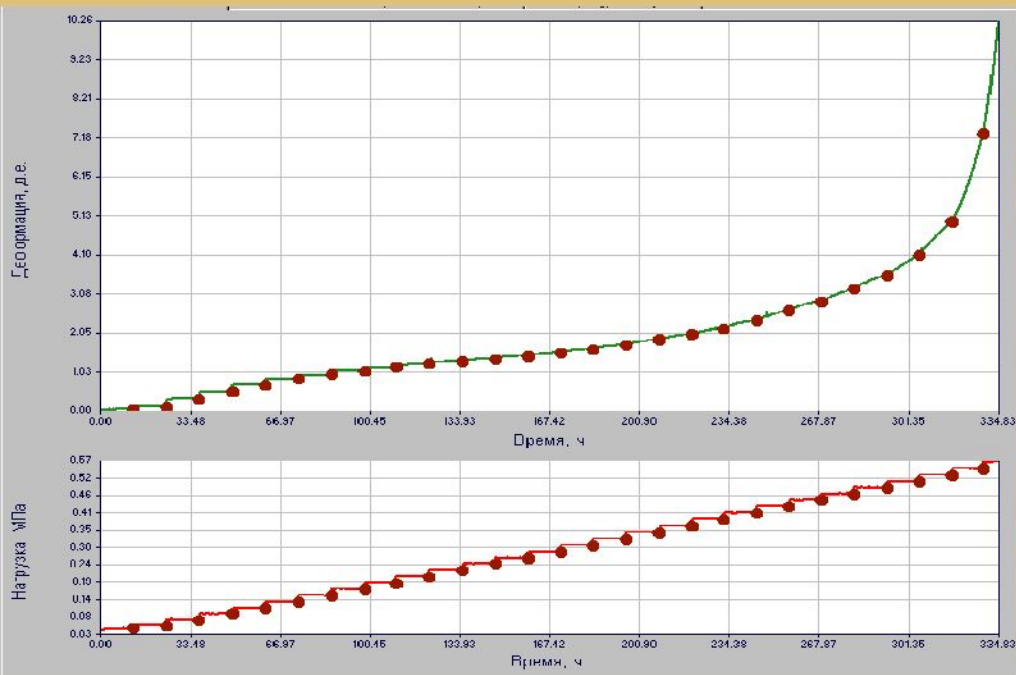


# ОАО «Фундаментпроект»

## 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



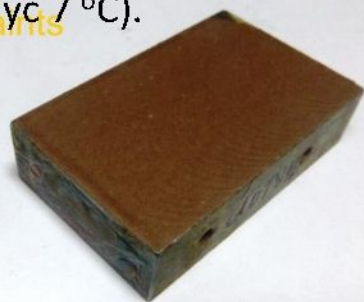
- Подавляющая часть грунтов слоя сезонного промерзания-протаивания обладает, в различной степени, пучинистыми свойствами.
- Для обеспечения несущей способности фундаментов в мерзлых грунтах чаще всего используются свайные конструкции (преимущественно, материал – горячекатаные стальные трубы, в некоторых 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



"Акрус-уралкид" серый



УЗПТ "Маяк"  
полимер Reline



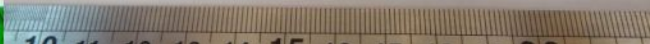
Морозовский ХЗ  
Армакот



Коррозионная защита  
Унипол



Акзо Нобель Лакокраска  
Resicoat





## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

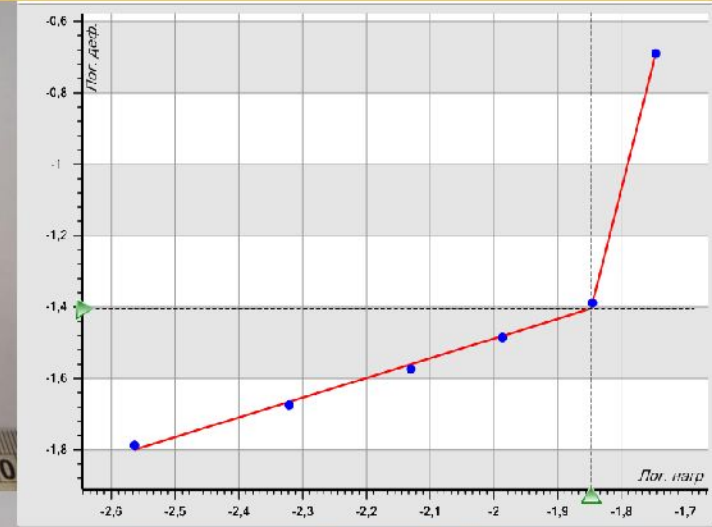
- Испытания проводились на приборах двухплоскостного среза конструкции В.Ф. Ермакова, модернизированных;
- Методика проведения испытаний – по ГОСТ 12248-2010 (96), Руководству по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов (НИИОСП, 1974).



СНиП  
АК070+ХВ124



СНиП  
ХС010+ХВ785





# 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»

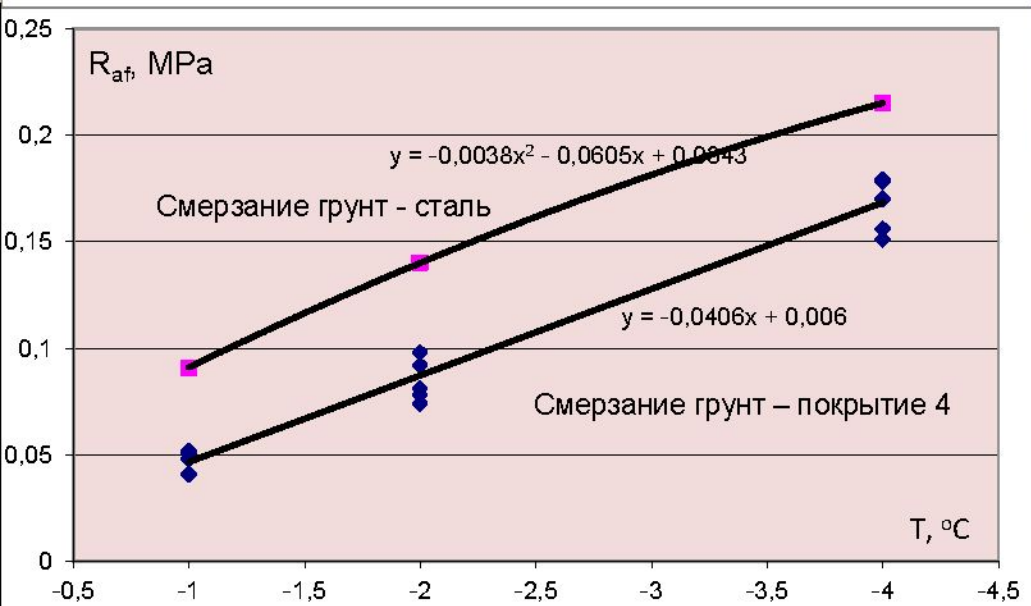
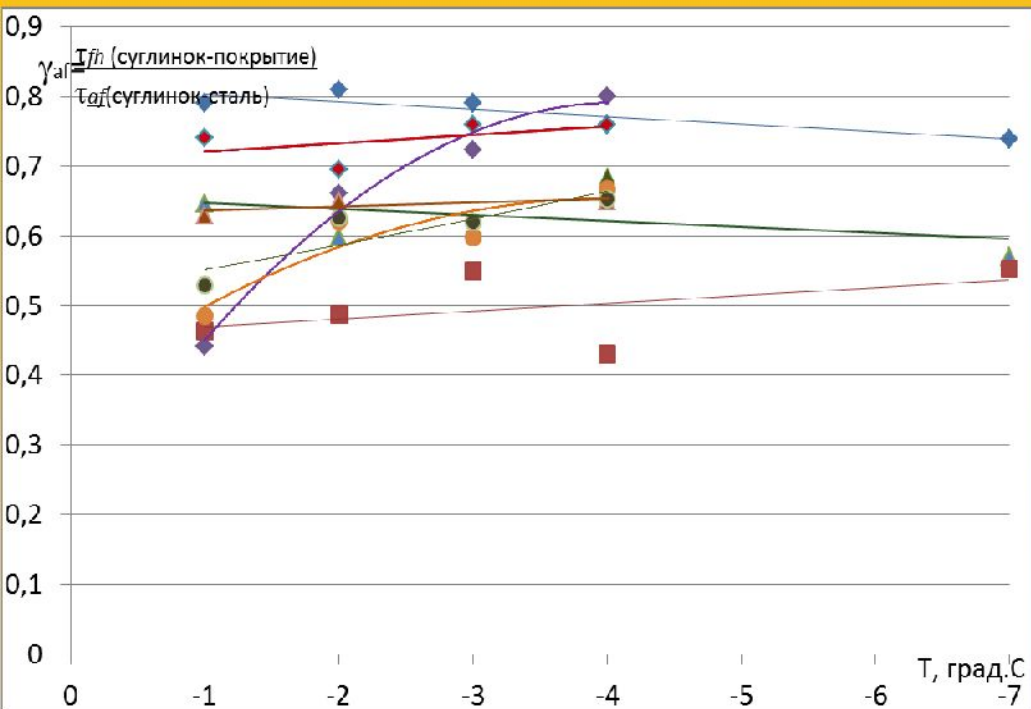


# ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСПЫТАННЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

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%) сходимости 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 вечномёрзлых 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 12248-2010<sup>5</sup> «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