



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ,  
ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ  
И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
ИМЕНИ Н.М. ГЕРСЕЕВА



НИЦ строительство  
научно-исследовательский центр



УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИОСП  
им. Н.М. Герсеева

И.В. Колыбин

«20» 04 2021 г.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

По теме: «Лабораторные исследования полимерной термоусаживаемой оболочки ОСПТ «Reline»

Заказчик: ЗАО «УЗПТ «Маяк»  
Договор № 268/8-18-20/СП от 07 июля 2020г.

Руководитель работ  
Руководитель ЦГГИ, к.т.н.

А.Г. Алексеев

Заведующий СЛИМГ

Э.С. Гречищева

Москва 2021

## Содержание

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Морозное пучение и коррозия металлических свай .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Определение удельных касательных сил морозного пучения .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Характеристика грунтов, цементно-песчаного раствора и противопучинного покрытия .....</b>	<b>7</b>
3.1. Грунты .....	7
3.2. Цементно-песчаный раствор .....	8
3.3. Противопучинное покрытие .....	9
<b>4. Приборы и оборудование для проведения испытания .....</b>	<b>10</b>
4.1 Приборы и оборудование для определения удельных касательных сил морозного пучения стандартными методами .....	10
4.2 Приборы и оборудование для определения удельных касательных сил морозного пучения с использованием макромоделей .....	11
4.3 Приборы и оборудование для определения морозостойкости покрытия ОСПТ "Reline" .....	12
<b>5. Методика проведения испытаний .....</b>	<b>14</b>
5.1 Методика определения удельных касательных сил морозного пучения стандартными методами .....	14
5.2 Методика для определения удельных касательных сил морозного пучения с использованием макромоделей .....	15
5.3 Методика определения морозостойкости покрытия ОСПТ "Reline" .....	17
<b>6. Результаты испытаний и их анализ .....</b>	<b>19</b>
6.1 Результаты определения удельных касательных сил морозного пучения стандартными методами .....	19
6.2 Результаты определения удельных касательных сил морозного пучения с использованием макромоделей .....	31
6.3 Результаты определения морозостойкости покрытия ОСПТ "Reline" .....	34
<b>Заключение .....</b>	<b>40</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>42</b>
Приложение А Список исполнителей (на 1 листе)	
Приложение Б Техническое задание (на 2 листах)	
Приложение В Аттестат аккредитации испытательной лаборатории (на 1 листе)	
Приложение Г Метрологическое обеспечение (на 2 листах)	
Приложение Д Протоколы испытаний сопротивления срезу по поверхности смерзания (на 59 листах)	
Приложение Е Протоколы лотковых испытаний касательных сил морозного пучения и деформации морозного пучения (на 4 листах)	
Приложение Ж Протоколы испытаний по определению «удлинения при разрыве» (на 16 листах)	



## Введение

Работа выполнена по договору №268/8-18-20/СП от 7 июля 2020г. между ЗАО «УЗПТ «Маяк» и АО «НИЦ «Строительство».

Цель работы - оценка эффективности применения противопучинного полимерного покрытия композиции «Reline» (далее - покрытие ОСПТ «Reline») (толщина не менее 320 мкм) в наиболее распространенных типах грунтов (песок и суглинок), а также цементно-песчаного раствора в спектре температур (минус 1°С, минус 2°С, минус 6°С).

Работа выполнена в соответствии с Техническим заданием и включает в себя проведение испытаний сопротивления срезу по поверхности смерзания металлических плашек (моделей свай), покрытых ОСПТ «Reline» производства ЗАО «УЗПТ «Маяк», а также проведение сравнительных испытаний с металлическими плашками без покрытия.

Плашки изготовлены АО «НИЦ «Строительство», покрытие нанесено Заказчиком в соответствии с разработанной им технологией.

Испытания проводились при трёх значениях отрицательной температуры (минус 1, минус 2 и минус 6°С) для песчаного грунта (песка пылеватого), глинистого грунта (суглинка легкого), а также цементно-песчаного раствора.

Результаты испытаний для грунтов позволяют оценить эффективность применения покрытия в качестве мероприятия по снижению касательных сил морозного пучения при расчетах фундаментов на выпучивание (СП 25.13330.2012 - актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88) и при расчетах несущей способности фундаментов, проектируемых на многолетнемерзлых грунтах.

Лабораторные испытания выполнены аккредитованной лабораторией Сектор Испытаний Мерзлых Грунтов (СЛИМГ) Центра геокриологических и геотехнических исследований (ЦГГИ) АО «НИЦ «Строительство». Аттестат аккредитации № RU.ASK.ИЛ.767.



## 1. Морозное пучение и коррозия металлических свай

Освоение Арктических месторождений газа и нефти сопровождается их обустройством - строительством насосных станций, разветвлённой системой трубопроводов, различного рода емкостей, жилых и общественных зданий.

При этом строители, осваивающие эти территории, часто сталкиваются с негативными природными проявлениями, такими как морозное пучение грунтов и коррозия свайных фундаментов.

Проектирование на пучинистых грунтах и грунтах агрессивных по отношению к материалу свай до сих пор сталкивается с недостатком данных о механическом взаимодействии грунтов со сваями в деятельном слое (слое сезонного промерзания-оттаивания), особенно при использовании современных методов защиты свай. Так, для расчетов несущей способности свай в мерзлых грунтах требуются как значения касательных сил пучения (выдергивающие силы), так и значения величин сил смерзания, удерживающих сваю. Покрытия могут значительно изменять эти характеристики по сравнению с поверхностями без обработки. Это связано как с физико-химическим взаимодействием поверхности сваи с грунтом при промерзании, так и с механическими характеристиками (в первую очередь, иной шероховатостью противопучинового покрытия поверхности).

Силами морозного пучения называют силы воздействия пучащегося грунта на фундамент. Эти силы по их направлению к поверхности фундамента делят на касательные и нормальные. Под касательными силами понимают силы, направленные вдоль поверхности фундамента  $\tau_{fh}$ , под нормальными силами понимают силы, направленные перпендикулярно (нормально) поверхности фундамента.

В пределах глубины сезонного промерзания (оттаивания) основания  $d_{fh}$ , 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 ( $\tau_{fh}$ ), недостаточны, фундамент вместе с сооружением может подняться на некоторую высоту, что может привести к разрушению сооружения.

Для борьбы с морозным пучением в деятельном слое в настоящее время наряду с другими методами широко применяются всевозможные лакокрасочные, цинковые и другие специальные покрытия, которые наносятся на металлическую поверхность свайных фундаментов. Такой прием часто даёт необходимый эффект по снижению сил смерзания с пучащимся грунтом, и, соответственно, касательных сил морозного пучения.





Для обеспечения несущей способности фундаментов в мерзлых грунтах чаще всего используются свайные конструкции из металла. Однако грунты Арктического побережья, помимо проявления морозного пучения, нередко еще и засолены. Такие грунты под воздействием перепадов температуры ведут себя по отношению к металлическим свайным фундаментам как агрессивная среда при длительной их эксплуатации. Так, например, проведенные в АО «НИЦ «Строительство» исследования коррозионной агрессивности грунтов по отношению к стали по ГОСТ 9.602-2016 (измерение удельного электрического сопротивления и средней плотности катодного тока) показали, что грунты исследованных участков площадок освоения нефтегазовых месторождений Бованенковского и Харасавейского на п-ове Ямал обладают высокой коррозионной агрессивностью. В целом, анализ данных инженерно-геокриологических характеристик грунтов Арктического побережья, где распространены засоленные мерзлые грунты, включая и территорию п-ова Ямал, определяет коррозионную ситуацию здесь как неблагоприятную.

За пределами области распространения многолетнемёрзлых грунтов металлические фундаменты используются реже. Тем не менее, в настоящее время интерес к таким конструкциям растет, широко применяются металлические винтовые и анкерные сваи. Для немерзлых грунтов также стоит проблема морозного пучения как и в области распространения многолетнемёрзлых грунтов. Выдерживающие касательные силы пучения в этих условиях зачастую сложно компенсировать для сооружений с небольшой нагрузкой на фундамент. Коррозионная агрессивность грунтов в немерзлом состоянии как правило, выше, чем у тех же разновидностей грунтов в мерзлом состоянии. Таким образом, комплексные противопучинистые и антикоррозионные мероприятия – весьма востребованное и перспективное направление исследований.

Говоря об антикоррозионной защите элементов фундаментов необходимо также рассматривать долговечность покрытий, так как будучи погруженными в грунт поверхности фундаментов неремонтопригодны и срок их службы должен быть сопоставим со сроком службы сооружения (а это, зачастую, 25 и более лет). Проектным организациям и Производителям покрытий следует обеспечить срок службы покрытий, сопоставимый с назначенным сроком службы сооружений.



## 2. Определение удельных касательных сил морозного пучения

Исследование механического взаимодействия фундамента и промерзающего пучащегося грунта сводится в лабораторных условиях к контактной задаче. В основе метода определения, описанного в ГОСТ Р 56726-2015 «Грунты. Метод определения удельной касательной силы морозного пучения», лежит положение о тождестве касательных сил пучения и так называемого устойчивого сопротивления сдвигу мерзлого грунта относительно модели фундамента ( $\tau_{fh} = \tau_{yc}$ ). Значение устойчивого сопротивления сдвигу  $\tau_{yc}$  определяется в лаборатории: из испытаний по сдвигу модели фундамента, смороженной боковой поверхностью с грунтом, со скоростью перемещения, близкой к скорости морозного пучения грунта в природных условиях. При сдвиге модели фундамента по мерзлому грунту сдвигающее усилие во времени сначала возрастает, а затем, убывая, стабилизируется до значения  $\tau_{yc}$ . В качестве расчетного сдвигающего усилия принимается наименьшее его значение при постоянной скорости относительного перемещения модели и грунта.

Наименьшее устойчивое во времени сдвигающее усилие обычно наблюдается при перемещении грунта относительно модели фундамента. Часто из-за сложного оборудования и слабо проработанной методики расчета определения устойчивого сопротивления сдвигу на глубину промерзания (протаивания), на практике приравнивают величину удельных касательных сил смерзания к величине касательных сил пучения с некоторым допущением. По экспериментальным данным силы смерзания грунта с поверхностью фундамента составляют около 80%, силы трения мерзлого грунта о поверхность фундамента около 20%. (Рекомендации...1974). Следовательно, силы смерзания грунта и боковой поверхности фундамента являются по своей природе главными касательными силами выпучивания фундаментов в обычных условиях. Однако более точным определением является проведение экспериментальных исследований удельных касательных сил морозного пучения.

Силы смерзания – или сопротивление сдвигу по поверхности смерзания грунта с материалом сваи  $R_{af}$  используются для определения несущей способности фундаментов в мерзлых грунтах. Основным отличием расчетной удельной касательной силы пучения от силы смерзания является то, что она не только приурочена к конкретной температуре грунта, но возникает только в процессе промерзания и действует по глубине в пределах слоя промерзания-оттаивания. К величине ( $\tau_{fh}$ ) мы применяем коэффициенты  $\gamma_{af}$ , зависящие от вида поверхности, полученные в результате опытов по определению сопротивления грунта срезу при смерзании  $R_{af}$  (СП 25.13330.2012 (Таблица 7.8)). Для бетонных, стальных и деревянных поверхностей расчетные значения приведены там же. Для поверхностей фундаментов, защищенных специальными покрытиями, уменьшающими силы смерзания, значения  $\tau_{fh}$



следует применять на основании опытных данных (там же, Прим.2, Таблица 7.8, СП 25.13330.2012). В настоящей работе были получены опытные данные для типичных грунтовых условий при устройстве стальных свай.

### **3. Характеристика грунтов, цементно-песчаного раствора и противопучинного покрытия**

#### **3.1. Грунты**

При устройстве свайных фундаментов нефтегазовых объектов, расположенных на территории Арктического побережья и севера Западной Сибири применяются различные способы и технологии погружения свай: буроопускные, опускные, бурозабивные, комбинированные и другие (Руководство ...ИКЦ, 2005).

Мерзлотно-грунтовые и технико-экономические условия площадок строительства, где применяются металлические сваи с антикоррозионными покрытиями, должны согласовываться со способами погружения свай. Устройство металлических свай делится на две основные группы:

- буроопускной способ, когда свая опускается в лидерную скважину большего диаметра, а пазухи заполняются специальным раствором (наиболее часто – цементно-песчаным);

- бурозабивной (с лидерной скважиной и без), вибропогружение, завинчивание и др. способы – когда грунт взаимодействует непосредственно с поверхностью сваи.

Методы погружения второй группы отвечают, как правило, условиям распространения пластичномерзлых грунтов и немерзлых (талых) дисперсных грунтов.

В выполненной работе использована широко распространенная на Севере разновидность грунтов – пылеватый песок и суглинок легкий пылеватый, а также каолинистая глина. Песок пылеватый, водонасыщенный (группа V по пучинистости (Таблица В7 СП 34.13330.2012), величина относительного морозного пучения при промерзании 1,5 м составляет 4-7 % (Таблица В.8 СП 34.13330.2012). Суглинок легкий пылеватый, водонасыщенный полутвердый (группа V по пучинистости (Таблица В.7 СП 34.13330.2012), величина относительного морозного пучения при промерзании 1,5 м составляет 10 % (Таблица В.8 СП 34.13330.2012). Каолинистая глина (группа III по пучинистости (Таблица В.7 СП 34.13330.2012), величина относительного морозного пучения при промерзании 1,5 м составляет 4-7 % (Таблица В.8 СП 34.13330.2012). Каолинистая глина является представительным пучинистым грунтом. Поэтому данный грунт использовался для испытаний с применением макромоделей. Заданная влажность составляет 50%, что соответствует текучепластичной консистенции и полному заполнению пор. В таблицах 3.1 и 3.2 приведены физические свойства и гранулометрический состав песка, суглинка и



каолининовой глины, подобранных для испытаний. Типичный пылеватый песок для северных регионов был отобран с трассы трубопровода Заполярье — Пур-Пе; суглинок — с площадки Восточно-Мессояхского месторождения.

Таблица 3.1 Физические свойства модельных грунтов

№ №	Наименование грунта	Влажность суммарная, (%)	Плотность частиц грунта, г/см <sup>3</sup>	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>	Плотность сухого грунта, г/см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости	Коэффициент водонасыщения, д.е.	Пределы пластичн. (%)		Число пластичности	Показатель текучести
								граница текучести	граница раскатывания		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Суглинок лёгкий	27,5	2,65	1,86	1,47	0,45	0,90	28,2	20,5	7,7	0,01
2	Песок пылеватый	20,1	2,65	1,92	1,60	0,40	0,81	-	-	-	-
3	Глина каолининовая	53	2,53	-	-	-	-	52,7	30,5	22,2	1,01

Таблица 3.2. Гранулометрический состав грунтов

№ №	Наименование грунта	Содержание частиц, %										
		свыше 10 мм	10 - 5 мм	5 - 2 мм	2 - 1 мм	1 - 0,5 мм	0,5 - 0,25 мм	0,25 - 0,10 мм	0,10 - 0,05 мм	0,05 - 0,01 мм	0,01 - 0,002 мм	меньше 0,002 мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Песок пылеватый	-	-	-	-	0,7	4,7	62,8	25,2	4,7	1,9	-
2	Суглинок лёгкий	-	-	-	-	0,4	0,5	4,7	23,9	40,3	15,9	14,3
3	Глина каолининовая	-	-	-	-	-	-	-	4,7	22,1	40,7	32,5

### 3.2. Цементно-песчаный раствор

Для оценки несущей способности свай, установленных в многолетнемерзлых засоленных грунтах, требуются данные по величине сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания с цементно-песчаным раствором, заливаемым в межтрубное пространство скважин.

Для приготовления такого раствора пылеватый песок предварительно высушивался до абсолютно сухого состояния. При принятом соотношении 1:5 в песок добавлялся цемент марки 500. Полученная смесь тщательно перемешивалась. Требуемый объем смеси для заполнения обойм срезных приборов последовательно увлажнялся. Растворная смесь в сосуде уплотнялась путем штыкования стальным стержнем в приборе, изготовленном ЗАО «Дорстройприбор» в соответствии с ГОСТ 58-02-86.



Глубина погружения эталонного конуса для определения подвижности грунтовой смеси ПГР оценивалась по результатам трех испытаний и регистрировалась в виде среднеарифметического значения. В наших сериях замесов осадка эталонного конуса составила от 11,5 до 12,7 см при влажности смеси от 12,5-13,3 % и плотности от 1,92 до 2,03 г/см<sup>3</sup>. После этого песчано-цементный раствор заливался в приборы с закреплённой плашкой и выдерживался в них для затвердевания в течение суток при температуре плюс 20 – плюс 25°С. Затем приборы ставились в морозильный ларь с температурой минус 15-20°С на сутки для смораживания раствора со свайкой, после чего переносились в морозильную камеру и выдерживались до достижения заданной температуры опыта.

### 3.3. Противоупучинное покрытие

Исследования проводились с противоупучинным термоусаживаемым покрытием ОСПТ «Reline». Ниже приводится его характеристика.

Противоупучинное полимерное покрытие ОСПТ «Reline» представляет собой термоусаживаемую втулку, изготовленную из полимерной сложномодифицированной композиции с нанесенным на внутреннюю поверхность адгезионным подслоем, которая после установки на сваю образует твердое и прочное покрытие, применяемое для долговременной защиты поверхности. При условии правильного нанесения покрытие сохраняет удовлетворительные свойства на трубах, эксплуатируемых при температурах от -73°С до 110°С.

Для проведения испытаний по определению сопротивления срезу по поверхности смерзания грунта с моделями металлического фундамента, покрытого ОСПТ «Reline», в наше распоряжение поступили плашки в количестве 18 шт. и пластины в количестве 6 шт. Толщина покрытия пластин варьирует от 1530 до 2078 мкм, при среднем значении 1773 мкм, плашки с толщиной покрытия более 2100 мкм. Покрытие металлических плашек осуществлялось силами Заказчика по разработанной им технологии.

В соответствии с требованиями ГОСТ 2789-73 для оценки шероховатости плашки выбраны два параметра: Ra - среднеарифметическое отклонение профиля и Rz – высота неровностей профиля. Шероховатость плашек в заводских условиях задавалась близкой к шероховатости поверхности горячекатаной трубы диаметром 120 мм. Важной характеристикой при определении сопротивления срезу по поверхности смерзания и оценки пучинистых свойств грунтов является шероховатость поверхности сваи без покрытия и с покрытием, которые были определены нами с помощью портативного измерителя шероховатости TIME TR 200. Шероховатость поверхности плашек измерялась с 2-х сторон шерохомером TR200 на рабочих поверхностях плашек по 5 точек на каждой поверхности.



Стальные плашки, покрытые ОСПТ «Reline», имели среднее арифметическое отклонение профиля  $R_a = 0,14 \div 0,79$  мкм при среднем значении **0,32 мкм** и высоту неровностей профиля  $R_z = 0,83 \div 6,23$  мкм при среднем значении **1,95 мкм**.

Пластины, покрытые ОСПТ «Reline», характеризовались следующими величинами шероховатости:  $R_a = 0,19 - 1,20$  мкм при среднем значении **0,37 мкм** и  $R_z = 1,19 \div 9,32$  мкм при среднем значении **2,33 мкм**.

Толщина покрытия на плашках и пластинах измерялась толщиномером покрытий DeFelskoPositector 6000. Толщина покрытия измерялась с 1-ой стороны (для пластин) и с 2-х сторон (на рабочих поверхностях) (на плашках) по 5 точек на каждой поверхности. Толщина покрытия ОСПТ «Reline» на поверхностях пластин составила от 1530 до 2078 мкм при среднем значении 1773 мкм. Толщина покрытия ОСПТ «Reline» на плашках составила более 2100 мкм.

В качестве эталонной поверхности для нанесения покрытия используются металлические плашки с заданной шероховатостью, изготовленные АО «НИЦ «Строительство» (в соответствии с ГОСТ 12248-2010 и ГОСТ 2789-73), соответствующей горячекатаной стали. Подготовка стальных плашек до требуемой степени очистки Sa2.5 проводилась по ГОСТ 9.402 и по ГОСТ ИСО 8501-1-2014 абразивным струйным методом.

Для оценки эффективности покрытия прежде всего необходимо оценить сохранность покрытия при погружении свай.

Испытания по схеме песок-покрытие и суглинок-покрытие проводились для бурозабивного способа погружения свай, по схеме цементно-песчаный раствор - покрытие для буроопускного способа погружения свай.

#### **4. Приборы и оборудование для проведения испытания**

##### **4.1 Приборы и оборудование для определения удельных касательных сил морозного пучения стандартными методами**

В качестве приборов для испытания сопротивления мёрзлых грунтов срезу по поверхности смерзания наиболее приемлемыми оказались сдвиговые приборы конструкции Ермакова (Руководство..., 1973, стр.160).

Прибор состоит из двух частей: стального корпуса и пластины (плашки) из стали, площадью смерзания  $F = 63$  см<sup>2</sup>, имитирующей элемент фундамента (свай). Материал элемента фундамента – стальная пластина, по шероховатости (после токарной обработки) оценивается примерно одним классом с используемыми промышленностью металлическими сваями.



После установки плашки в корпусе прибора его заполняют грунтом и устанавливают в холодильную камеру. Испытания проводились в холодильной камере при отрицательных температурах (минус 1, минус 2 и минус 6°C).

При проведении длительных испытаний мерзлых грунтов на срез по поверхности смерзания с материалом сваи сдвиговые приборы устанавливались для проведения испытаний в испытательные установки УГПС-12м. Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 12248-2010.

#### 4.2 Приборы и оборудование для определения удельных касательных сил морозного пучения с использованием макромоделей

Для проведения испытаний с применением макромоделей были специально разработаны и изготовлены испытательные стенды. Схема испытательного стенда для определения касательной силы морозного пучения приведена на рисунке 4.2.1А. Схема испытательного стенда для определения деформации морозного пучения приведена на рисунке 4.2.1 Б.

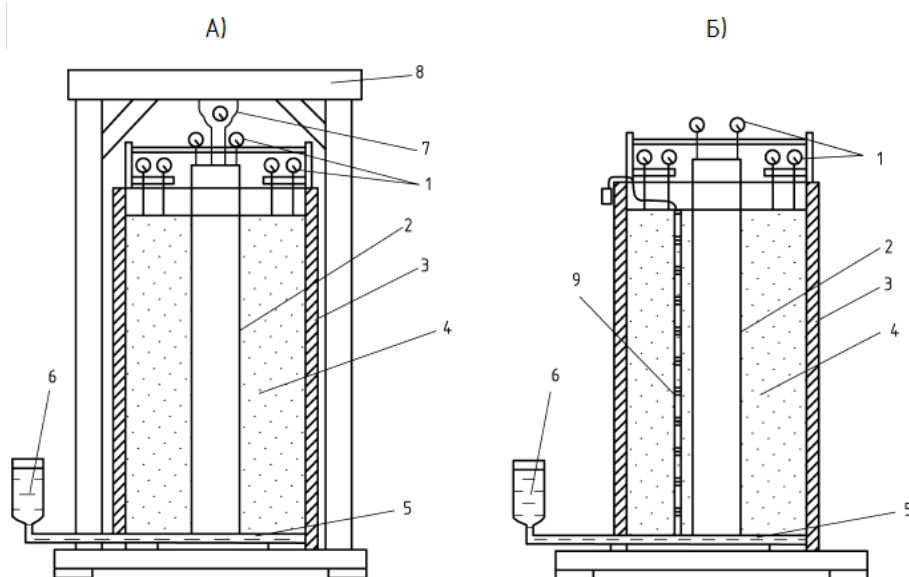


Рис.4.2.1. А) Схема испытательного стенда для определения касательной силы морозного пучения, Б) Схема испытательного стенда для определения деформации морозного пучения

Конструкция испытательного стенда по определению касательной силы морозного пучения (Рис.4.2.1.А) представляет собой жесткую раму (8), состоящую из металлических балок, внутрь которой устанавливается бочка (3) диаметром 55 и высотой 90 см с грунтом (4) и погруженной в нее моделью сваи (2). На поверхности грунта располагается измерительная

система из индикаторов перемещения (1), которая регистрирует вертикальные деформации грунта в процессе промерзания за счет морозного пучения. На верхнем торце модели сваи также располагаются индикаторы перемещения (1) для контроля вертикальных деформаций. Между жесткой рамой и моделью сваи устанавливается динамометр (7). Модель сваи через динамометр опирается в жесткую раму без возможности вертикального перемещения.

Испытательный стенд определения деформации морозного пучения (Рис.4.2.1.Б) состоит из бочки (3) с грунтом (4), в который погружена модель сваи (2). На поверхности грунта и модели сваи установлены индикаторы перемещения (1) для контроля вертикальных деформаций. В грунте установлена термометрическая коса (9), с помощью которой контролировалась температура грунта в процессе испытания.

В основании каждого стенда устроена система подтока воды (6) и система поддержания положительной температуры (5) с возможностью регулировки. Каждая емкость оснащена слоем теплоизоляции толщиной 8 см для формирования одностороннего промерзания сверху с плоским фронтом. Внутренний диаметр оболочки составляет 55 см. Внешний диаметр металлической сваи составляет 15,8 см. Внешний диаметр сваи с покрытием составляет 16,7 см. Испытательные стенды помещались в морозильную камеру, в которой поддерживалась в течение испытания постоянная отрицательная температура. Резервуар с водой для обеспечения подтока находится за пределами морозильной камеры при положительной температуре. Подток воды от резервуара в основании емкости с грунтом осуществляется по трубам, оснащенным системой подогрева.

Запись показаний всех измерительных устройств (динамометр, индикаторы перемещения, датчики температуры) проводилась не реже 2 раз в сутки. Точность измерения усилия составляет 0,001 кН. Точность измерения деформации составляет 0,01мм. Точность измерения температуры составляет 0,1 °С.

#### **4.3 Приборы и оборудование для определения морозостойкости покрытия ОСПТ "Reline"**

Цель испытаний – определить устойчивость ОСПТ "Reline" к механическим воздействиям после воздействия отрицательных температур. Воздействие различных режимов отрицательных температур моделировалось с помощью климатической камеры тепла-холода-влаги (рис. 4.3.1).





Рис. 4.3.1. Климатическая камера SM-80/100-250 TBX

Испытание методом изгиба пластинки ОСПТ «Reline» на  $90^\circ$  проводилось на деревянном уголке путем прижатия плоскости пластинки к поверхности уголка до полного примыкания пластинки.



Рис. 4.3.2. Деревянный уголок для испытания методом изгиба на  $90^\circ$

Для испытания методом броска груза использовался металлический груз массой 500 г. Груз сбрасывался с высоты 0,5 м по нормали к поверхности пластинки.



Рис. 4.3.3. Металлический груз для испытания методом броска груза

## 5. Методика проведения испытаний

### 5.1 Методика определения удельных касательных сил морозного пучения стандартными методами

Для расчета устойчивости свайных фундаментов на действие касательных сил морозного пучения, а также для оценки несущей способности свай, установленных в многолетнемерзлых грунтах, требуются данные по величине сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания с материалом свай.

Испытание мерзлых грунтов проводилось на двухплоскостных приборах конструкции В.Ф. Ермакова, на которых определение прочности смерзания и удельных касательных сил пучения выполнялось путем продавливания модели фундамента, смороженной с грунтом или цементно-песчаным раствором.

Таблица 5.1.1. Количество образцов для испытаний методом двухполоскостного среза по поверхности смерзания

Температура испытаний, °С	-1	-2	-6
Тип грунта и покрытия плашки			
песок пылеватый - сталь 09Г2С	3	3	3
песок пылеватый- ОСПТ «Reline»	3	3	3
суглинок легкий - сталь 09Г2С	3	3	3
суглинок легкий- ОСПТ «Reline»	3	3	3
цементно-песчаная смесь -сталь 09Г2С	3	3	3
цементно-песчаная смесь - ОСПТ «Reline»	3	3	3

Собранные приборы с образцами грунта и материала фундамента, покрытого ОСПТ «Reline» и без покрытия, выставлялись в морозильном ларе для промораживания при постоянной отрицательной температуре (минус 15 – минус 20°C) около суток. Промораживание производилось через грунт для образования устойчивой ледяной пленки на контакте смерзания. Песчано-цементный раствор выдерживался в приборе при положительной температуре (плюс 20°C) для быстрого затвердевания цементно-песчаного раствора в течение суток. Далее образцы “грунт – покрытие (сталь)” и “цементно-песчаный раствор – покрытие (сталь)” помещались в испытательные установки, находящиеся в морозильной камере с заданной температурой.

Испытания велись методом ступенчатого нагружения образцов для определения величины сопротивления срезу по поверхности смерзания  $R_{af}$  (ГОСТ 12248-2010).

При определении сил смерзания при ступенчатом нагружении величина первой нагрузки и ступени последующего нагружения, а также интервалы времени для снятия показаний приборов задавались в соответствии с таблицей 6.2 ГОСТ 12248-2010. Испытания проводились с выдерживанием одной ступени до условной стабилизации деформации (не более 0,01мм за 12 часов). Испытание завершилось, когда деформация развивается с увеличивающейся скоростью. Прочность смерзания определялась из графика “напряжение – деформация” в логарифмических координатах.

Обработка полученных данных производилась по кривым ползучести ( $\epsilon$ , мм –  $t$ , час), и зависимости между сдвигающим напряжением и суммарной деформацией на момент стабилизации в логарифмических ( $\ln \tau$  –  $\ln \epsilon$ ) координатах.

## **5.2 Методика для определения удельных касательных сил морозного пучения с использованием макромоделей**

Методика для определения удельных касательных сил морозного пучения с использованием макромоделей является специальной разработкой НИИОСП для оценки эффективности применения покрытий, представляющей собой комбинацию известных полевых и лабораторных методов исследования пучинистых свойств грунтов.

Для изучения эффективности противопучинных покрытий было проведено макромоделирование процесса выпучивания сваи в процессе промерзания грунта. Комплекс испытаний состоял из 4 испытаний: 1 – испытание по определению касательных сил морозного пучения грунта со свайей из стали 09Г2С без покрытия; 2 – испытание по определению деформации морозного пучения грунта со свайей из стали 09Г2С без покрытия; 3 – испытание по определению касательных сил морозного пучения грунта со свайей из стали



09Г2С с покрытием ОСПТ «Reline»; 4 – испытание по определению касательных сил морозного пучения грунта со сваей из стали 09Г2С с покрытием ОСПТ «Reline».

Перед началом испытания бочки дополнительно утеплялись 8 мм слоем фольгированного утеплителя и устанавливались на стенды. Подготовка бочки с грунтом производилась в следующем порядке: на дно укладывался слой крупнозернистого песка мощностью 5 см. К нижнему торцу бочки подводилась обогреваемая трубка для подачи дистиллированной воды из емкости, которая находится вне морозильной камеры. Модель сваи внешним диаметром 158 мм устанавливалась на дно бочки, таким образом, чтобы под нижним торцом сваи не было грунта и во время промерзания происходило смерзание только боковой поверхности сваи с грунтом. Далее бочка послойно заполнялась каолиновой глиной влажностью 50% (что соответствует текучепластичной консистенции и полному заполнению пор грунта водой). Для окончательного уплотнения грунта на поверхность устанавливался пресс массой 500 кг. Для исключения влияния процесса консолидации грунта в процессе промораживания проводилось наблюдение за осадкой грунта после полного заполнения бочки. Контроль осадки поверхности грунта осуществлялся с помощью индикаторов перемещения часового типа. Наблюдение прекращали после стабилизации осадки поверхности грунта и начинали испытание по определению касательных сил морозного пучения и деформации морозного пучения. Для этого на стенды устанавливалась измерительная система из индикаторов перемещений для наблюдения за подъемом поверхности грунта в процессе пучения при промерзании, а также для контроля вертикального перемещения модели сваи. При испытаниях по определению касательной силы морозного пучения между верхним торцом сваи и рамой стенда устанавливался динамометр. Для наблюдения за промерзанием грунта пробуривалось вертикальное отверстие, в которое помещалась термококса. Температурные датчики располагались через каждые 10 см.

После установки измерительной системы записывали начальные показания индикаторов перемещения и динамометра, в морозильной камере устанавливали температуру минус 4 °С и включали охлаждение. Показания измерительных устройств снимали не реже 2 раз в сутки.

При достижении глубины промерзания более 2/3 высоты, подток воды в обоих стендах прекращался, система подогрева отключалась. За промерзание принималась температура грунта на 0,1 °С ниже его температуры начала замерзания. После этого массив грунта промораживался на всю глубину. Контроль промерзания осуществлялся по измерениям температуры грунта.

Касательные силы пучения вычислялись как максимальная сила, зафиксированная на динамометре в процессе испытания, отнесенная к площади боковой поверхности сваи,



находившейся в контакте с грунтом. После испытаний проводилось сравнение результатов для свай с покрытием и без покрытия.

### 5.3 Методика определения морозостойкости покрытия ОСПТ "Reline"

Для оценки морозостойкости термоусаживаемого противопучинного покрытия «Reline» была разработана специальная методика испытаний, которая направлена на изучение на устойчивости покрытия к механическим повреждениям при воздействии на покрытие низких температур, в т.ч. при их циклическом воздействии.

Для проведения испытаний были подготовлены образцы размером 5x10 см и 10x14 см. Каждый образец маркировался в соответствии с видом испытания и режимом температурного воздействия. Воздействие низких температур моделировалось двумя режимами. Режим 1: ступенчатое понижение температуры от 0 до минус 50 °С с шагом 10°С. Образцы помещались в климатическую камеру, где находились при заданной температуре не менее 4 часов. Все образцы помещались в климатическую камеру одновременно. После завершения экспозиции при одной температуре изымалась часть образцов для испытаний, остальные образцы оставались в климатической камере для продолжения экспозиции при более низкой температуре. Режим 2: циклическое изменение температуры грунтов. Один цикл в климатической камере представляет собой охлаждение температуры воздуха в течении 15 минут до температуры -50 °С, поддержание этой температуры в течении 4 часов, нагрев до 20 °С в течении 15 минут и поддержание этой температуры в течении 4 часов. После определенного количества циклов часть образцов изымалась для испытаний. Другая часть образцов остается в климатической камере для дальнейшей экспозиции.

Количество образцов и циклов для каждого испытания представлено в таблице 5.3.1. и 5.3.2.

Таблица 5.3.1. Количество образцов для испытаний на морозостойкость при температурном режиме 1

Вид испытания Температура	Изгиб на 90°	Сбрасывание груза с высоты 0,5 м	Испытание «на удлинение при разрыве»
25	2	2	2
0	2	2	2
-10	2	2	2
-20	2	2	2
-30	2	2	2



-40	2	2	2
-50	2	2	2

Таблица 5.3.2. Количество образцов для испытаний на морозостойкость при температурном режиме 2

Вид испытания Кол-во циклов	Изгиб на 90°	Сбрасывание груза с высоты 0,5 м	Испытание «на удлинение при разрыве»
0	2	2	2
5	2	2	2
15	2	2	2
25	2	2	2
50	2	2	-
75	2	2	-

Оценка морозостойкости покрытия проводилась на основе данных о механических повреждениях после воздействия отрицательных температур. Для такого вида материалов отсутствует нормативная документация на методы по определению морозостойкости, также не нормированы параметры морозостойкости и их допустимые значения. Таким образом, при оценке морозостойкости ОСПТ «Reline» возможно только сравнение результатов испытаний эталонных образцов (образцы материала до воздействия отрицательных температур) с результатами испытаний образцов, подвергавшихся температурному воздействию. Для оценки механической стойкости к повреждениям были выбраны три метода испытаний: метод испытаний на изгиб, метод сбрасывания груза и метод определения удлинения при разрыве.

Методика испытаний на изгиб и метод броска груза взята за основу из лабораторного практикума [12]. Испытания на удлинение при разрыве проведены в соответствии ГОСТ 31899-2-2011(EN 12311-2:2000) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные).

Испытание методом изгиба проводится на бруске, имеющем 2 грани, расположенными по отношению друг к другу под углом 90°. Брусок устанавливается на стол таким образом, чтобы угол, на котором производится загиб материала, являлся наивысшей точкой бруска. Образец материала половиной своей поверхности плотно прижимается к одной стороне бруска. Вторая половина образца материала загибается через угол бруска вплоть до полного примыкания второй половины поверхности пластинки. После этого пластинка осматривается на предмет наличия повреждений: трещин, заломов, растяжений, сохранения

деформированного положения и пр. В таблицу вносится результат о наличии или отсутствии повреждений в месте сгиба и их характере.

Для испытания методом броска груза используется металлический груз массой 500 г. Образцы ОСПТ «Reline» устанавливались на столе. Груз формы цилиндра с рабочим торцом формы усеченного конуса с диаметром 3 мм сбрасывался с высоты 0,5 м по нормали к поверхности пластинки. После этого штангенциркулем измеряли диаметр отпечатка от груза. В таблицу вносили результаты измерений отпечатков для двух параллельных образцов, а также среднее значение.

Испытание «на удлинение при разрыве» проводится методом растяжения проб противопучинной оболочки. Из каждой пробы оболочки ОСПТ «Reline», которая прошли циклы замораживания при температурных режимах 1 и 2, высекается образец-лопатка шириной 20-40 мм, вырубленный в продольном направлении. После подготовки образец помещают в зажимы разрывной машины и растягивают образец оболочки с помощью подвижного зажима со скоростью 500 мм/мин. Испытание завершается при достижении разрыва образца.

## **6. Результаты испытаний и их анализ**

### **6.1 Результаты определения удельных касательных сил морозного пучения стандартными методами**

При проведении работ выполнено 63 испытания по определению сопротивления срезу по поверхности смерзания с материалом фундамента (сталь с покрытием ОСПТ «Reline» и сталь без покрытия). Испытания проводились с песком пылеватым, суглинком легким, а также с цементно-песчаной смесью. Испытания проводились при трёх значениях отрицательной температуры (минус 1, минус 2 и минус 6°С).

Цель работы – установление расчетных значений сопротивления срезу по поверхности смерзания грунтов с материалом свай в указанном спектре температур для металлических свай, покрытых ОСПТ «Reline», и сравнение полученных результатов с аналогичными для неокрашенных поверхностей стальных свай. Результаты могут быть применимы как для расчета касательных сил пучения (при расчете фундаментов на выпучивание), так и при расчете несущей способности грунтов (при расчетах фундаментов на мерзлых грунтах). Результаты испытаний представлены в таб.б.1.1.

Для сопоставления результатов была проведена отдельная серия испытаний на плашках без покрытия, с шероховатостью поверхности близкой к шероховатости натуральных стальных свай. Величины сопротивления срезу по поверхности смерзания ( $\tau_{см,дл} = R_{af}$ ), полученные в этой серии, принимались за эталонные. После сравнения результатов испытаний



с покрытиями и без вычислялись безразмерные коэффициенты, показывающие относительное снижение/увеличение касательных сил пучения и сопротивления срезу по поверхности смерзания при покрытии стальных свай ОСПТ «Reline». Такой подход позволяет получить сравнительные характеристики несмотря на то, что величины сопротивления срезу по поверхности смерзания для природных грунтов варьируют в широких пределах в зависимости от многих факторов (влажность и плотность конкретного грунта, минеральный и гранулометрический состав, а также другие характеристики). Полученные коэффициенты можно применять, в том числе для пересчета табличных значений СП 25.13330.2012 (Таблица 7.8 и Приложение В Таблица В.3. Расчетные сопротивления мерзлых грунтов и грунтовых растворов срезу по поверхности смерзания  $R_{af}$ ).

Таблица 6.1.1. Сопротивление срезу по поверхности смерзания грунта с моделями стальных свай без покрытия, и стальных свай, покрытых ОСПТ «Reline»

№№ п/п	Лаб.№	№№ опытов	Наименование материала	Температура T, °C	Влажность W, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Нормальная нагрузка $\sigma$ , МПа	Сопротивление срезу по поверхности смерзания $R_{af}$ , МПа	Нормативное значение $R_{af}^H$ , МПа	Расчетное значение $R_{af}^P$ , МПа	Коэффициент $\gamma_{af}$
<b>Песок — сталь</b>											
1	100	43	Песок пылеватый (смесь модельная)	-1	18,1	1,99	0,1	0,129	0,128	0,123	-
2	113	41		-1	18,0	1,91	0,1	0,129			
3	112	42		-1	18,7	1,92	0,1	0,122			
4	103	48		-2	18,0	1,94	0,1	0,223	0,231	0,221	-
5	118	46		-2	18,0	1,92	0,1	0,260			
6	119	47		-2	17,4	1,94	0,1	0,220			
7	106	60		-6	18,0	1,96	0,1	0,600	0,643	0,616	-
8	124	58		-6	18,1	1,92	0,1	0,728			
9	125	59		-6	19,0	1,95	0,1	0,607			
<b>Суглинок – сталь</b>											
10	101	44	Суглинок лёгкий (смесь модельная)	-1	27,4	1,88	0,1	0,111	0,115	0,110	-
11	111	39		-1	27,4	1,86	0,1	0,082			
12	126	40		-1	27,8	1,86	0,1	0,071			
13	104	54		-2	28,2	1,87	0,1	0,273	0,206	0,197	-
14	116	52		-2	27,4	1,97	0,1	0,214			
15	117	53		-2	27,2	1,93	0,1	0,239			
16	107	63		-6	26,8	1,88	0,1	0,586	0,570	0,546	-
17	122	61		-6	28,2	1,95	0,1	0,557			
18	123	62		-6	28,9	1,89	0,1	0,557			
<b>Цементно-песчаный раствор – сталь</b>											
19	102	45	Цементно-песчаный раствор (1:5)	-1	8,0	1,96	0,1	0,171	0,117	0,104	-
20	109	37		-1	12,8	1,99	0,1	0,099			
21	110	38		-1	13,0	2,03	0,1	0,129			
22	105	51		-2	13,0	1,88	0,1	0,129	0,191	0,170	-





23	114	49		-2	13,2	1,99	0,1	0,179			
24	115	50		-2	12,5	1,84	0,1	0,214			
25	108	57		-6	11,5	1,94	0,1	0,657	0,487	0,434	-
26	120	55		-6	12,7	1,98	0,1	0,440			
27	107	56		-6	13,1	1,96	0,1	0,387			
<b>Песок — ОСПТ «Reline»</b>											
28	M12	1	Песок пылеватый (смесь модельная)	-1	18,7	2,02	0,1	0,016	0,018	0,018	0,15
29	M15	2		-1	18,1	1,98	0,1	0,016			
30	M20	3		-1	17,9	1,98	0,1	0,016			
31	M12	4		-1	18,7	2,02	0,1	0,024			
32	M19	13		-2	18,7	1,98	0,1	0,063	0,061	0,060	0,27
33	M12	14		-2	19,2	1,96	0,1	0,063			
34	M11	15		-2	18,3	2,01	0,1	0,063			
35	M15	16		-2	19,4	1,88	0,1	0,063			
36	M19	25		-6	18,2	2,02	0,1	0,238	0,231	0,231	0,38
37	M15	26		-6	18,2	1,94	0,1	0,238			
38	M12	27		-6	18,6	2,02	0,1	0,238			
39	M11	28		-6	18,5	2,06	0,1	0,238			
<b>Суглинок – ОСПТ «Reline»</b>											
40	M25	5	Суглинок лёгкий (смесь модельная)	-1	28,3	1,87	0,1	0,040	0,053	0,051	0,48
41	M10	6		-1	27,6	1,90	0,1	0,056			
44	M17	17		-2	28,3	1,93	0,1	0,095			
45	M22	18		-2	28,5	1,91	0,1	0,095			
46	M10	19		-2	28,5	1,90	0,1	0,103			
47	M14	29		-6	27,2	1,87	0,1	0,238	0,248	0,239	0,45
48	M10	30		-6	27,9	1,91	0,1	0,238			
49	M17	31		-6	27,5	1,94	0,1	0,238			
50	M22	32		-6	27,6	1,91	0,1	0,286			
<b>Цементно-песчаный раствор – ОСПТ «Reline»</b>											
51	M18	10	Цементно-песчаный раствор (1:5)	-1	13,9	1,96	0,1	0,037	0,020	0,015	0,14
52	M23	11		-1	11,0	1,96	0,1	0,008			
53	M7	21		-2	12,3	2,07	0,1	0,063			
54	M8	23		-2	12,6	2,06	0,1	0,016			
55	M23	24		-2	12,7	2,03	0,1	0,041			
56	M7	33		-6	11,1	2,18	0,1	0,111	0,120	0,088	0,20
57	M16	34		-6	12,4	2,15	0,1	0,095			
58	M8	35		-6	12,5	2,15	0,1	0,198			
59	M9	36		-6	12,0	2,16	0,1	0,095			

По результатам испытаний проведена статистическая обработка по ГОСТ 20522-2012 (Грунты. Методы статистической обработки). Обработка проведена для пылеватого песка, легкого суглинка и цементно-песчаного раствора по графикам зависимости от температуры.

Результаты Статистической обработки результатов испытаний приведены в Таблицах 6.1.2-6.1.7.

В соответствующих колонках в Таблицах приведены:

- Лаб.№ – лабораторные номера испытаний;
- $R_{af n}(T)$  – нормативное (рассчитанное по зависимости от температуры) значение  $R_{af}$  ;
- $R_{afi}$  - частные значение  $R_{af}$  по результатам испытаний;
- $R_{af n}(T)-R_{afi}$  – разница между нормативным и частным значением  $R_{af}$  ;
- $n$  – количество кондиционных испытаний;



- Удаленные значения – некондиционные результаты (не прошедшие статистическую проверку), при которых значение коэффициента вариации для механических характеристик превышает 0,30 (если такие имелись);

- статистические параметры:  $V$  – коэффициент вариации,  $\gamma_g$  – коэффициент надежности по грунту;

-  $R_{af}^p(T=T_i)$  – расчетные значения сопротивления срезу по поверхности смерзания грунта со сталью, в том числе покрытой ОСПТ «Reline» (при соответствующих температурах с учетом коэффициента надежности по грунту).



Таблица 6.1.2. Результаты статистической обработки результатов испытаний (песок – сталь).

Сопrotивление срезу по поверхности сmerзания (статистическая обработка)										
Песок - сталь										
№№ п/п	№ оп	Температура, Т °С	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>af i</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af i</sub> д.е.	Удалённые значения	Статистические параметры	значения	расчетные хар-ки	Значения, МПа*
1	40	-1	0,128	0,122	0,006		V	0,11	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-1)	0,123
2	41	-1	0,128	0,129	-0,001		P <sub>α</sub>	0,04	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-2)	0,221
3	1	-1	0,128	0,129	-0,001		γ <sub>g</sub>	1,04	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-6)	0,616
4	46	-2	0,231	0,260	-0,029				* -с учетом γ <sub>g</sub>	
5	47	-2	0,231	0,220	0,011					
6	15	-2	0,231	0,223	0,008					
7	52	-6	0,643	0,728	-0,085					
8	53	-6	0,643	0,607	0,036					
9	36	-6	0,643	0,600	0,043					
									параметры уравнения	значения
n	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>af max</sub>	R <sub>af min</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af max</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af min</sub>	v	Sx	vS	a	-0,1030
9	0,34	0,728	0,122	0,39	0,21	2,35	0,038	0,09	b	0,0250

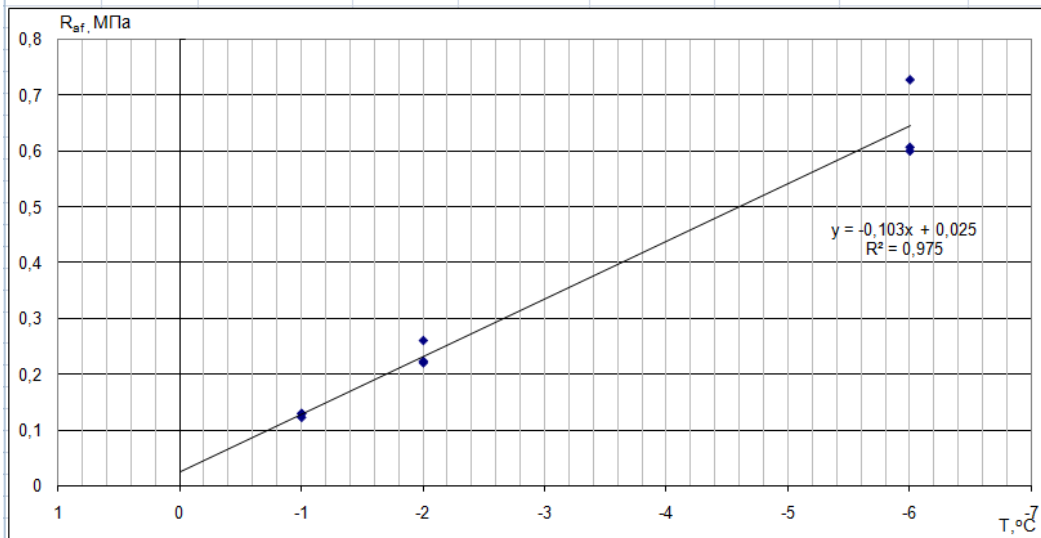


Таблица 6.1.3. Результаты статистической обработки результатов испытаний (суглинок – сталь).

Сопrotивление срезу по поверхности смерзания (статистическая обработка)										
Суглинок - сталь										
NN# п/п	№ оп	Температура, Т °С	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>af i</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af i</sub> д.е.	Удалённые значения	Статистические параметры	значения	расчетные хар-ки	Значения, МПа*
1	39	-1	0,115	0,082	0,033		v	0,11	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-1)	0,110
2	54	-1	0,115	0,071	0,044		p <sub>α</sub>	0,04	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-2)	0,197
3	6	-1	0,115	0,111	0,004		γ <sub>g</sub>	1,04	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-6)	0,546
4	44	-2	0,206	0,214	-0,008				* -с учетом γ <sub>g</sub>	
5	45	-2	0,206	0,239	-0,033					
6	20	-2	0,206	0,273	-0,067					
7	50	-6	0,570	0,557	0,013					
8	51	-6	0,570	0,557	0,013					
9	32	-6	0,570	0,586	-0,016				параметры уравнения	значения
n	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>af i</sub>	R <sub>af min</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af max</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af min</sub>	v	Sx	vS	a	-0,0910
9	0,30	0,557	0,071	0,26	0,23	2,35	0,034	0,08	b	0,0240

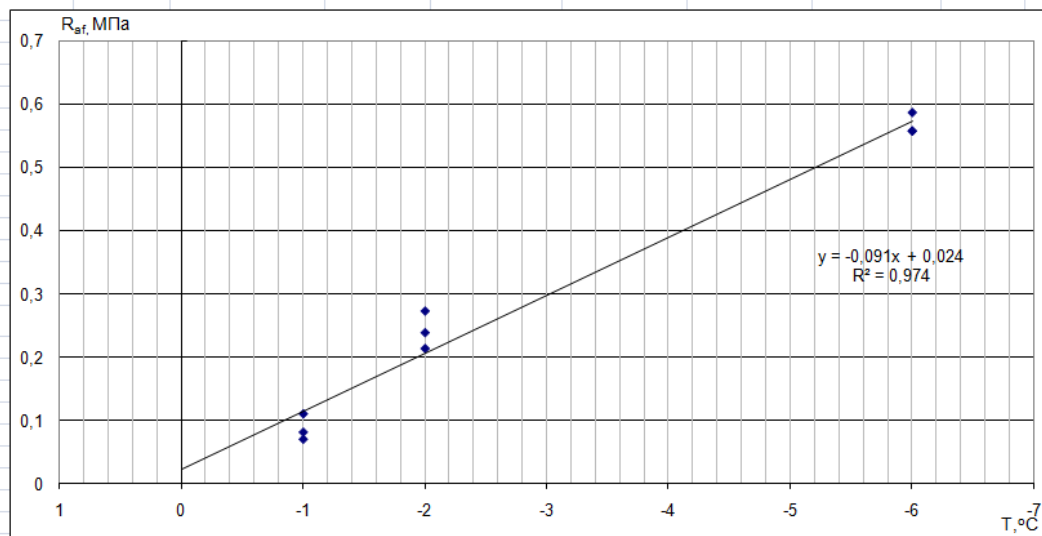


Таблица 6.1.4. Результаты статистической обработки результатов испытаний (цементно-песчаная смесь – сталь).

Сопrotивление срезу по поверхности смерзания (статистическая обработка)										
Цементно-песчаный раствор - сталь										
№№ п/п	№ оп	Температура, Т °С	$R_{af n(T)}$	$R_{af i}$	$R_{af n(T)} - R_{af i}$	Удалённые значения	Статистические параметры	значения	расчетные хар-ки	Значения, МПа*
1	37	-1	0,117	0,099	0,018		V	0,29	$R_{af}^p(T=-1)$	0,104
2	37	-1	0,117	0,129	-0,012		$\rho_{\infty}$	0,11	$R_{af}^p(T=-2)$	0,170
3	9	-1	0,117	0,171	-0,054		$\gamma_g$	1,12	$R_{af}^p(T=-6)$	0,434
4	42	-2	0,191	0,179	0,012				* -с учетом $\gamma_g$	
5	43	-2	0,191	0,214	-0,023					
6	24	-2	0,191	0,129	0,062					
7	48	-6	0,487	0,440	0,047					
8	49	-6	0,487	0,387	0,1					
9	36	-6	0,487	0,657	-0,17					
									параметры уравнения	значения
n	$R_{af n(T)}$	$R_{af i}$	$R_{af min}$	$ R_{af n(T)} - R_{af max} $	$ R_{af n(T)} - R_{af min} $	v	Sx	vS	a	-0,0740
9	0,27	0,657	0,099	0,39	0,17	2,35	0,078	0,18	b	0,0430

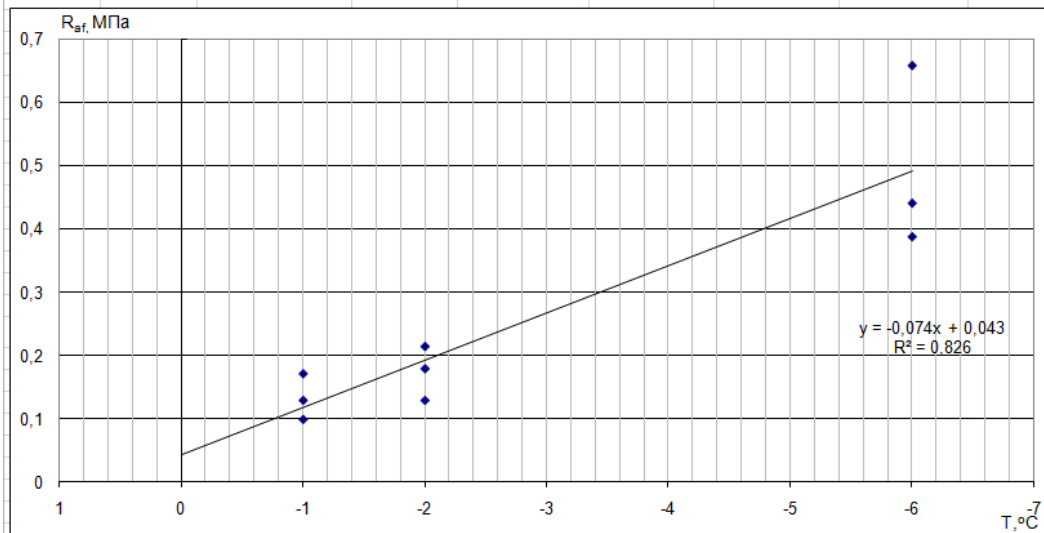


Таблица 6.1.5. Результаты статистической обработки результатов испытаний (песок – ОСПТ «Reline»).

Сопrotивление срезу по поверхности смерзания (статистическая обработка)										
Песок - Reline										
№№ п/п	№ оп	Температура, T °C	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>afi</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>afi</sub>	Удалённые значения	Статистические параметры	значения	расчетные хар-ки	Значения, МПа*
1	1	-1	0,018	0,016	0,002		V	0,03	R <sub>af</sub> <sup>p</sup> (T=-1)	0,018
2	2	-1	0,018	0,016	0,002		ρ <sub>с</sub>	0,01	R <sub>af</sub> <sup>p</sup> (T=-2)	0,060
3	3	-1	0,018	0,016	0,002		γ <sub>д</sub>	1,01	R <sub>af</sub> <sup>p</sup> (T=-6)	0,231
4	4	-1	0,018	0,024	-0,006				* с учетом γ <sub>д</sub>	
5	13	-2	0,061	0,063	-0,002					
6	14	-2	0,061	0,063	-0,002					
7	15	-2	0,061	0,063	-0,002					
8	16	-2	0,061	0,063	-0,002					
9	25	-6	0,233	0,238	-0,005					
10	26	-6	0,233	0,238	-0,005					
11	27	-6	0,233	0,238	-0,005					
12	28	-6	0,233	0,238	-0,005					
n	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>afi</sub>	R <sub>af min</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af max</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af min</sub>	v	Sx	vS	параметры уравнения	значения
12	0,11	0,238	0,016	0,13	0,09	2,52	0,003	0,01	a	-0,0430
									b	-0,0250

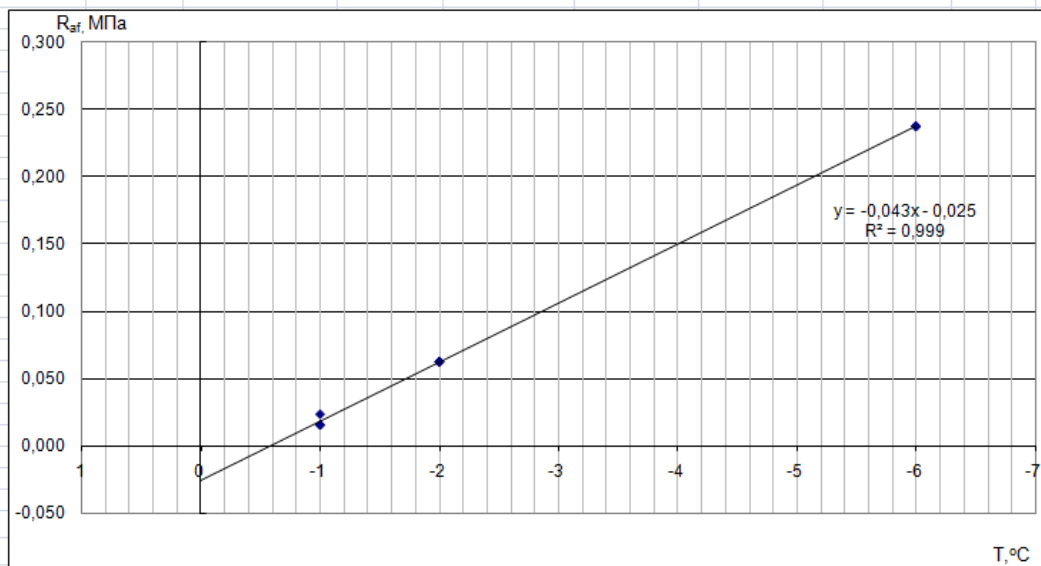


Таблица 6.1.6. Результаты статистической обработки результатов испытаний (суглинок - ОСПТ «Reline»).

Сопrotивление срезу по поверхности смерзания (статистическая обработка)										
Суглинок - Reline										
NN п/п	№ оп	Температура, T °C	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>af i</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af i</sub>	Удалённые значения	Статистические параметры	значения	расчетные хар-ки	Значения, МПа*
1	5	-1	0,053	0,040	0,013		v	0,10	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-1)	0,051
2	6	-1	0,053	0,056	-0,003		ρ <sub>α</sub>	0,04	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-2)	0,088
3	17	-2	0,092	0,095	-0,003		γ <sub>g</sub>	1,04	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-6)	0,239
4	18	-2	0,092	0,095	-0,003				* - с учетом γ <sub>g</sub>	
5	19	-2	0,092	0,103	-0,011					
6	29	-6	0,248	0,238	0,010					
7	30	-6	0,248	0,238	0,010					
8	31	-6	0,248	0,238	0,010					
9	32	-6	0,248	0,286	-0,038				параметры уравнения	значения
n	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>af i</sub>	R <sub>af min</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af max</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af min</sub>	v	Sx	vS	a	-0,0390
9	0,15	0,286	0,040	0,13	0,11	2,35	0,016	0,04	b	0,0140

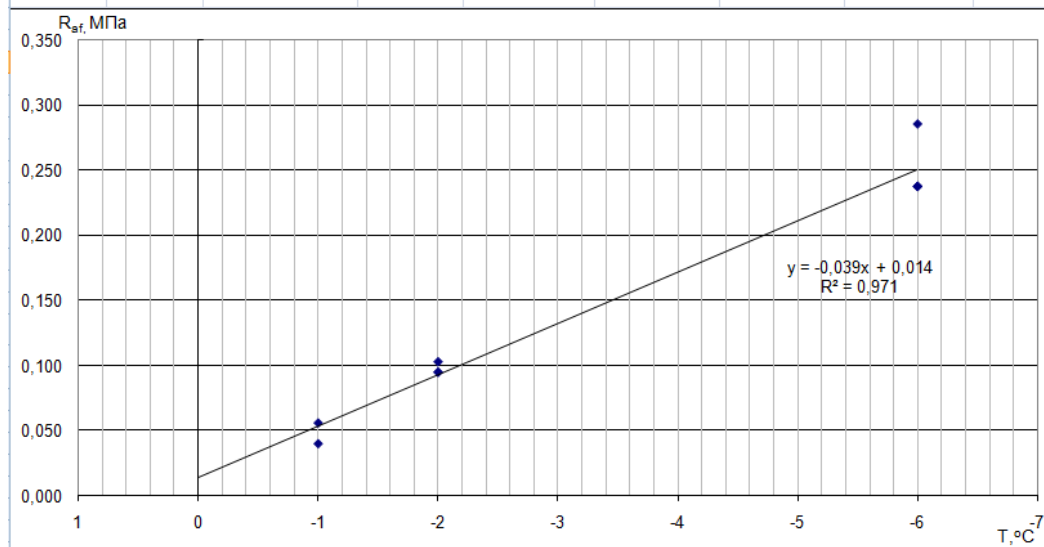
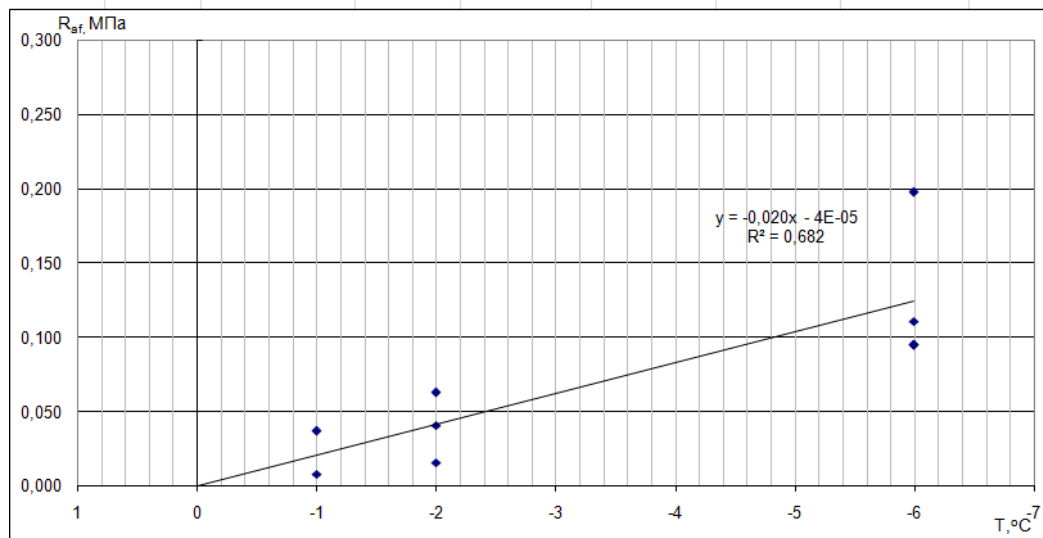


Таблица 6.1.7. Результаты статистической обработки результатов испытаний  
(цементно-песчаный раствор - ОСПТ «Reline»).

Соппротивление срезу по поверхности смерзания (статистическая обработка)

Цементно-песчаный раствор - Reline

№№ п/п	№ оп	Температура, Т °С	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>af i</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af i</sub>	Удалённые значения	Статистические параметры	значения	расчетные хар-кт	Значения, МПа*
1	10	-1	0,020	0,037	-0,017		v	0,72	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-1)	0,015
2	11	-1	0,020	0,008	0,012		ρ <sub>к</sub>	0,27	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-2)	0,029
3	21	-2	0,040	0,063	-0,023		γ <sub>g</sub>	1,37	R <sub>af</sub> <sup>P</sup> (T=-6)	0,088
4	23	-2	0,040	0,016	0,024				* -с учетом γ <sub>g</sub>	
5	24	-2	0,040	0,041	-0,001					
6	33	-6	0,120	0,111	0,009					
7	34	-6	0,120	0,095	0,025					
8	35	-6	0,120	0,198	-0,078					
9	36	-6	0,120	0,095	0,025					
									параметры уравнения	значения
n	R <sub>af n(T)</sub>	R <sub>af i</sub>	R <sub>af min</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af max</sub>	R <sub>af n(T)</sub> -R <sub>af min</sub>	v	Sx	vS	a	-0,0200
9	0,05	0,198	0,008	0,15	0,04	2,35	0,033	0,08	b	-0,00004





В графической форме результаты испытаний приведены на рис.6.1.1 – 6.1.3.

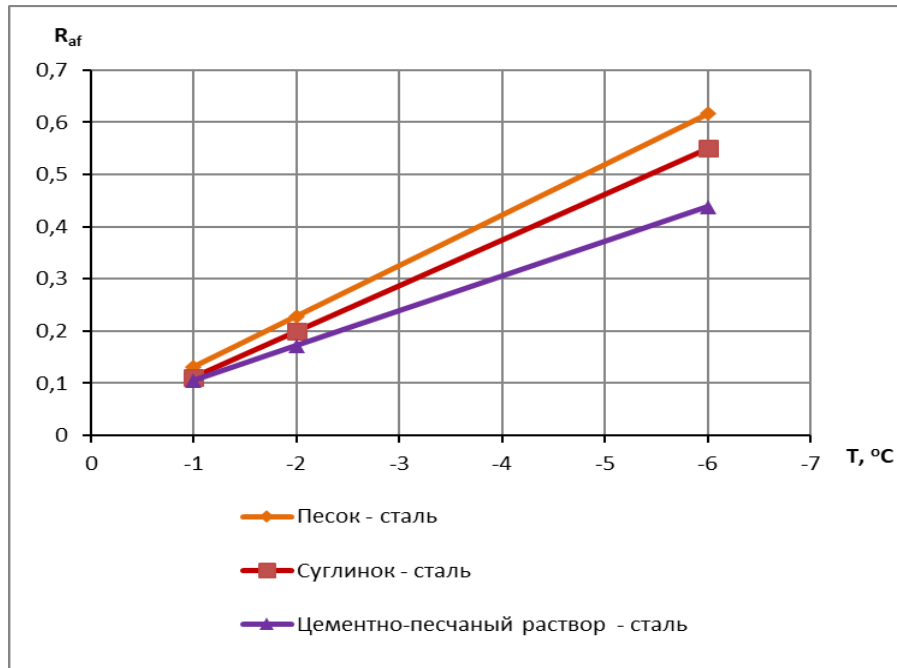


Рисунок 6.1.1. Зависимость сопротивления срезу грунтов  $R_{af}$  по стальной поверхности без покрытия от температуры.

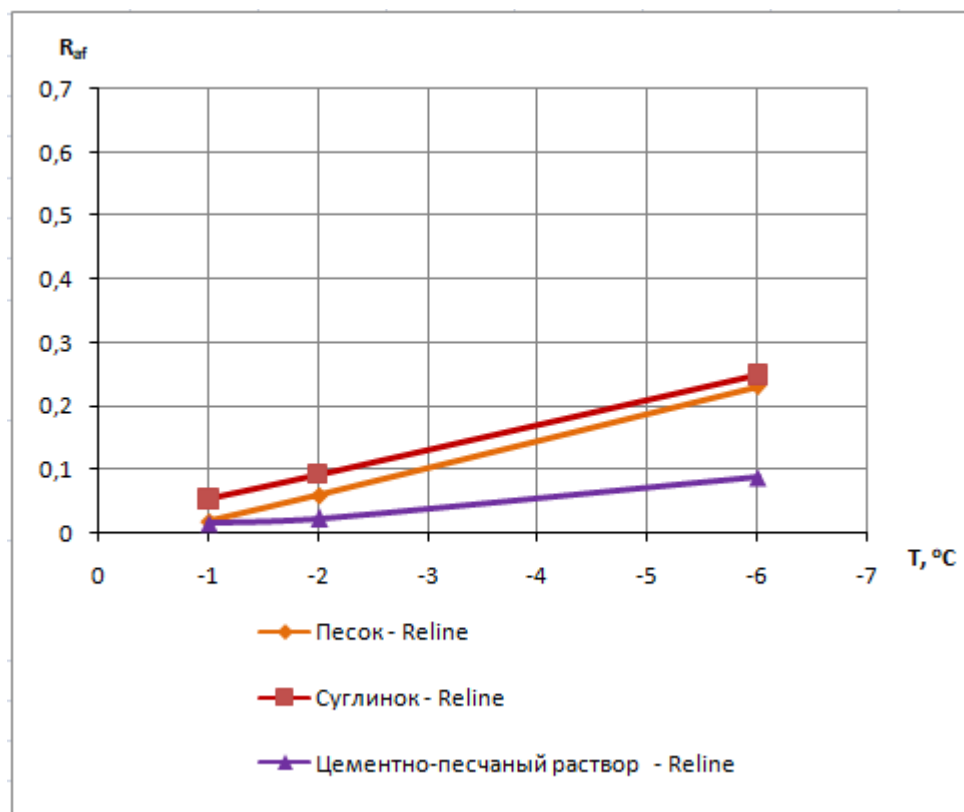


Рисунок 6.1.2. Зависимость сопротивления срезу грунтов  $R_{af}$  по стальной поверхности, покрытой ОСПТ «Reline», от температуры.

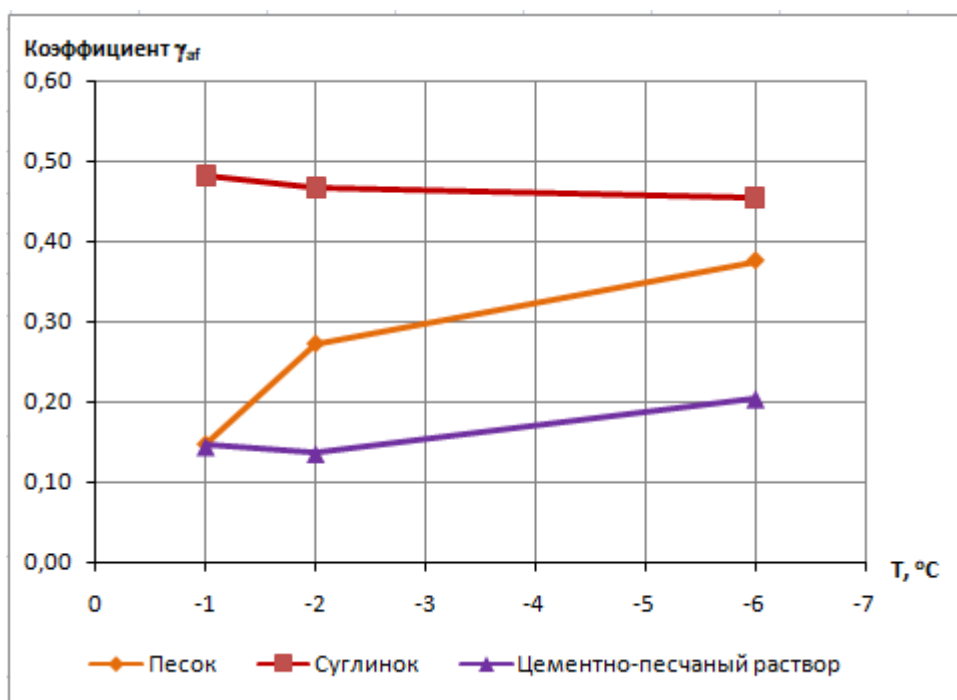


Рисунок 6.1.3. Зависимость дополнительного коэффициента  $\gamma_{af}$  от температуры для свай, покрытых ОСПТ «Reline».

Таблица 6.1.8. Расчетные сопротивления грунта срез по поверхности смерзания с металлической сваей, покрытой ОСПТ «Reline»

Наименование грунта	Расчетное сопротивление срез по поверхности смерзания $R_{af}^p$ , МПа		
	При температуре $T=-1^{\circ}\text{C}$	При температуре $T=-2^{\circ}\text{C}$	При температуре $T=-6^{\circ}\text{C}$
Песок пылеватый	0,018	0,060	0,231
Суглинок легкий	0,053	0,092	0,248
Цементно-песчаный раствор	0,015	0,023	0,088

В таблице 6.1.9 представлены дополнительные коэффициенты  $\gamma_{af}$  для свай, покрытых ОСПТ «Reline», в зависимости от температуры и типа грунта. Значения получены на основе обработки лабораторных экспериментальных данных.

Таблица 6.1.9. Значения коэффициента  $\gamma_{af}$  для различных типов грунтов для свай, покрытых ОСПТ «Reline»

Наименование грунта	Дополнительный коэффициент $\gamma_{af}$		
	T= -1°C	T= -2°C	T= -6°C
Песок пылеватый	0,15	0,27	0,38
Суглинок легкий	0,48	0,47	0,45
Цементно-песчаный раствор	0,14	0,14	0,20

Результаты испытаний показывают, что при применении ОСПТ «Reline» во всех типах грунтов (песчаных и глинистых), а также в цементно-песчаной растворе для исследованного диапазона температур наблюдается эффект снижения сил смерзания (а следовательно, и касательных сил пучения), который зависит от температуры.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что снижение сил смерзания и касательных сил пучения при применении ОСПТ «Reline» составляет 62-85% для пылеватого песка, 52-55% для легкого суглинка и 80-86% для цементно-песчаного раствора. В пылеватом песке и цементно-песчаном растворе наблюдается снижение эффекта уменьшения сил смерзания и касательных сил пучения при понижении температуры. В легком суглинке этот эффект напротив усиливается при понижении температуры.

Использование дополнительных коэффициентов  $\gamma_{af}$  при покрытии свай ОСПТ «Reline» при работе с Таблицей 7.8 СП 25.13330.2012 следует производить следующим образом: величина касательных сил морозного пучения (табличные значения получены для бетонной поверхности) умножается вначале - на коэффициент 0,7 (переход от бетонной на стальную поверхность) и, затем, на дополнительный коэффициент  $\gamma_{af}$  ОСПТ «Reline» в соответствии с Таблицей 6.1.9 настоящего отчета.

## 6.2 Результаты определения удельных касательных сил морозного пучения с использованием макромоделей

При проведении работ выполнено 4 испытания по определению удельной касательной силы морозного пучения и деформации морозного пучения (сталь с покрытием ОСПТ «Reline» и сталь без покрытия). Все испытания проводились с использованием каолиновой глины, которая проявляет пучинистые свойства и хорошо подходит в качестве «эталонного» грунта для испытаний. Методика проведения испытаний разработана впервые, в ее основу положены методики полевых и лабораторных определений касательной силы морозного пучения и степени пучинистости грунтов.



Длительность каждого испытания составила 2 месяца вплоть до полного промерзания грунта. На рисунке 6.2.1 приведено изменение глубины промерзания грунта в течение испытания.

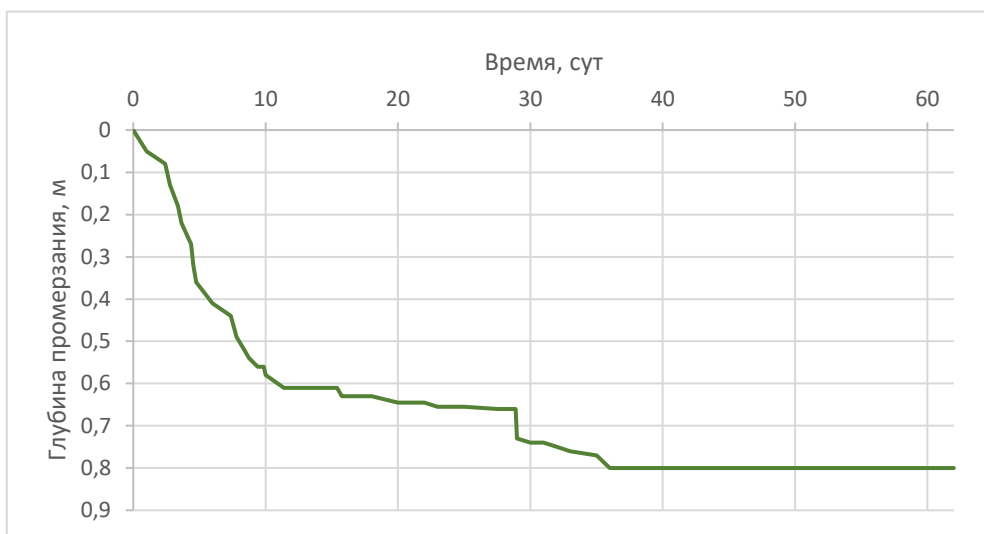


Рисунок 6.2.1. Пример изменения глубины промерзания во времени в течение испытания по определению деформации морозного пучения сваи, покрытой ОСПТ «Reline»

Для того, чтобы максимально приблизить лабораторное моделирование к реальным условиям, была устроена система подогрева и подтока воды в грунт на нижнем торце бочки с грунтом. Подток воды в процессе промерзания также способствует процессу пучения за счет миграции влаги к фронту промерзания. Протоколы испытаний представлены в Приложении Е настоящего отчета. В процессе промерзания грунт смерзается со свай и при пучении стремится увлечь ее за собой вверх. Первыми были выполнены испытания с моделями свай без покрытия. Как правило, перемещение свай во времени начинается с небольшим отставанием после начала промерзания, так как для перемещения свай вверх касательная сила пучения должна быть больше, чем вес свай. На момент промерзания грунта 60-70 см произведено отключение системы подогрева и подтока воды в грунт для исключения дополнительного потока тепла по стенке свай и его влияния на процесс дальнейшего промерзания грунта и смерзания грунта со свай (Приложение Е).

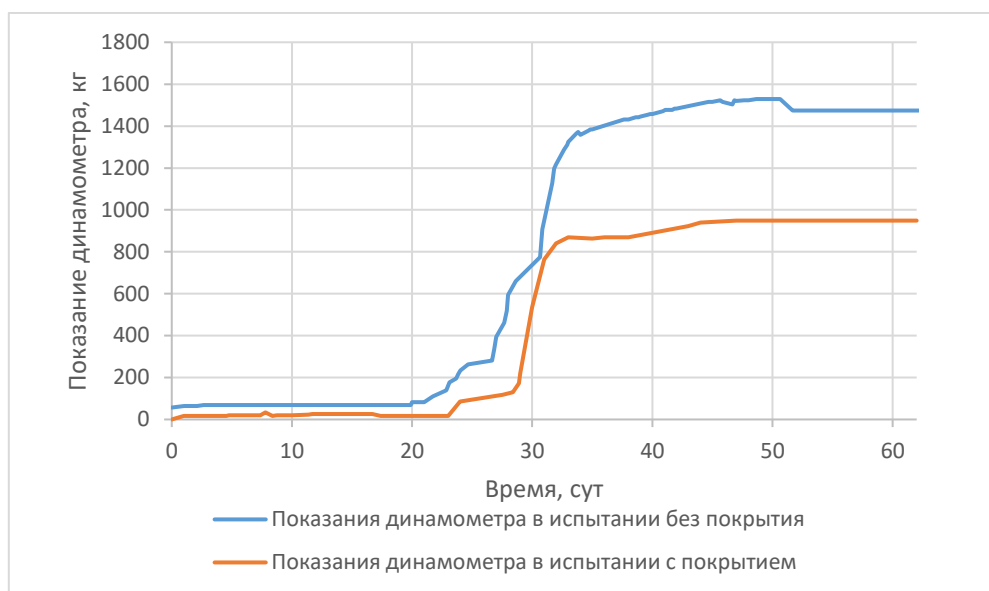


Рисунок 6.2.2 Изменение давления сваи на динамометр во времени у сваи без покрытия и у сваи, покрытой ОСПТ «Reline»

При проведении следующих испытаний по определению касательной силы морозного пучения и деформации морозного пучения свай, покрытых ОСПТ «Reline» была принята схема испытания, аналогичная первой серии испытаний, поскольку возможность сравнить результат и оценить эффект применения покрытия есть только в том случае, если испытания проведены идентично (рис. 6.2.2). Результаты испытаний представлены в таблице 6.2.1.

Таблица 6.2.1 Результаты лотковых испытаний по определению касательной силы морозного пучения и деформации морозного пучения

Объект исследования	Сталь 09Г2С без покрытия	Сталь 09Г2С с покрытием ОСПТ "Reline"	Снижение показателей при применении ОСПТ "Reline", %
Характеристики			
Касательная сила морозного пучения, МПа	0,22	0,13	41
Относительная деформация морозного пучения, д.е.	0,025	0,0044	82

Результаты испытаний по определению касательной силы морозного пучения показывают, что происходит снижение показателей в глине на 41% при температуре минус 4 °С.

При определении деформации морозного пучения были получены следующие

результаты: металлическая свая без покрытия в промерзающем грунте поднялась на 14,3-25,8 мм, свая с покрытием ОСПТ «Reline» поднялась всего на 3,0-3,5 мм. Графики, которые получены по измерениям двух индикаторов на каждой из свай представлены на рисунке 6.2.3. Таким образом снижение относительной деформации морозного пучения составило 82% для глины при температуре минус 4 °С.

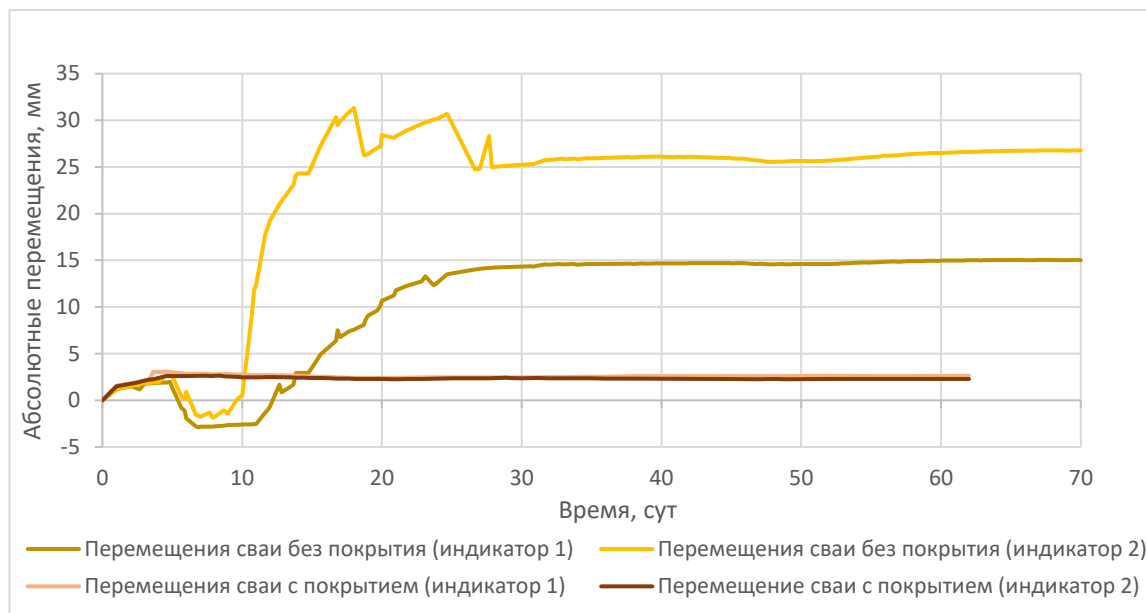


Рисунок 6.2.3. Перемещение свай во время испытания

### 6.3 Результаты определения морозостойкости покрытия ОСПТ "Reline"

Оценка морозостойкости покрытия проводилась на основе данных о механических повреждениях после воздействия отрицательных температур. Для такого вида материалов отсутствует нормативная документация на методы по определению морозостойкости, также не нормированы параметры морозостойкости и их допустимые значения. Таким образом, при оценке морозостойкости ОСПТ «Reline» возможно только сравнение результатов испытаний эталонных образцов (образцы материала до воздействия отрицательных температур) с результатами испытаний образцов, подвергавшихся температурному воздействию. Оценка механической стойкости после воздействия температур была проведена тремя методами испытаний: метод испытаний на изгиб, метод сбрасывания груза и метод определения удлинения при разрыве.

При испытании пластинки ОСПТ «Reline» на изгиб после воздействия на нее отрицательной температуры визуально оценивались повреждения, которые могут возникнуть в месте изгиба пластинки. Результаты испытаний представлены в таблице 6.3.1.

Таблица 6.3.1. Результаты испытаний ОСПТ «Reline» методом изгиба на 90° при ступенчатом понижении температуры (режим 1)

Температура экспозиции, °С	Маркировка образца	Отметки о повреждениях/ в месте сгиба
+25	1P1T+25-1	Дефектов не обнаружено
+25	1P1T+25-2	Дефектов не обнаружено
0	1P1T0-1	Дефектов не обнаружено
0	1P1T0-2	Дефектов не обнаружено
-10	1P1T-10-1	Дефектов не обнаружено
-10	1P1T-10-2	Дефектов не обнаружено
-20	1P1T-20-1	Дефектов не обнаружено
-20	1P1T-20-2	Дефектов не обнаружено
-30	1P1T-30-1	Дефектов не обнаружено
-30	1P1T-30-2	Дефектов не обнаружено
-40	1P1T-40-1	Дефектов не обнаружено
-40	1P1T-40-2	Дефектов не обнаружено
-50	1P1T-50-1	Дефектов не обнаружено
-50	1P1T-50-2	Дефектов не обнаружено

Таблица 6.3.2. Результаты испытаний ОСПТ «Reline» методом изгиба на 90° при циклическом изменении температуры (режим 2)

Кол-во циклов промораживания	Маркировка образца	Отметки о повреждениях/ в месте сгиба
0	1P2T+25Ц0-1	Дефектов не обнаружено
0	1P2T+25Ц0-2	Дефектов не обнаружено
5	1P2T+25Ц5-1	Дефектов не обнаружено
5	1P2T+25Ц5-2	Дефектов не обнаружено
15	1P2T+25Ц15-1	Дефектов не обнаружено
15	1P2T+25Ц15-2	Дефектов не обнаружено
25	1P2T+25Ц25-1	Дефектов не обнаружено
25	1P2T+25Ц25-2	Дефектов не обнаружено
50	1P2T+25Ц50-1	Дефектов не обнаружено
50	1P2T+25Ц50-2	Дефектов не обнаружено
75	1P2T+25Ц75-1	Дефектов не обнаружено
75	1P2T+25Ц75-2	Дефектов не обнаружено

По результатам испытания на изгиб пластинок с противопучинным покрытием ОСПТ «Reline» установлено, что при изгибе образцов пластинок, подвергшихся как ступенчатому, так и циклическому воздействию отрицательных температур, дефектов (трещин, заломов, растяжений материала покрытия) не обнаружено.



Дополнительно были проведены испытания методом изгиба на 4 образцах, которые были помещены в климатическую камеру на 4 часа при температуре минус 20 °С и минус 50 °С, образцы испытывались в климатической камере при температуре экспозиции образцов. Испытания при отрицательных температурах показали аналогичные результаты, что и при положительных после воздействия отрицательных температур. А именно, отсутствие дефектов в месте изгиба после деформации.

Испытание методом броска груза проводилось для определения устойчивости покрытия к механическому воздействию падения груза массой 500г. Результаты проведенных испытаний приведены в таблицах 6.3.3-6.3.4.

Таблица 6.3.3. Результаты испытаний методом сбрасывания груза при ступенчатом воздействии отрицательных температур (режим 1)

Маркировка образца	Температура экспозиции, °С	Диаметр отпечатка от груза, мм	Среднее значение, мм
2P1T+25-1	+25	5,2	5,4
2P1T+25-2	+25	5,6	
2P1T0-1	0	4,8	4,9
2P1T0-2	0	4,9	
2P1T-10-1	-10	5,5	5,2
2P1T-10-2	-10	4,9	
2P1T-20-1	-20	4,3	4,5
2P1T-20-2	-20	4,8	
2P1T-30-1	-30	6,1	5,8
2P1T-30-2	-30	5,5	
2P1T-40-1	-40	4,9	4,5
2P1T-40-2	-40	4,1	
2P1T-50-1	-50	4,8	5,0
2P1T-50-2	-50	5,2	

Таблица 6.3.4. Результаты испытаний методом сбрасывания груза при циклическом воздействии отрицательных температур (режим 2)

Маркировка образца	Количество циклов	Диаметр отпечатка от груза, мм	Среднее значение, мм
2P2T+25Ц0-1	0	4,2	4,25
2P2T+25Ц0-2	0	4,3	
2P2T+25Ц5-1	5	7	6,1
2P2T+25Ц5-2	5	5,2	
2P2T+25Ц15-1	15	6	6,3
2P2T+25Ц15-2	15	6,6	





1P2T+25Ц25-1	25	5	5,25
2P2T+25Ц25-1	25	5,5	
1P2T+25Ц50-1	50	4,3	4,6
2P2T+25Ц50-1	50	4,8	
1P2T+25Ц75-1	75	3,9	4,3
2P2T+25Ц75-1	75	4,4	

Дополнительно были проведены испытания методом изгиба на 4 образцах, которые были помещены в климатическую камеру на 4 часа при температуре минус 20 °С и минус 50 °С, образцы испытывались в климатической камере при температуре экспозиции образцов. Испытания при отрицательных температурах показали аналогичные результаты, что и при положительных после воздействия отрицательных температур. Среднее значение диаметра отпечатка от груза такое же, как и при испытаниях при положительных температурах после воздействия отрицательных. Однако есть отличие, которое заключается в том, что восстановление материала после сбрасывания груза происходило более длительное время, чем при положительных температурах.

Испытания на «удлинение при разрыве» по ГОСТ 31899-2-2011 (EN 12311-2:2000) проводились для определения деформативно-прочностных свойств покрытия ОСПТ «Reline» после ступенчатого и циклического воздействия температур. Результаты представлены в таблицах 6.3.5-6.3.6.

Таблица 6.3.5. Результат испытаний «на удлинение при разрыве» образцов противопучинного покрытия после ступенчатого замораживания

Номер образца	Температура экспозиции, °С	Максимальное усилие, Н	Относительное удлинение при макс. усилении, %	Относительное удлинение при разрыве, %	Условная прочность Н/мм <sup>2</sup> (Метод В)
4P1T+25-1	+25	248	458,319	459,481	20,667
4P1T+0-1	0	312	504,227	510,265	20,800
4P1T-10-1	-10	268	452,742	459,942	17,867
4P1T-20-1	-20	327	508,562	509,800	20,185
	-30				



4P1T-30-1		308	495,865	498,808	20,533
4P1T-40-1	-40	264	481,777	484,177	16,923
4P1T-50-1	-50	312	539,219	540,923	20,000
4P1T+25-2	+25	316	479,454	482,008	26,333
4P1T0-2	0	196	319,042	321,442	17,193
4P1T-10-2	-10	326	532,408	534,419	19,405
4P1T-20-2	-20	213	416,204	416,204	23,667
4P1T-30-2	-30	306	481,235	481,235	20,182
4P1T-40-2	-40	303	465,285	471,092	15,303
4P1T-50-2	-50	389	542,627	542,627	19,646

Таблица 6.3.6. Результат испытаний «на удлинение при разрыве» образцов противопучинного покрытия после циклического замораживания

Номер образца	Количество циклов замораживания	Максимальное усилие, Н	Относительное удлинение при макс. усилия, %	Относительное удлинение при разрыве, %	Условная прочность Н/мм <sup>2</sup> (Метод В)
4P2T+25Ц0-1	0	404	550,988	550,988	19,238
4P2T+25Ц5-1	5	346	532,562	532,562	16,476
4P2T+25Ц15-1	15	218	366,965	371,300	20,185
4P2T+25Ц25-1	25	226	388,950	391,196	20,926



4P2T+25Ц0- 2	0	349	507,323	508,177	21,385
4P2T+25Ц5- 2	5	274	424,408	425,958	18,267
4P2T+25Ц1 5-2	15	310	488,512	489,438	20,667
4P2T+25Ц2 5-2	25	292	480,227	480,769	19,467

Проведенные испытания «на удлинение при разрыве» показали отсутствие различий в характеристиках до воздействия отрицательных температур и после.

По результатам комплекса испытаний можно сделать вывод о том, что механическая стойкость покрытия ОСПТ «Reline» не зависит от температурных воздействий.



### Заключение

В рамках Договора № 268/8-18-20/СП «Оценка эффективности применения покрытия ОСПТ «Reline» в наиболее распространенных типах грунтов (песок и суглинков), а также цементно-песчаном растворе в спектре температур (минус 1°C, минус 2°C, минус 6°C)» проведены испытания по определению сопротивления срезу по поверхности смерзания металлических плашек (моделей свай) с покрытиями и без покрытий в соответствии с ГОСТ 12248-2010; проведены лотковые испытания по определению касательных сил морозного пучения и деформации морозного пучения по специально разработанной методике; проведены испытания для оценки морозостойкости покрытия.

Испытания по ГОСТ 12248-2010 проводились при 3-х значениях отрицательной температуры (минус 1, минус 2 и минус 6°C) для песчаного грунта (песка пылеватого), глинистого грунта (суглинка легкого) и цементно-песчаного раствора. Лотковые испытания по определению касательных сил морозного пучения проводились при температуре -4 °C, в качестве модельного грунта использовалась каолинистая глина. В результате проведённых работ по договору №268/8-18-20/СП можно сделать следующие выводы:

1. Испытания показали, что в интервале температур от минус 1 до минус 6°C:

- для покрытия ОСПТ «Reline» наблюдается эффективное снижение сил смерзания (а следовательно, и касательных сил пучения), которое зависит от температуры, и составило: у песка пылеватого - от 62 до 85%, у суглинка легкого – от 52 до 55%, у цементно-песчаного раствора – от 80 до 86% (у песка коэффициент  $\gamma_{af}$  увеличивается, соответственно, от 0,15 до 0,38, у легкого суглинка - от 0,45 до 0,48 у цементно-песчаного раствора – от 0,14 до 0,20).

2. По результатам испытаний для пылеватого песка, легкого суглинка и цементно-песчаного раствора проведена статистическая обработка по ГОСТ 20522-2012 и составлены таблицы расчетных значений сопротивления срезу по поверхности смерзания с поверхностью (стальные плашки), покрытой ОСПТ «Reline», и соответствующих значений дополнительного коэффициента снижения сил смерзания и касательных сил морозного пучения  $\gamma_{af}$  для пылеватого песка, легкого суглинка и песчано-цементного раствора (таблица 6.1.9).

3. Результаты определения расчетных значений сопротивления сдвигу по поверхности смерзания удовлетворяют требованиям ГОСТ 20522-2012 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний» (результаты обработки и проверки приведены в Таблицах 6.1.2 – 6.1.7).

4. Результаты лотковых испытаний по определению касательной силы морозного пучения показывают, что в каолинистой глине происходит снижение показателей на 41% при температуре минус 4 °C.



5. Результаты лотковых испытаний по определению деформации морозного пучения в глине показали следующее: металлическая свая без покрытия в промерзающем грунте поднялась на 14,3-25,8 мм, свая с покрытием ОСПТ «Reline» поднялась всего на 3,0-3,5 мм. Таким образом, снижение относительной деформации морозного пучения для свай, покрытой ОСПТ «Reline», находящейся в глине при температуре  $-4^{\circ}\text{C}$  составило 82%.

6. Оценка морозостойкости покрытия проводилась на основе испытаний механической стойкости покрытия при воздействии отрицательных температур. Результаты испытаний показали, что отрицательные температуры не оказывают влияния на механические свойства покрытия, определяемые методом изгиба, методом сбрасывания груза и методом «удлинения при разрыве».

7. Результаты испытаний для пылеватых песков, легких суглинков и цементно-песчаного раствора допускается принимать при расчетах оснований и фундаментов по устойчивости на воздействие сил морозного пучения (п.6.3.16 СП 25.13330.2012), а также при расчетах несущей способности фундаментов в вечномерзлых грунтах (п.4.7 СП 25.13330.2012). Полученные коэффициенты эффективности покрытий разработаны применительно к данным таблиц СП 25.13330.2012, Таблица 7.8 (касательные силы морозного пучения), а также Таблица В.3 Приложения В (Расчетные сопротивления мерзлых грунтов по поверхности смерзания) в дополнение к коэффициентам  $\gamma_{af}$ , (Приложение В п.В.3 СП 25.13330.2012). Использование дополнительных коэффициентов  $\gamma_{af}$  при покрытии свай ОСПТ «Reline» при работе с Таблицей 7.8 СП 25.13330.2012 следует производить следующим образом: величина касательных сил морозного пучения (табличные значения получены для бетонной поверхности) умножается вначале - на коэффициент 0,7 (переход от бетонной на стальную поверхность) и, затем, на дополнительный коэффициент  $\gamma_{af}$  ОСПТ «Reline» в соответствии с Таблицей 6.1.9 настоящего отчета.

8. Испытанное противопучинное полимерное термоусаживаемое покрытие ОСПТ «Reline» удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к работе покрытий в грунтах, и может быть рекомендовано к применению в проектной практике для защиты элементов металлических фундаментов и свай при бурозабивном и буроопускном способе погружения, а также для защиты стволов винтовых свай, в том числе и в сезонноталом (сезонномерзлом) слое как эффективное противопучинное мероприятие для снижения касательных сил морозного пучения грунтов, при подтверждении Производителем долговечности покрытия, в соответствии со сроками службы проектируемых сооружений.



## Список литературы

### *Нормативная*

1. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М., 2011
2. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. М., 2012
3. ГОСТ 20522-2012 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. М., 2013
4. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики (с Изменением №1). М., 2006
5. ГОСТ 58-02-86. Растворы строительные. Методы испытаний. Изд-во стандартов. М., 1986.
6. СП 25.13330.2012 СНиП 2.02.04-88 актуализированная редакция Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. М., 2012
7. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНИП 2.05.02-85. М., 2013

### *Справочная*

8. Аксенов В.И. Засоленные мерзлые грунты Арктического побережья как основание сооружений. М. «Все о мире строительства» 2008.
9. Алексеев А.Г., Гречищева Э.С., Иоспа А.В. Влияние антикоррозионного покрытия на величину касательных сил морозного пучения грунтов// Вестник НИЦ Строительство, 2020, с. 13-22
10. Гончаров Ю.М. и др Производство свайных работ на вечномерзлых грунтах. Ленинград. Стройиздат Л.О. 1981
11. Иоспа А.В., Аксенов В.И., Геворкян С.Г., Гречищева Э.С. Оценка эффективности применения лакокрасочных покрытий в качестве меры по борьбе с выпучиванием свай// Гидротехника, 2018, №2, сс.90-93
12. Руководство по определению физических, теплофизических и механических характеристик мерзлых грунтов. М. Стройиздат, 1973.
13. Руководство по эффективным способам устройства свайных фундаментов на вечномерзлых грунтах в нефтегазовом строительстве. НИИОСП им.Н.М.Герсеванова, ИКЦ ПФ, М.,2005г.
14. Физика полимеров и композиционных материалов: сост. Романова Н.В., Шафигуллин Л.Н., Гумеров И.Ф., Гумеров А.Ф. – Набережные Челны: НЧИ (ф) КФУ, 2017.



## 15. Приложение А

## Список исполнителей

Руководитель Центра геокриологических и геотехнических исследований (ЦГГИ)	Алексеев А.Г.	Организация работ и общее руководство, постановка целей и задач, разработка методик испытаний
Заведующий сектором лабораторных испытаний мерзлых грунтов (СЛИМГ)	Гречищева Э. С.	Организация работ, текст отчета, постановка целей и задач, разработка методик испытаний, контроль качества, заключение
Ведущий инженер	Чапаев А.А.	Подготовка и проведение испытаний, метрологическое обеспечение
Инженер	Козлова О.В.	Подготовка и проведение испытаний, текст отчета, метрологическое обеспечение, оформление отчёта, обработка испытаний, оформление протоколов
Инженер	Махота Р.В.	Подготовка и проведение испытаний, текст отчета, метрологическое обеспечение, оформление отчёта, обработка испытаний, оформление протоколов
Инженер	Данченко Е.А.	Подготовка образцов



## Приложение Б

### Техническое задание

Приложение №2  
к Договору № 268/8-18-20/СП  
от 07 июля 2020г.

«СОГЛАСОВАНО»  
Финансовый директор  
АО «НИЦ «Строительство»  
\_\_\_\_\_ В.П. Бойко  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 года



«УТВЕРЖДАЮ»  
Генеральный директор  
ЗАО УЗПТ «Маяк»

\_\_\_\_\_ Д.В. Алявдин  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 года

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Основные данные и требования	Нормативный документ на метод испытаний
	Заказчик	ЗАО УЗПТ «Маяк»	
	Исполнитель	АО «НИЦ «Строительство» – НИИОСП им. Н.М. Герсванова;	
	Объект исследования	Термоусаживаемая оболочка «Reliac»	
	Цель	- оценка морозостойкости термоусаживаемой оболочки «Reliac»; - оценка эффективности применения покрытия в качестве мероприятия по снижению удельных касательных сил морозного пучения.	
	Требования к составу работ	1. Определение морозостойкости термоусаживаемой оболочки	ГОСТ 8267-93 Методика НИИОСП
		2. Определение сопротивления срезу грунта по поверхности смерзания с материалом фундамента (с покрытием и без покрытия – контрольные) при 3 значениях отрицательной температуры (минус 1, минус 2, минус 6) для 3 типов грунтовых условий (песчаный и глинистый грунт, цементно-песчаный раствор)	ГОСТ 56726-2015
		3. Проведение лотковых испытаний на моделях свай по определению эффективности снижения пучинистых свойства грунтов (с покрытием и без покрытия – контрольные)	Методика НИИОСП

УТВЕРЖДЕН В 1С: Д.  
СОГЛАСОВАН К С Д  
СВЕРИЛ *AB*





	Требования к материалам	Изготовление образцов из стали в необходимом количестве для проведения испытаний осуществляется силами Исполнителя. Для испытаний применяются образцы из стали марки 09Г2С; Покрытие образцов термоусаживаемой оболочкой «Reline» осуществляется Заказчиком по разработанной им технологии. Толщина оболочки в испытаниях должна соответствовать толщине оболочки, применяемой для покрытия свай.	
	Материалы, предоставляемые Заказчиком	Покрытие образцов из стали термоусаживаемой оболочкой «Reline» после изготовления образцов Исполнителем	
	Материалы, предоставляемые Заказчику	Научно-технический отчет, содержащий оценку эффективности применения термоусаживаемой оболочки «Reline» в качестве мероприятия по борьбе с выпучиванием свай. Отчет должен содержать протоколы испытаний, сводные таблицы по результатам испытаний. Отчет предоставляется Заказчику в 2-х экземплярах и на CD-диске, электронные файлы в формате: Word, Excel и PDF	



УТВЕРЖДЕН В 1С: Д.  
СОГЛАСОВАН К С Д  
СВЕРЛ



## Приложение В

### Аттестат аккредитации испытательной лаборатории

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СИСТЕМА АКСЕКО»	
<b>АТТЕСТАТ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ</b>	
№ RU.ASK.IJL.767	Дата выдачи 02 июня 2020 г.
Выдан: Акционерному обществу «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «СТРОИТЕЛЬСТВО» ИНН 5042109739 109428, г. Москва, 2-я Институтская улица, дом 6	
УДОСТОВЕРЯЕТ, ЧТО ВХОДЯЩАЯ В ЕГО СОСТАВ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ	
<b>Лаборатории № 8 «Механики мерзлых грунтов и расчета оснований»</b> <b>НИИОСП им. Н.М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство»</b> 109428, г. Москва, 2-я Институтская улица, дом 6	
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»	
ВЫДАН НА ОСНОВАНИИ: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заключения об оценке компетентности испытательной лаборатории от 02.06.2020 г. № 71;</li> <li>2. Решения по результатам оценки компетентности испытательной лаборатории от 02.06.2020 г. № 71.</li> </ol>	
Срок действия аттестата аккредитации испытательной лаборатории с 02 июня 2020 г.	
ЗАРЕГИСТРИРОВАН в Реестре испытательных лабораторий (центров) 02 июня 2020 г.	
 М.П.	 А.Н. Беденко
Область объектов испытаний испытательной лаборатории приведена в приложении к настоящему аттестату аккредитации является его неотъемлемой частью. Действие аттестата аккредитации подлежит подтверждению в сроки, указанные на оборотной стороне.	

**Приложение Г**  
**Метрологическое обеспечение**

**Сведения о средствах измерений и испытательном оборудовании, используемых в лабораторных исследованиях по оценке эффективности применения лакокрасочных покрытий**

№№ п/п	Вид работ. Объект измерений	Измеряемая величина	Единица измерения	Характеристики использованных методов и средств			Место поверки, дата и номер свидетельства поверки	Периодичность поверки по НТД
				Метод измерений	Средство измерений, тип, зав.№	Диапазон измерений		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Определение физических характеристик грунта	W $\rho_t$ $\rho_s$	% г/см <sup>3</sup> г/см <sup>3</sup> %	по ГОСТ 5180-2015	Весы неавтоматического действия АВ 323 СЕ №63830-16 190007263 Весы неавтоматического действия GP-12К №50583-12 №14736748	0-320г 0-12000г	ООО «Искатель-2» №10966/F от 31.07.20  ООО «Искатель-2» №10965/F от 31.07.20	1 раз в год  1 раз в год
2	Гранулометрический состав грунтов	Плотность  Время  Размер частиц  Объем	кг/м <sup>3</sup>  с  мм  в соответствии с классом точности	по ГОСТ 12536-2014	Ареометр для грунта, АГ (12556) Секундомер механический, СОСпр-2а-3-000 (4027)  Колонна лабораторных сит КП-131 Пипетки, бюретки, мерные цилиндры, колбы	995-1030 кг/м <sup>3</sup>  0-3600 с  0,1-10,0 мм в соответствии с классом точности	ФБУ РОСТЕСТ-Москва №СП 3025075 от 19.08.20 Первичная поверка заводом-изготовителем ОАО «Златоустовский часовой завод» от 03.19 «НИЦМ и ТИ» Сертификат о калибровке №K0037-2807/20 от 28.07.20 Первичная поверка заводом-изготовителем	1 раз в 4 года  1 раз в 4 года  1 раз в год



## Приложение Д

**Протоколы испытаний сопротивления срезу по поверхности смерзания (на 59  
листах)**





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

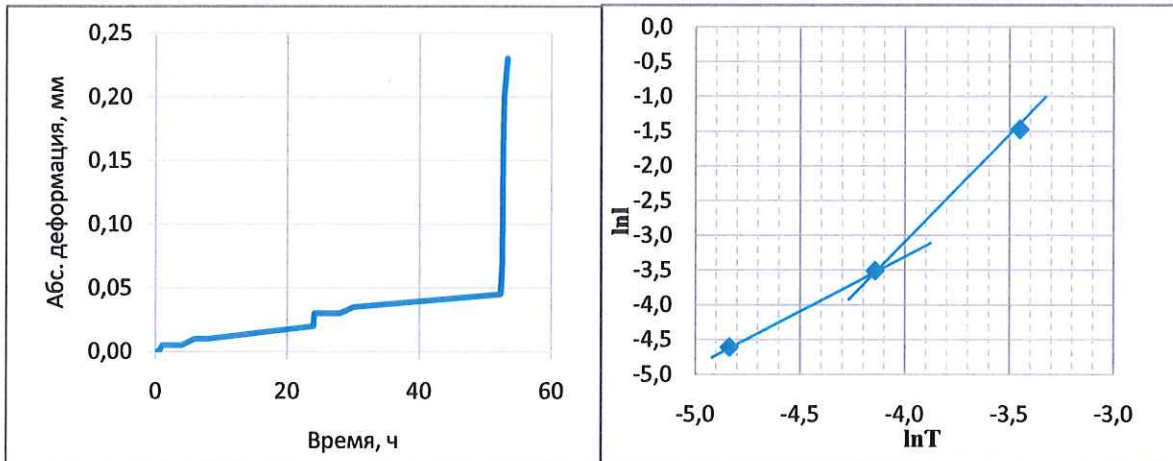
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,7%
		Плотность:	2,02 г/см <sup>3</sup>

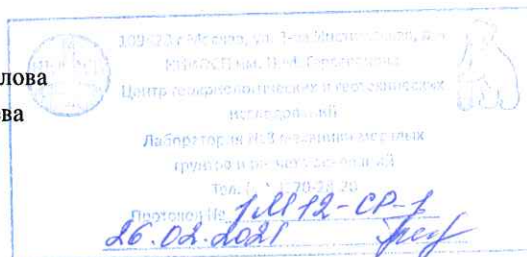
**Протокол испытаний № 1M12-CP-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	1	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	M12	Номер установки:	42
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	21.02.2021
		Температура, °С	-1



Соппротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,016
---	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

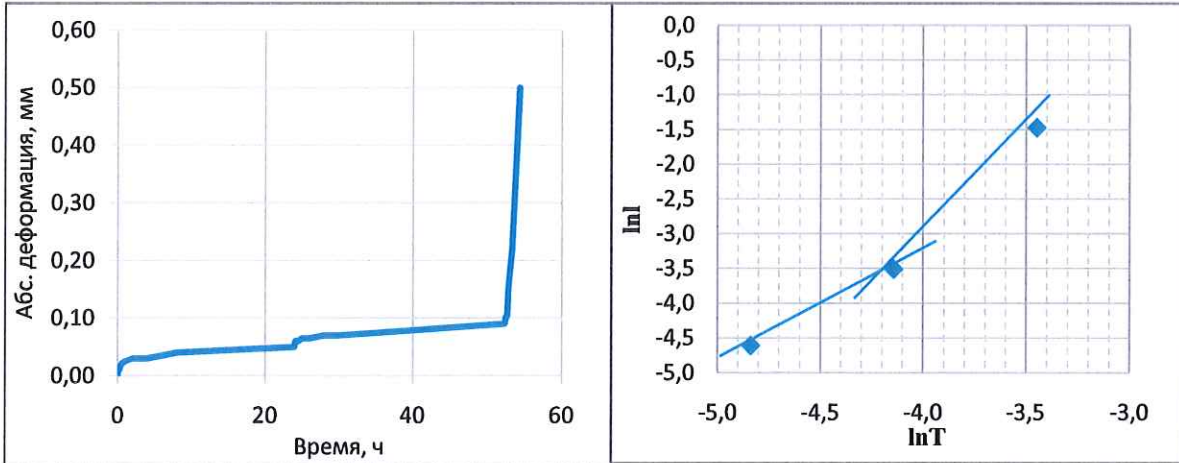
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,2%
		Плотность:	1,98 г/см <sup>3</sup>

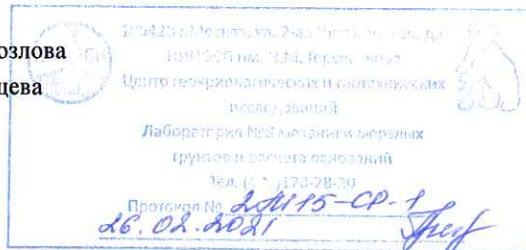
**Протокол испытаний № 2М15-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	2	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	M20	Номер установки:	35
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	21.02.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,016
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

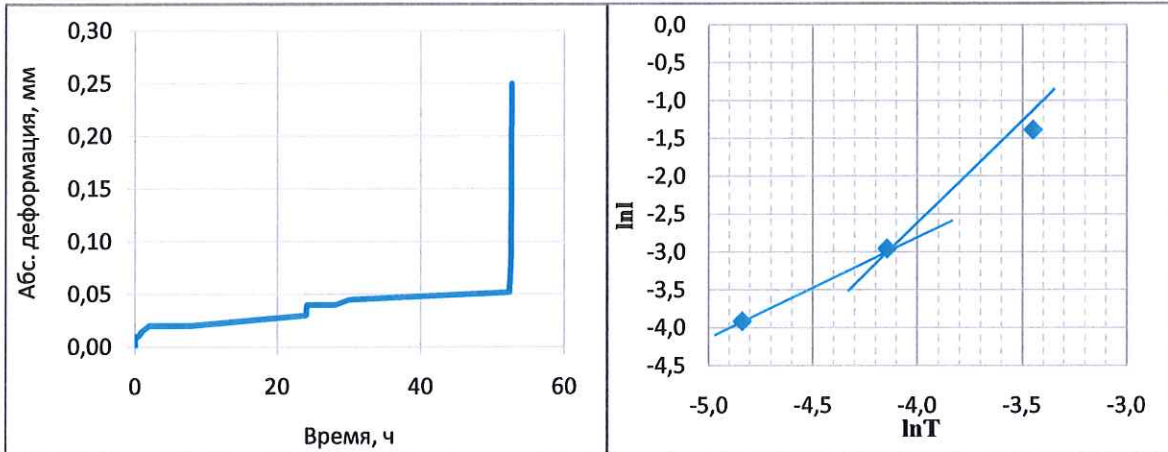
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	17,9%
		Плотность:	1,98 г/см <sup>3</sup>

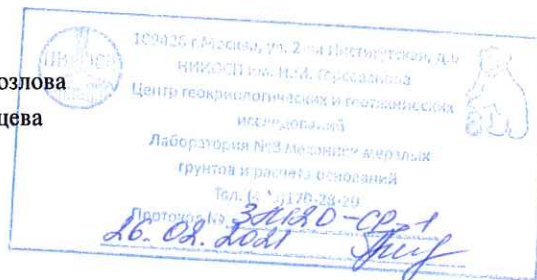
**Протокол испытаний № 3М20-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	3	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М20	Номер установки:	40
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	21.02.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,016
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

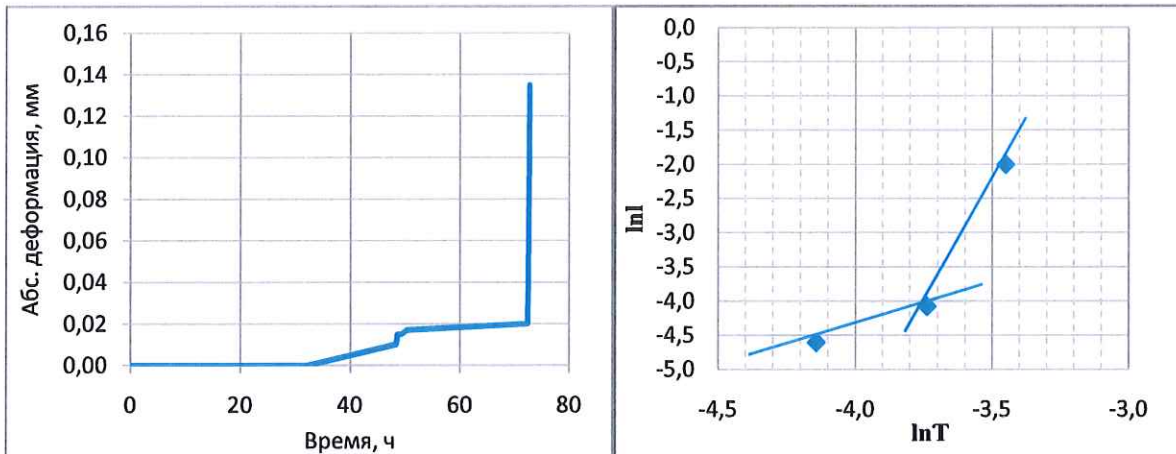
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,7%
		Плотность:	2,02 г/см <sup>3</sup>

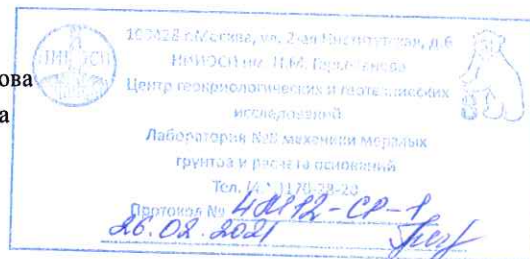
**Протокол испытаний № 4М12-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	4	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М12	Номер установки:	45
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	22.02.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,024
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

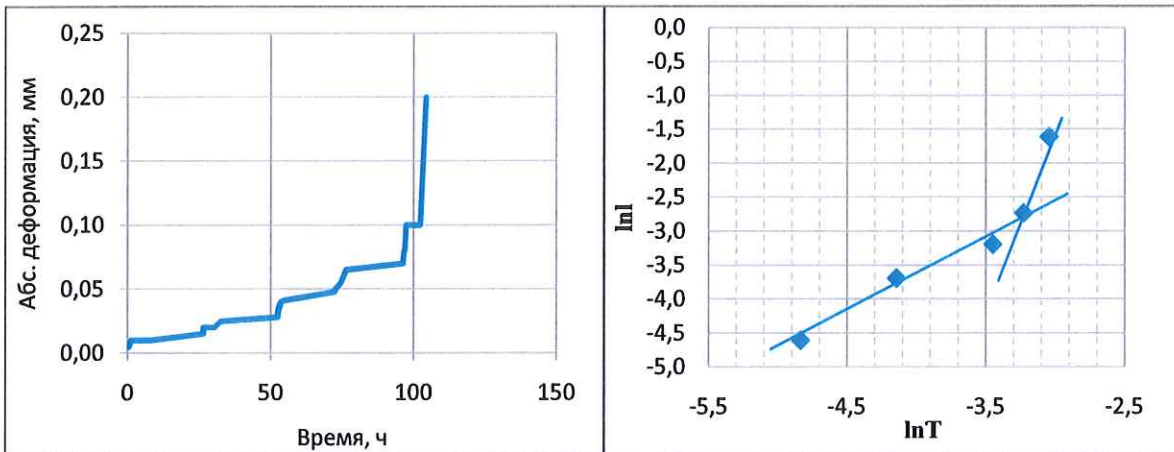
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,3%
		Плотность:	1,87 г/см <sup>3</sup>

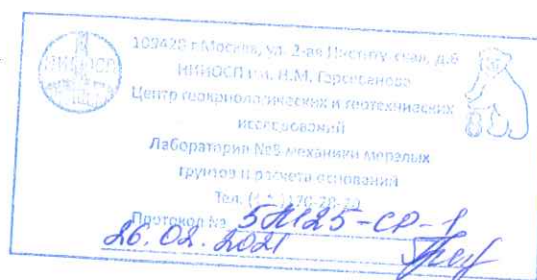
**Протокол испытаний № 5M25-CP-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	5	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	M25	Номер установки:	51
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	23.02.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,040
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

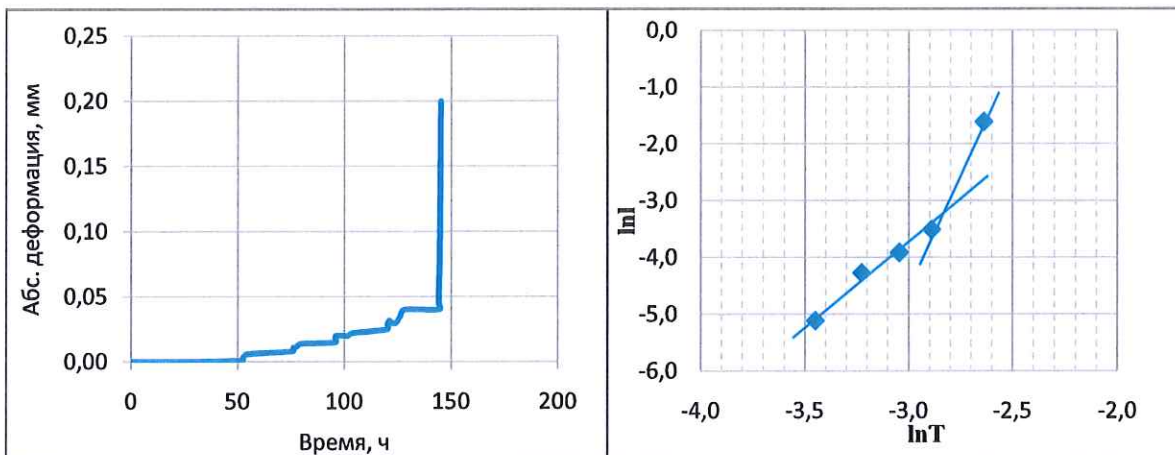
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,6%
		Плотность:	1,90 г/см <sup>3</sup>

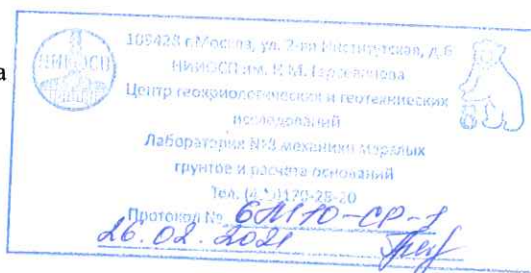
**Протокол испытаний № 6М10-СР-1**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	6	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М10	Номер установки:	50
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	25.02.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,056
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

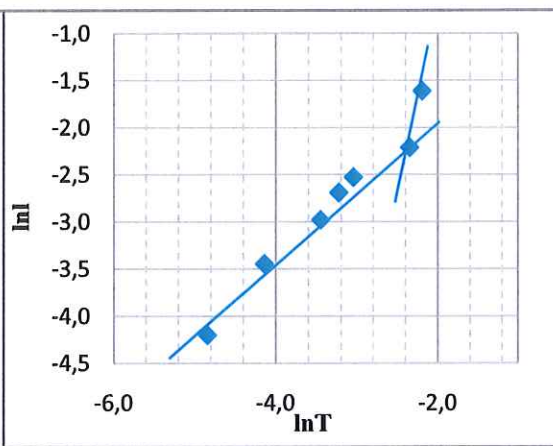
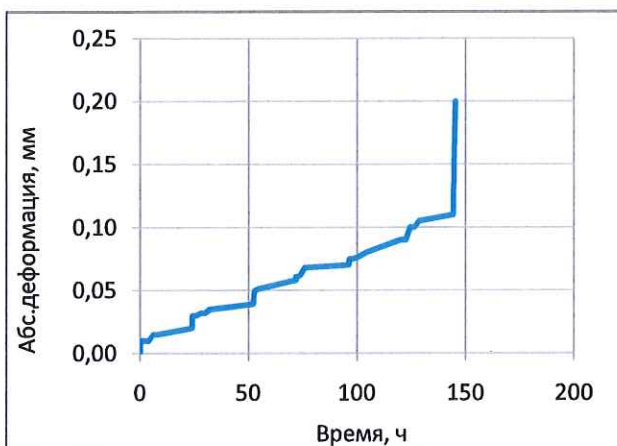
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,6%
		Плотность:	1,91 г/см <sup>3</sup>

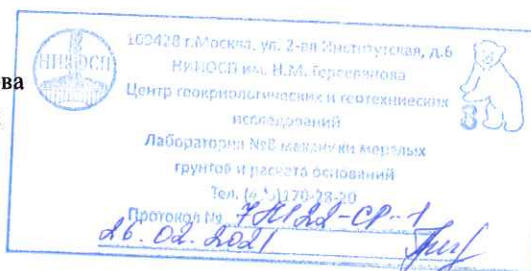
**Протокол испытаний № 7M22-CP-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	7	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	M22	Номер установки:	39
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	25.02.2021
		Температура, °C	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,095
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

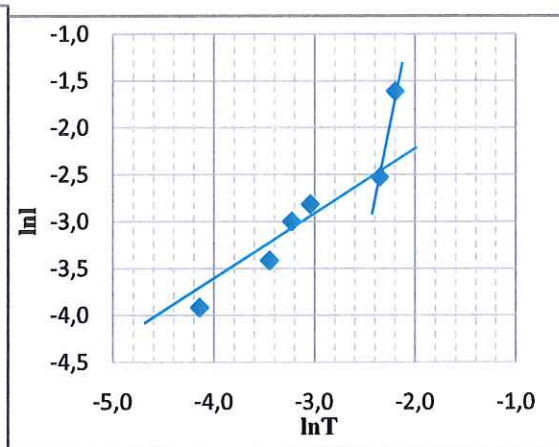
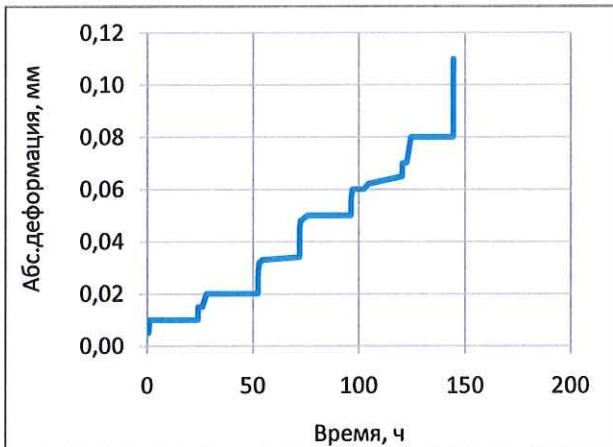
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,9%
		Плотность:	1,93 г/см <sup>3</sup>

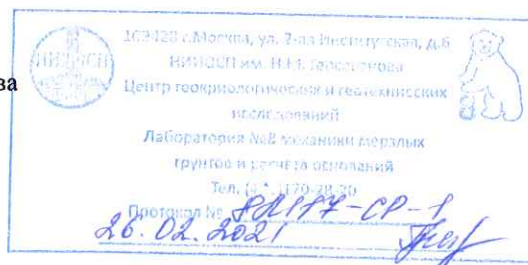
**Протокол испытаний № 8М17-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	8	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	М17	Номер установки:	41
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	25.02.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,095
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

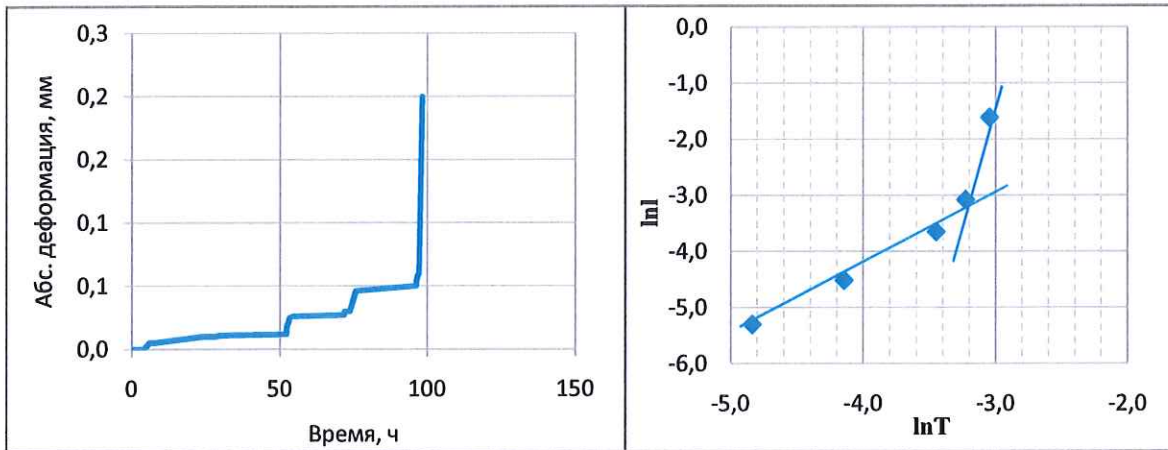
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	13,9%
		Плотность:	1,96 г/см <sup>3</sup>

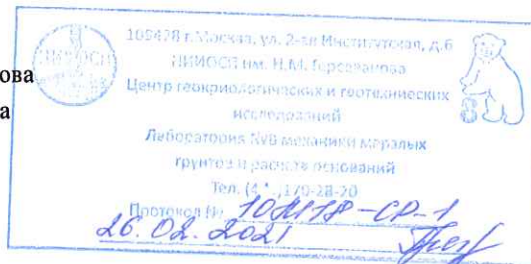
**Протокол испытаний № 10M18-CP-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	10	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	M18	Номер установки:	36
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	23.02.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,037
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

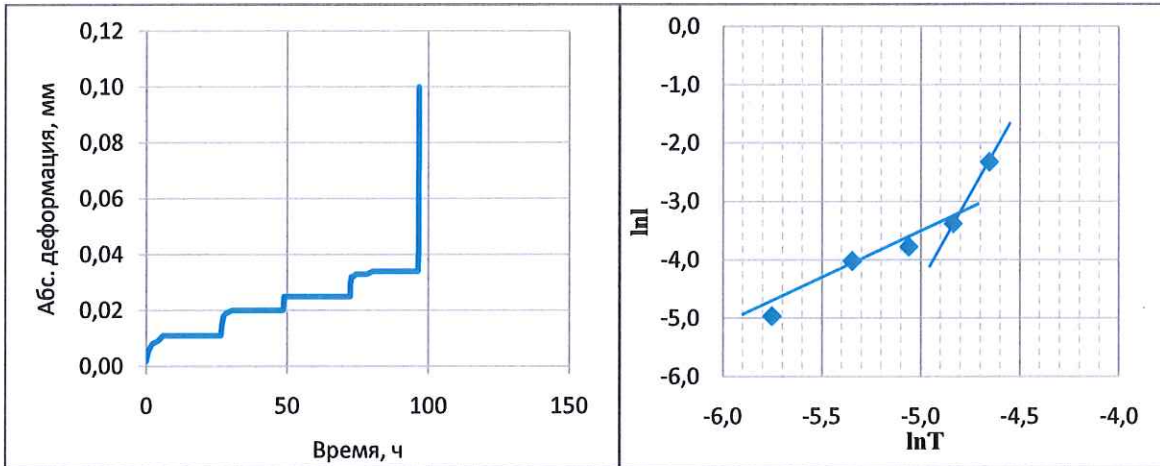
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	11,0%
		Плотность:	1,96 г/см <sup>3</sup>

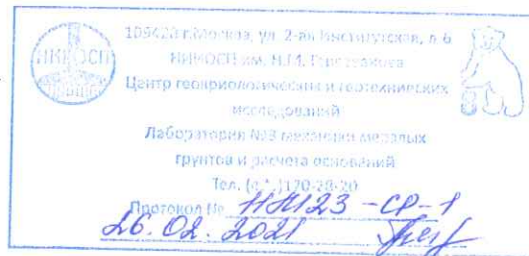
**Протокол испытаний № 11М23-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	11	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	М26	Номер установки:	38
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	19.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	23.02.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,008
--	----------	-------

Дата: "26" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

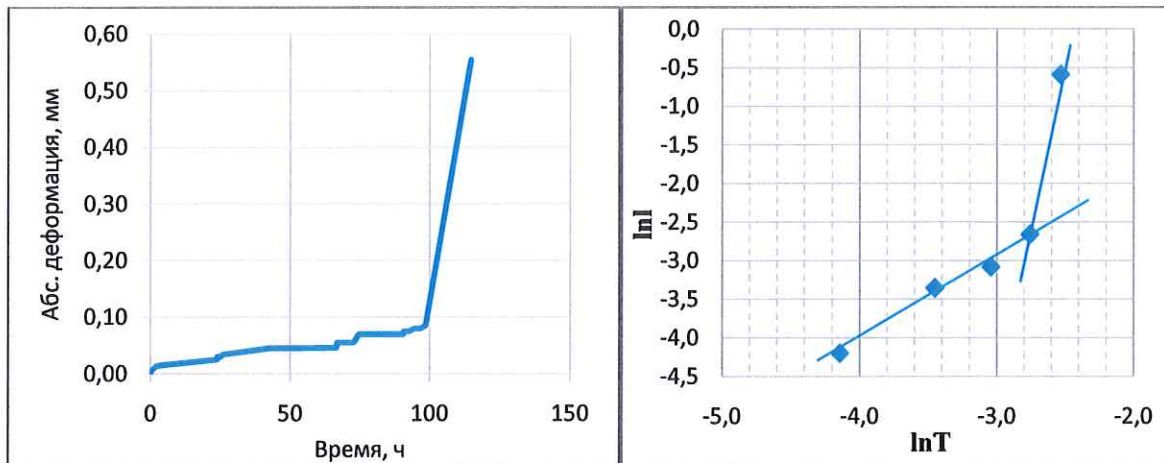
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,7%
		Плотность:	1,98 г/см <sup>3</sup>

**Протокол испытаний № 13М19-СР-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	13	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М19	Номер установки:	40
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.03.2021
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,063
--	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ** строительство  
научно-исследовательский центр



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

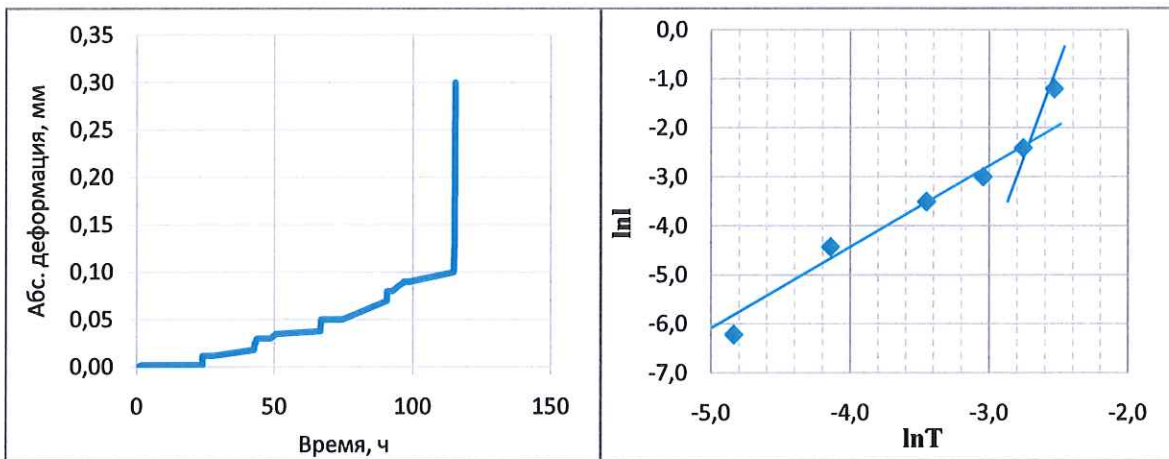
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	19,2%
		Плотность:	1,96 г/см <sup>3</sup>

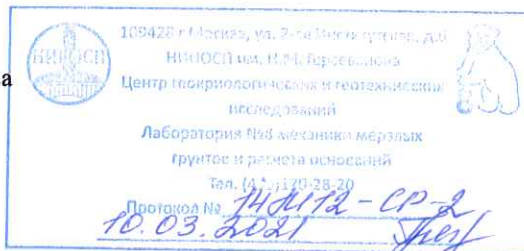
**Протокол испытаний № 14M12-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	14	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	M12	Номер установки:	45
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.03.2021
		Температура, °C	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,063
--	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

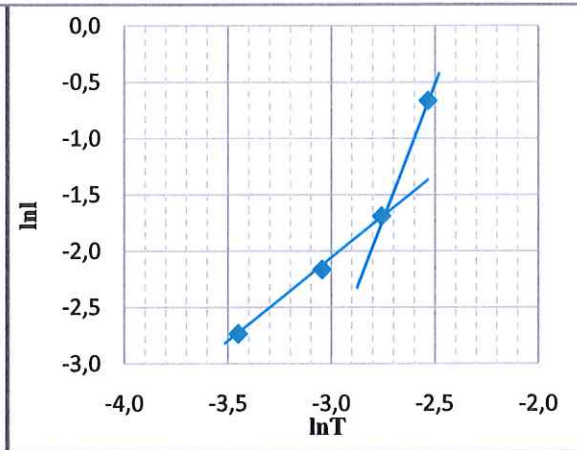
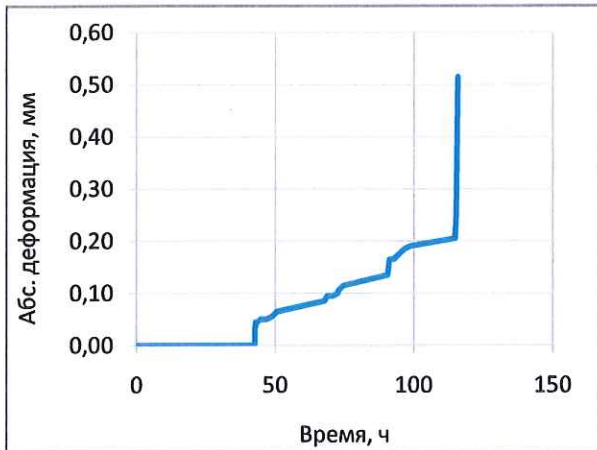
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,3%
		Плотность:	2,01 г/см <sup>3</sup>

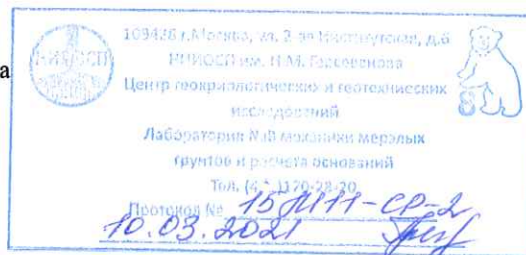
**Протокол испытаний № 15M11-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	15	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	M11	Номер установки:	42
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.03.2021
		Температура, °C	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,063
--	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

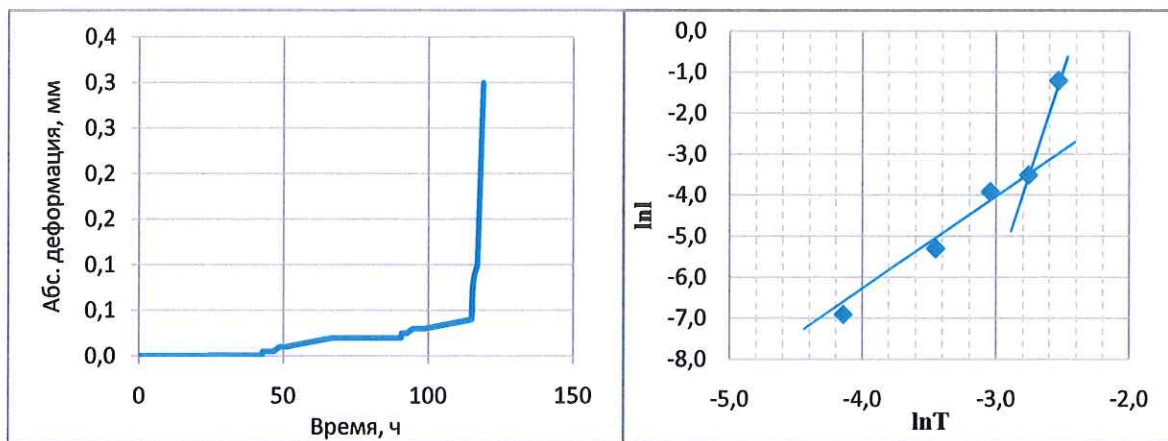
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	19,4%
		Плотность:	1,88 г/см <sup>3</sup>

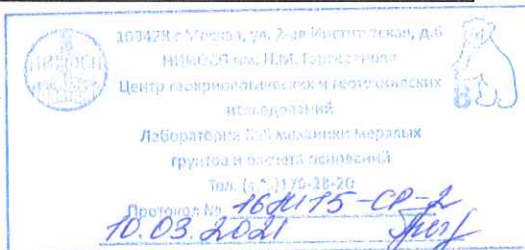
**Протокол испытаний № 16M15-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	16	Тип установок:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	M15	Номер установки:	35
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.03.2021
		Температура, °С	-2



Соппротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,063
---	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

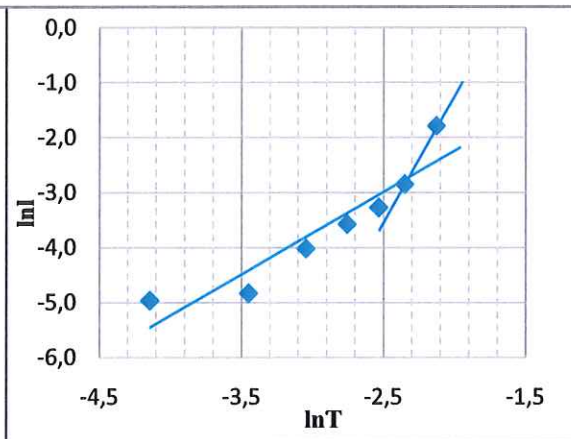
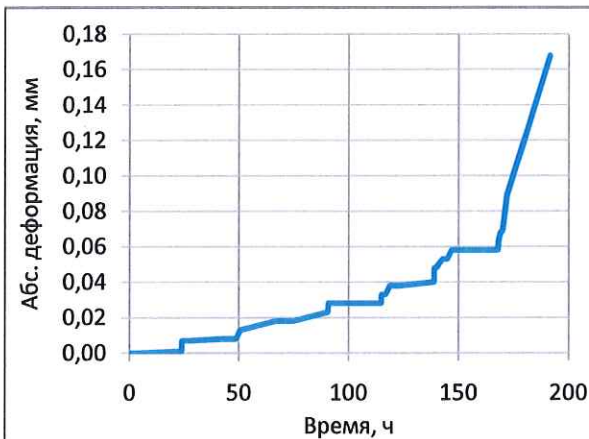
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,3%
		Плотность:	1,93 г/см <sup>3</sup>

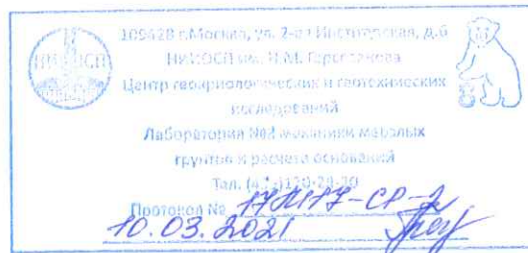
**Протокол испытаний № 17M17-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	17	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	M17	Номер установки:	41
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	07.03.2021
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,095
--	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

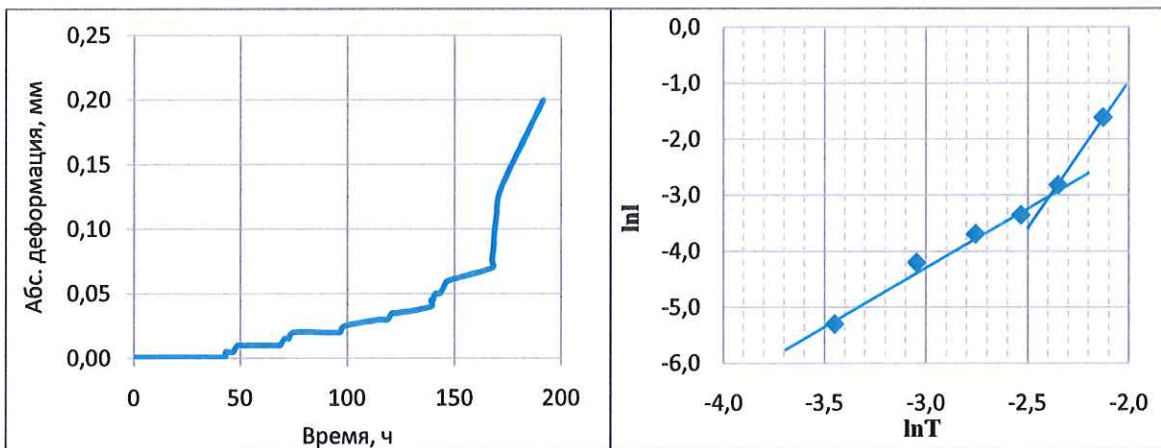
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,5%
		Плотность:	1,91 г/см <sup>3</sup>

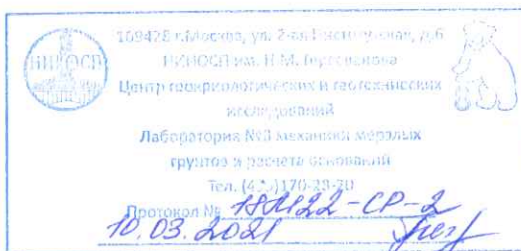
**Протокол испытаний № 18M22-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	18	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	M22	Номер установки:	39
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	07.03.2021
		Температура, °C	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,095
--	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

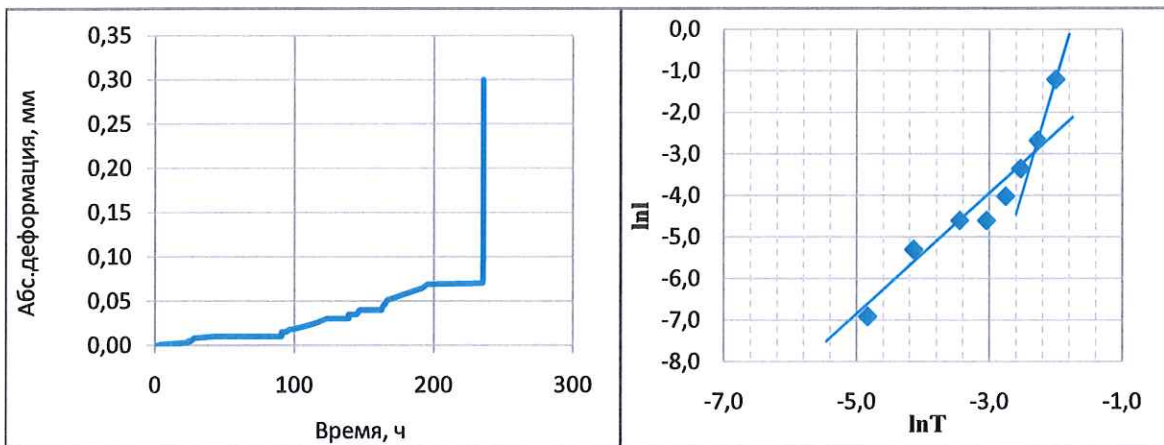
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,5%
		Плотность:	1,90 г/см <sup>3</sup>

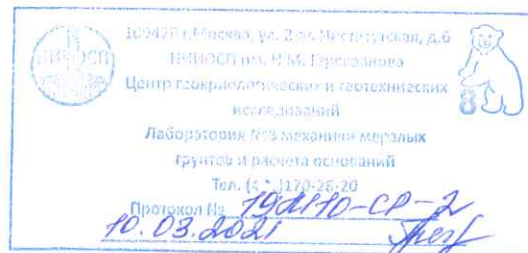
**Протокол испытаний № 19М10-СП-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	19	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М10	Номер установки:	40
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	07.03.2021
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,103
--	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

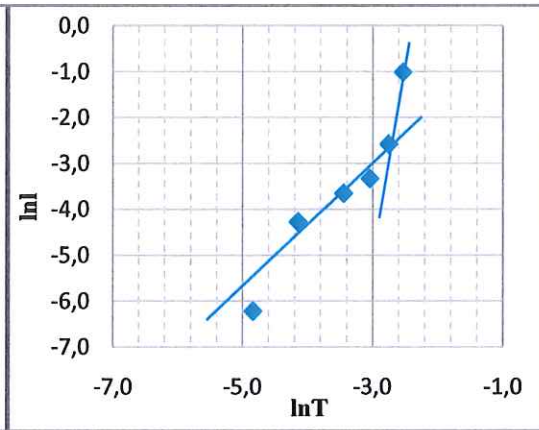
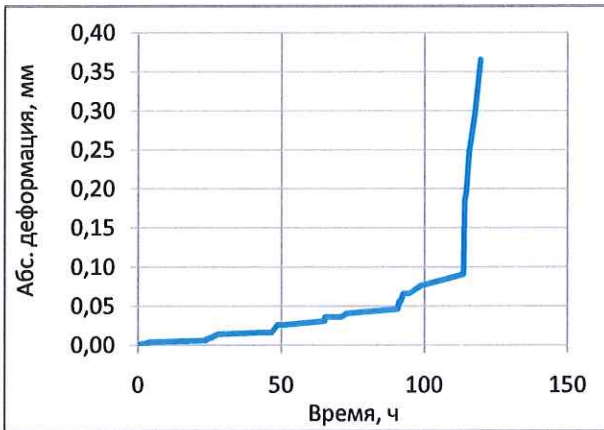
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,3%
		Плотность:	2,07 г/см <sup>3</sup>

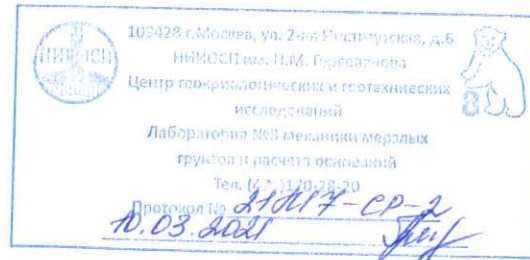
**Протокол испытаний № 21М7-СР-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	21	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М7	Номер установки:	36
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.03.2021
		Температура, °С	-2



Соппротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,063
---	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

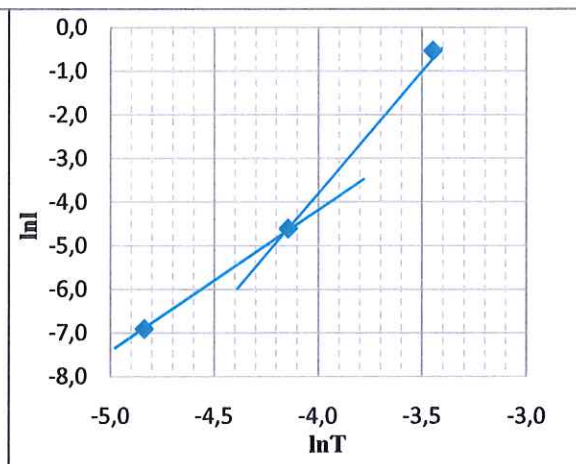
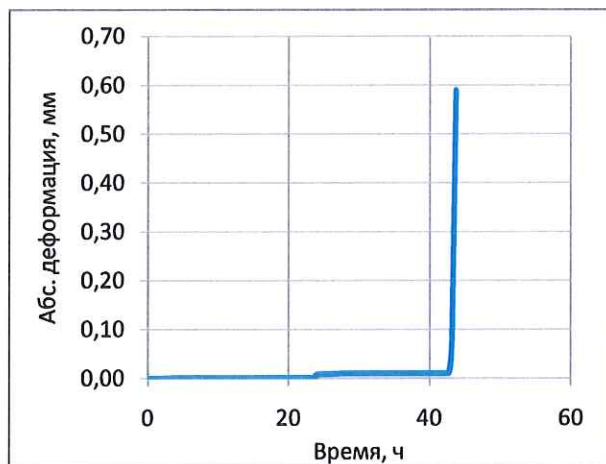
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,6%
		Плотность:	2,06 г/см <sup>3</sup>

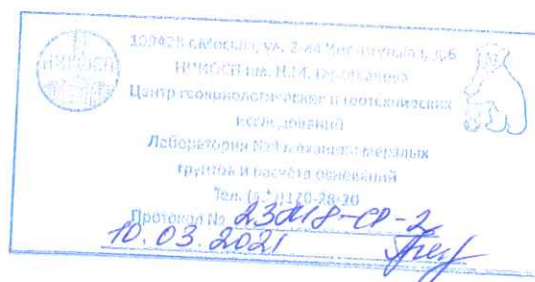
**Протокол испытаний № 23М8-СР-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	23	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М8	Номер установки:	44
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.03.2021
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,016
--	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

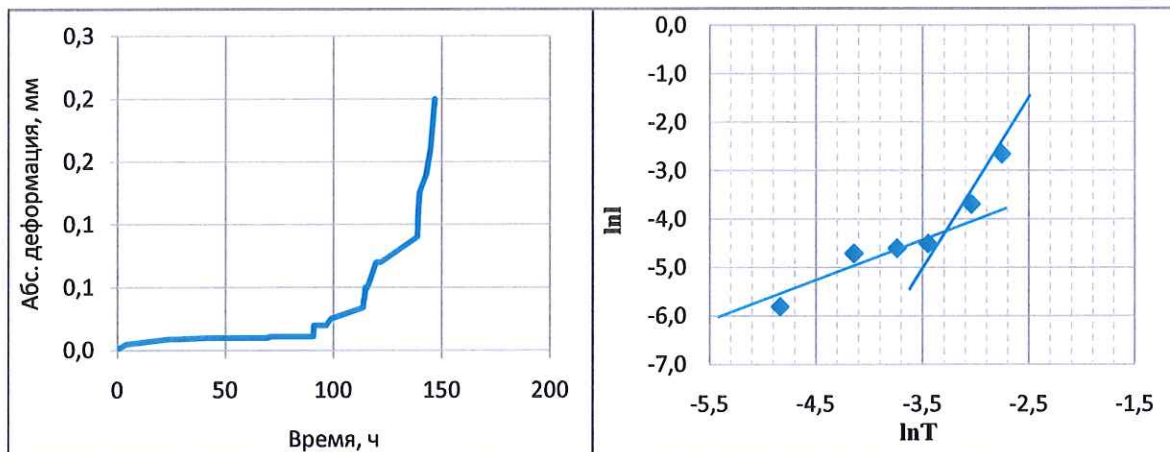
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,7%
		Плотность:	2,03 г/см <sup>3</sup>

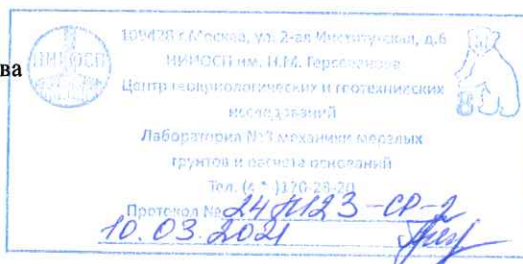
**Протокол испытаний № 24M23-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	24	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	M23	Номер установки:	38
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	27.02.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.03.2021
		Температура, °С	-2



Соппротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,041
---	----------	-------

Дата: "10" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

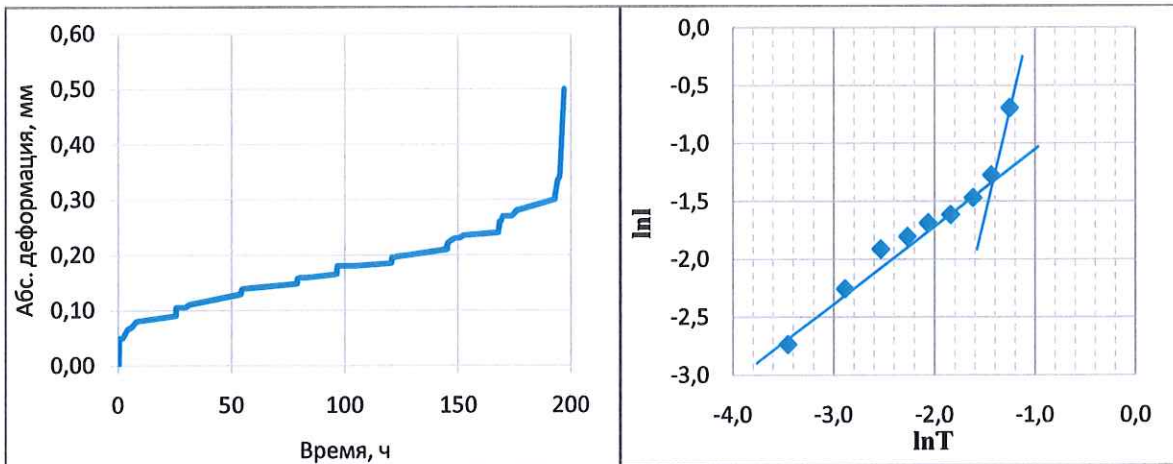
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,2%
		Плотность:	2,02 г/см <sup>3</sup>

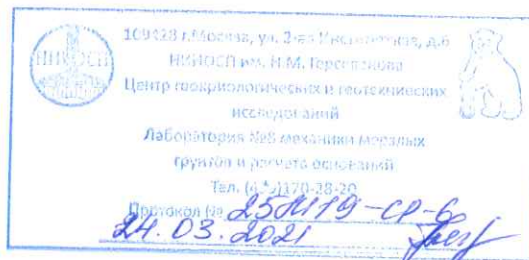
**Протокол испытаний № 25М19-СП-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	25	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М19	Номер установки:	40
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	19.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,238
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

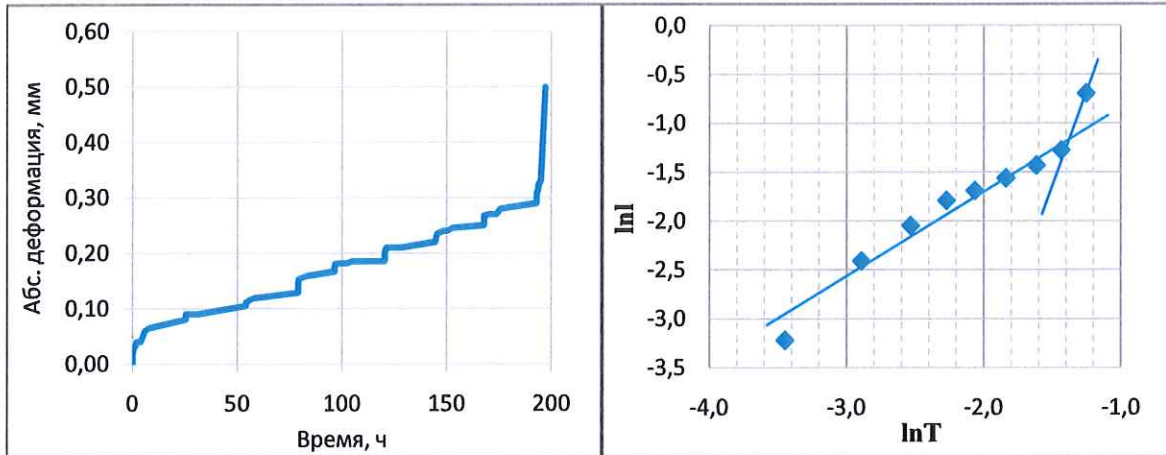
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,2%
		Плотность:	1,94 г/см <sup>3</sup>

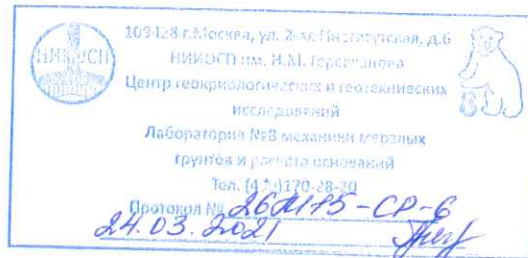
**Протокол испытаний № 26М15-СП-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	26	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	M15	Номер установки:	35
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	19.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,238
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

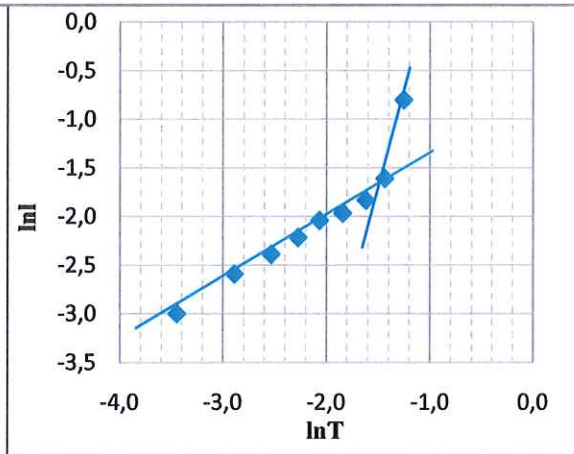
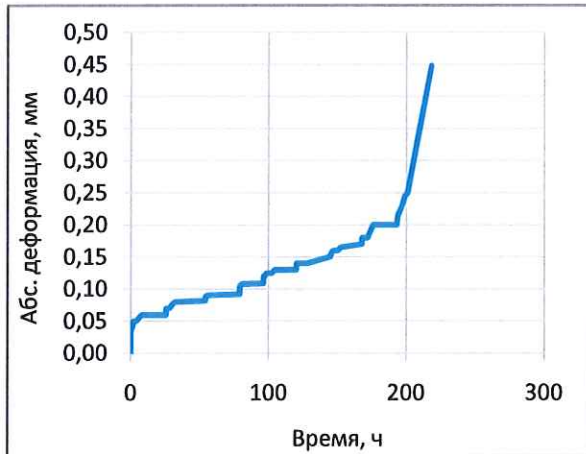
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,6%
		Плотность:	2,02 г/см <sup>3</sup>

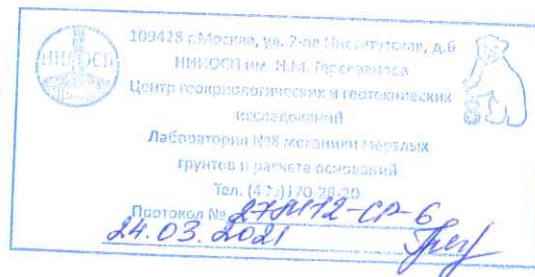
**Протокол испытаний № 27М12-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	27	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	М12	Номер установки:	45
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	20.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,238
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

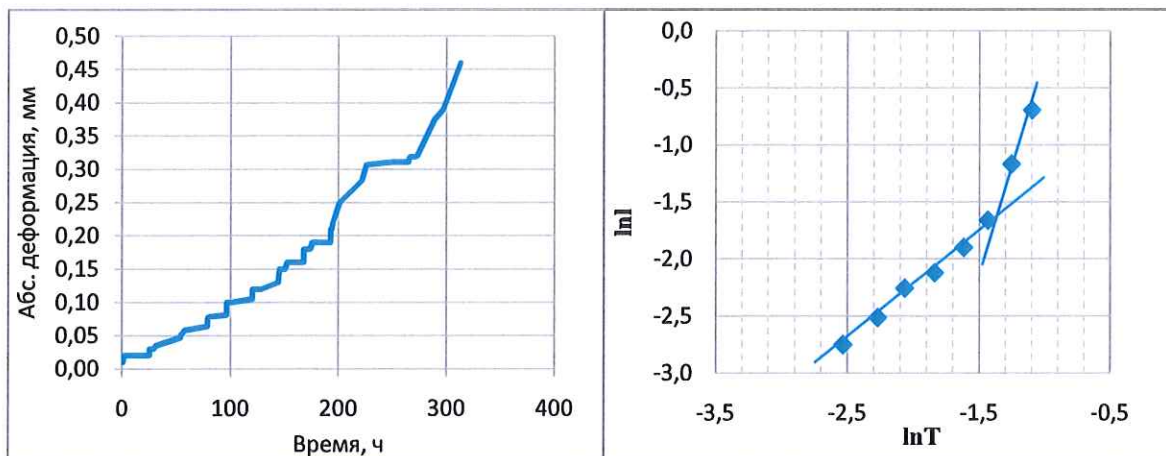
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	17,8%
		Плотность:	2,06 г/см <sup>3</sup>

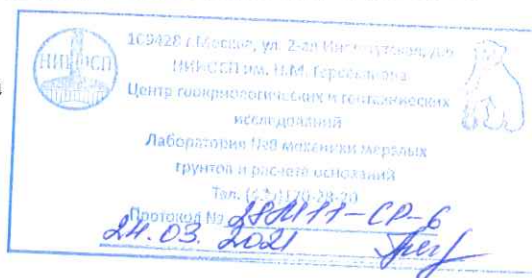
**Протокол испытаний № 28M11-CP-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	28	Тип установок:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	M11	Номер установки:	42
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	23.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,238
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

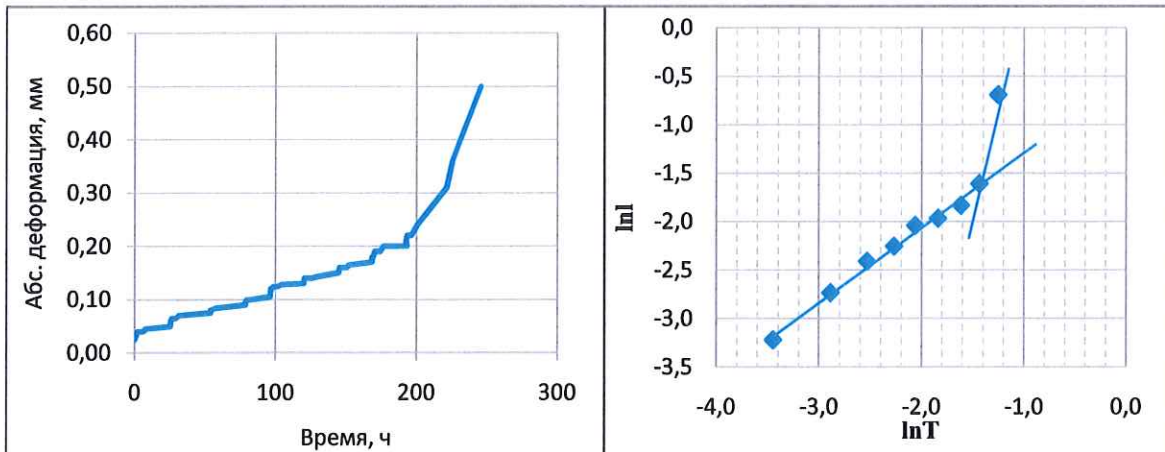
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,3%
		Плотность:	1,96 г/см <sup>3</sup>

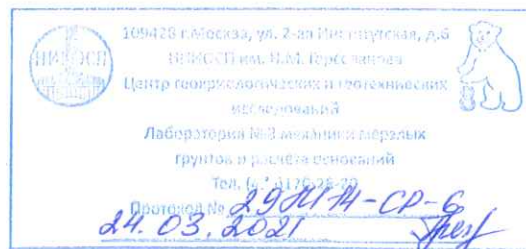
**Протокол испытаний № 29М14-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	29	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	М14	Номер установки:	38
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	21.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,238
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

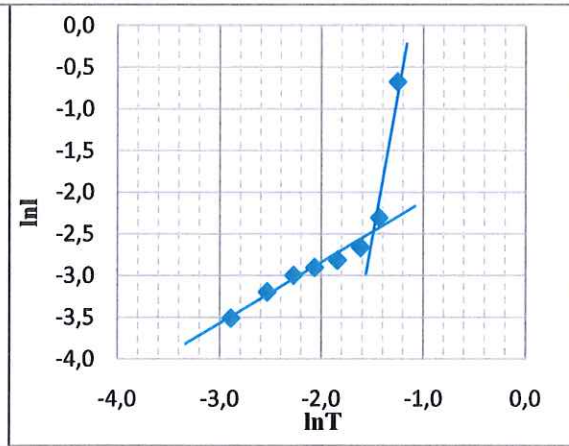
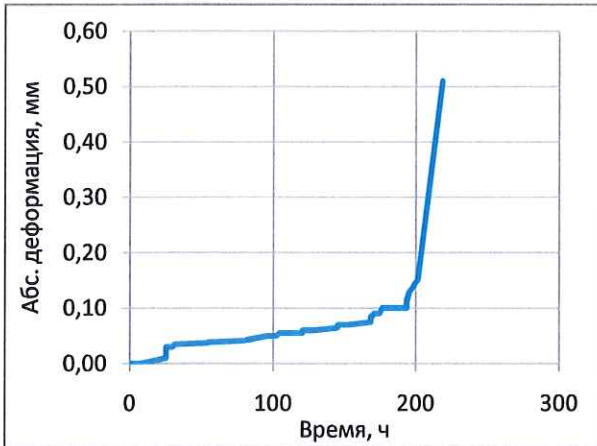
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,9%
		Плотность:	1,91 г/см <sup>3</sup>

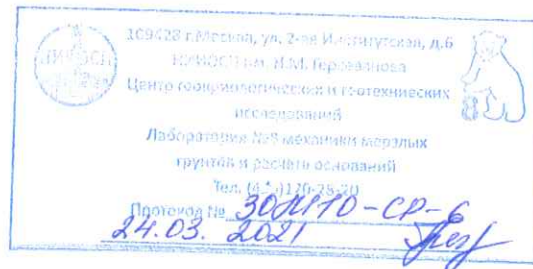
**Протокол испытаний № 30M10-CP-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	30	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	M10	Номер установки:	50
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	20.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,238
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

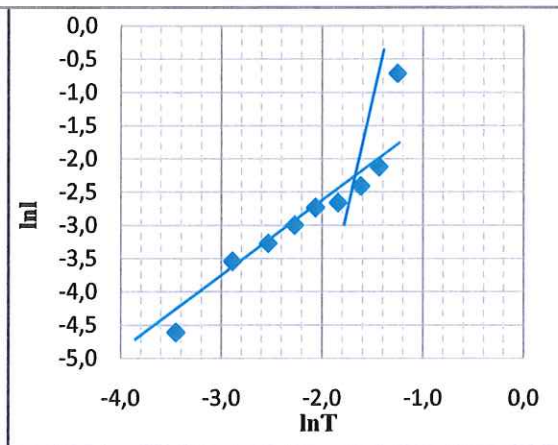
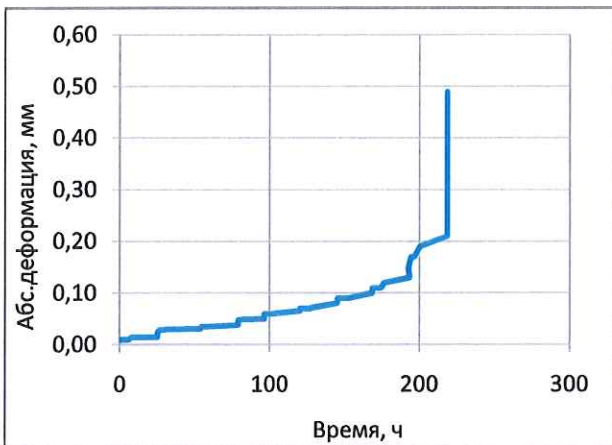
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,5%
		Плотность:	1,94 г/см <sup>3</sup>

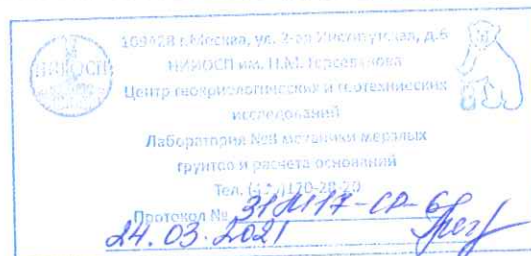
**Протокол испытаний № 31M17-CP-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	31	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	M17	Номер установки:	41
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	72	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	20.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,238
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

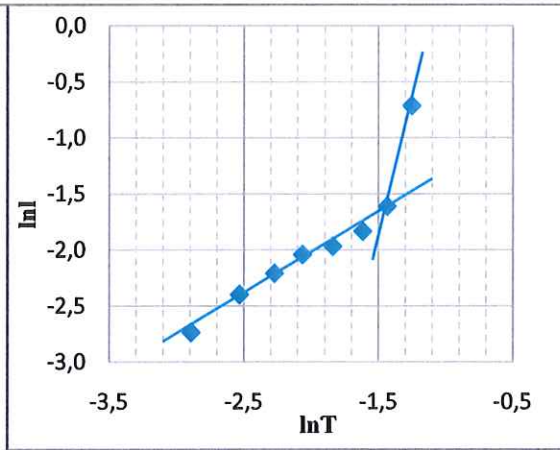
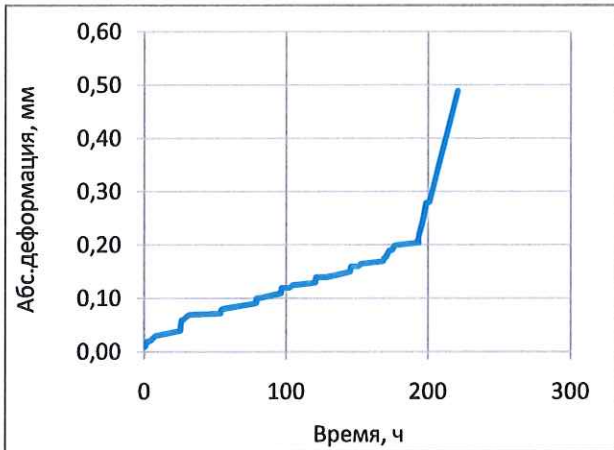
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,6%
		Плотность:	1,91 г/см <sup>3</sup>

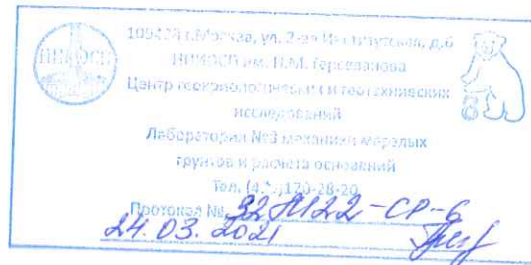
**Протокол испытаний № 32М22-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	32	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М22	Номер установки:	39
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	72	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	20.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,238
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

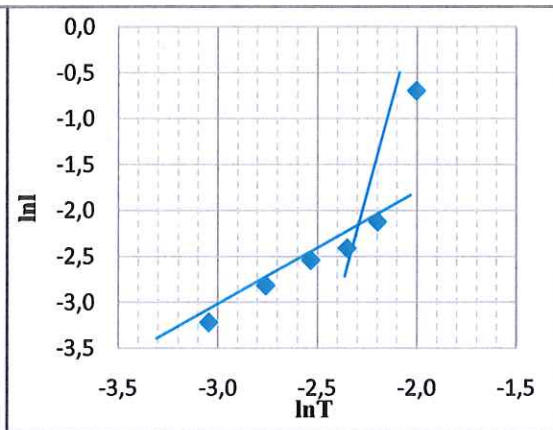
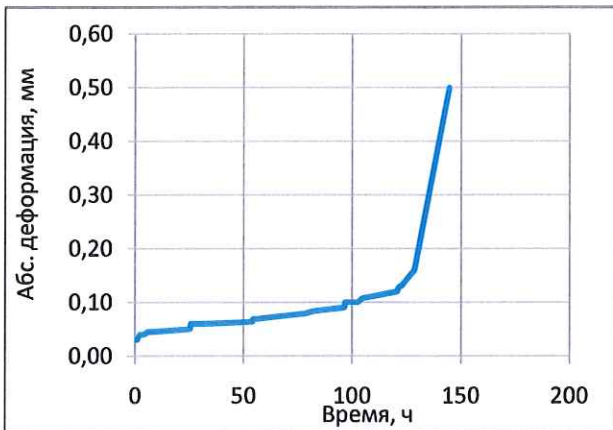
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	11,1%
		Плотность:	2,18 г/см <sup>3</sup>

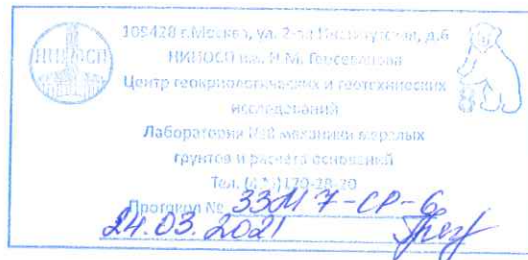
**Протокол испытаний № 33М7-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	33	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М7	Номер установки:	43
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	17.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,111
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

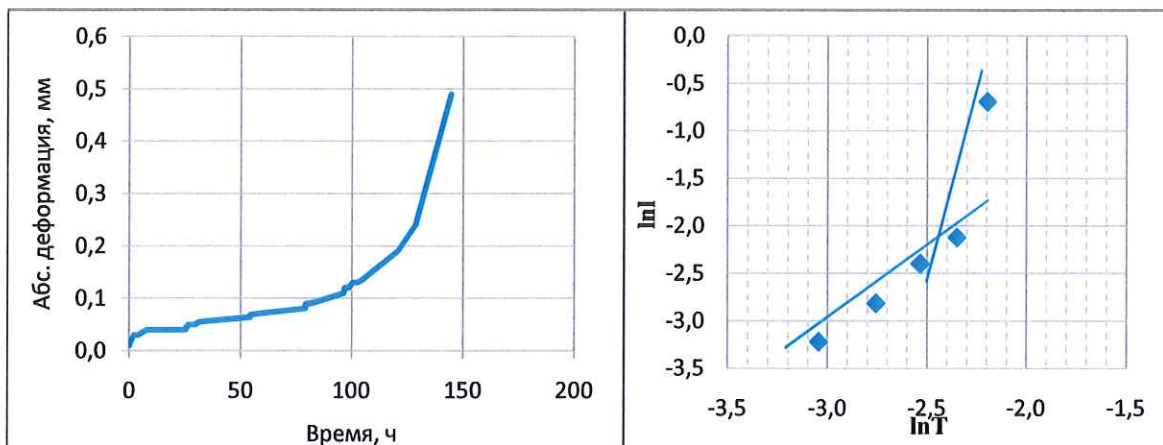
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,4%
		Плотность:	2,15 г/см <sup>3</sup>

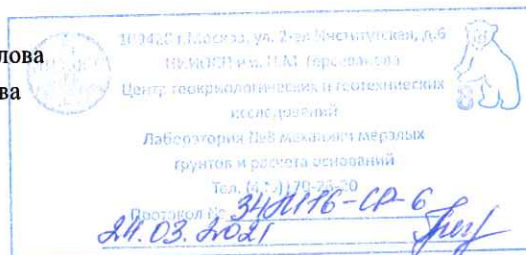
**Протокол испытаний № 34М16-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	34	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	M16	Номер установки:	51
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	17.03.2021
		Температура, °С	-6



Соппротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,095
---	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

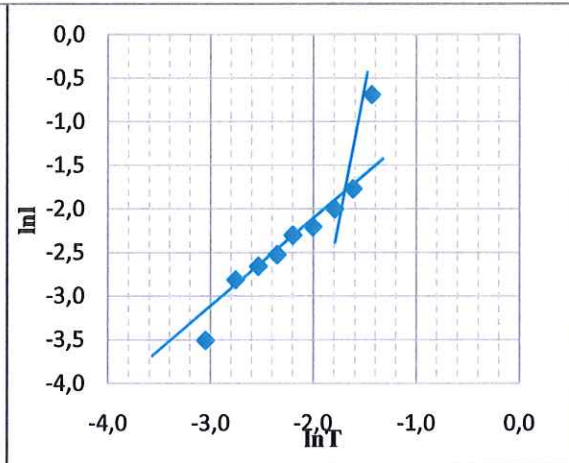
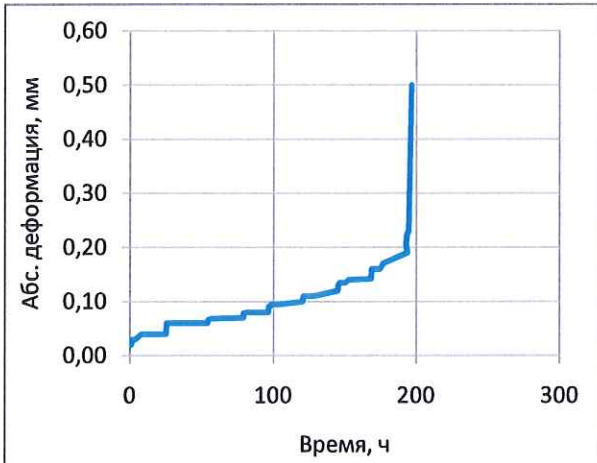
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,5%
		Плотность:	2,15 г/см <sup>3</sup>

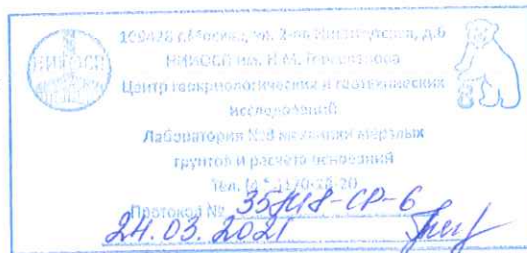
**Протокол испытаний № 35М8-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	35	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М8	Номер установки:	36
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	19.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,198
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

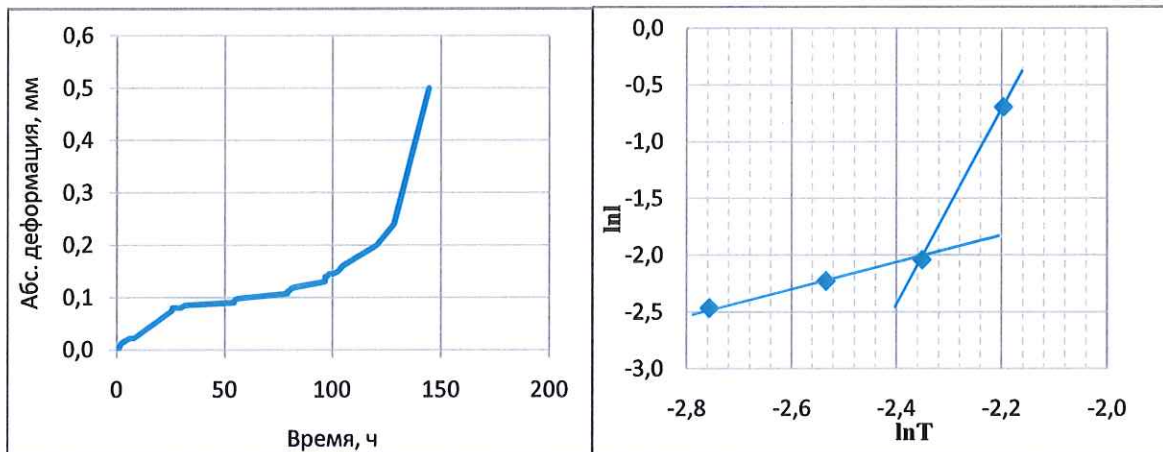
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	ОСПТ "Reline"	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,0%
		Плотность:	2,16 г/см <sup>3</sup>

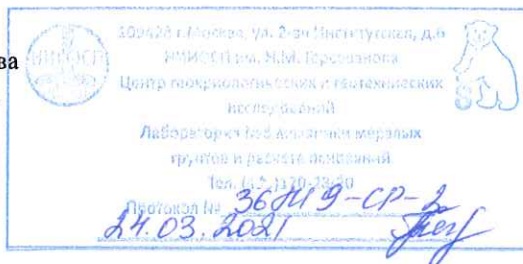
**Протокол испытаний № 36М9-СР-2**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	36	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	М9	Номер установки:	44
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	63	Начало опыта:	11.03.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	17.03.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,095
--	----------	-------

Дата: "24" марта 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

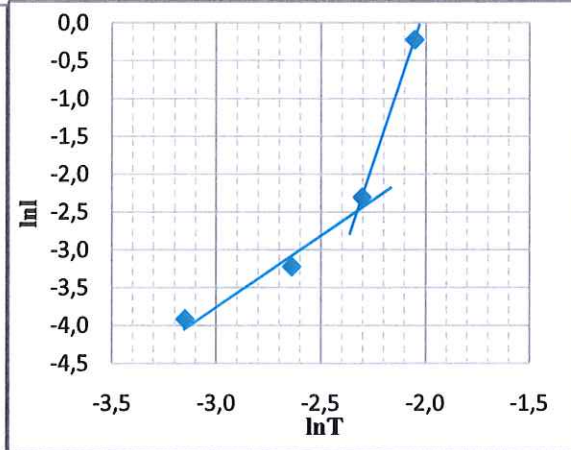
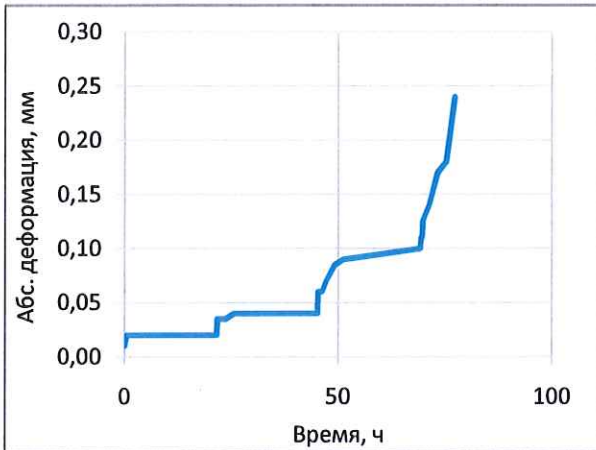
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦГР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,8%
		Плотность:	1,99 г/см <sup>3</sup>

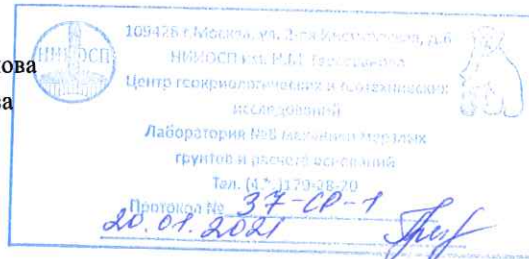
**Протокол испытаний № 37-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	37	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	109	Номер установки:	44
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	10.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	14.01.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,099
--	----------	-------

Дата: "20" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

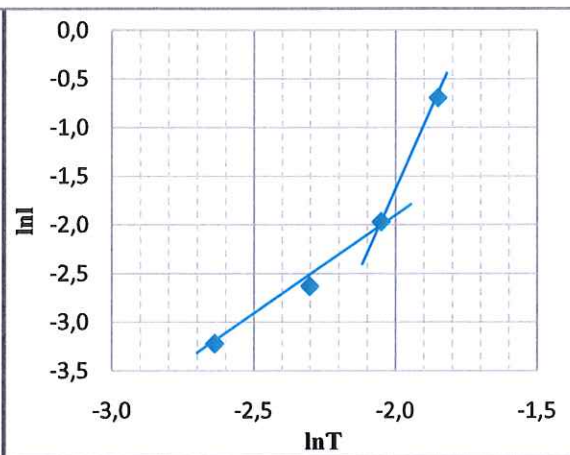
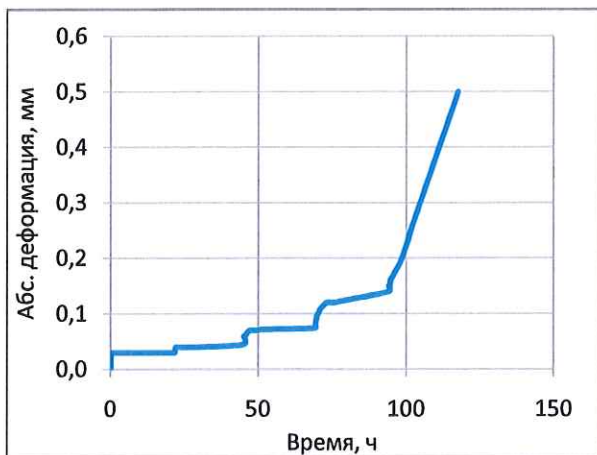
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	13,0%
		Плотность:	2,03 г/см <sup>3</sup>

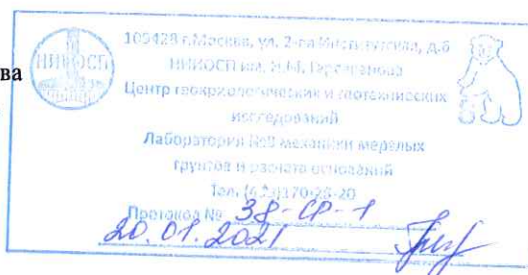
**Протокол испытаний № 38-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	38	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	110	Номер установки:	45
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	10.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	15.01.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,129
--	----------	-------

Дата: "20" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

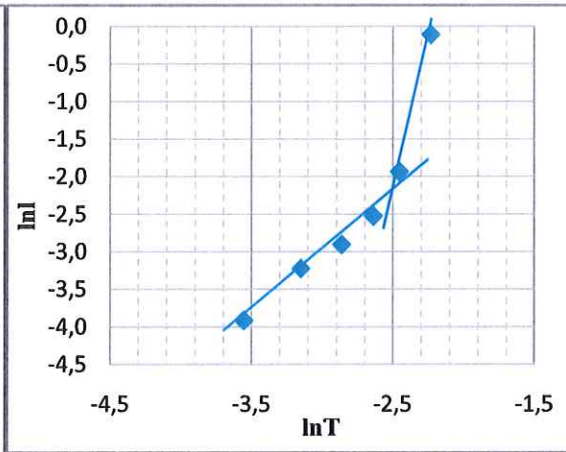
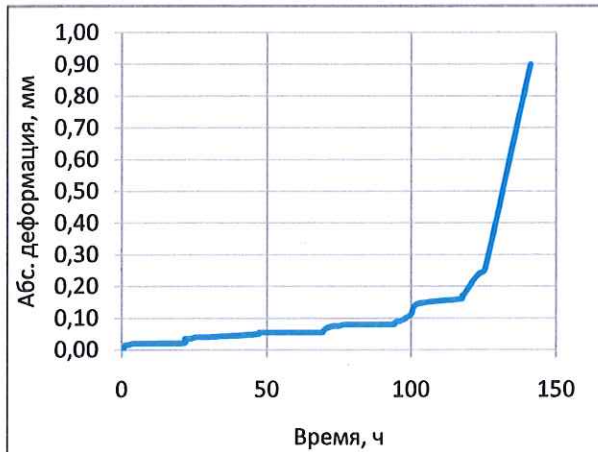
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,4%
		Плотность:	1,86 г/см <sup>3</sup>

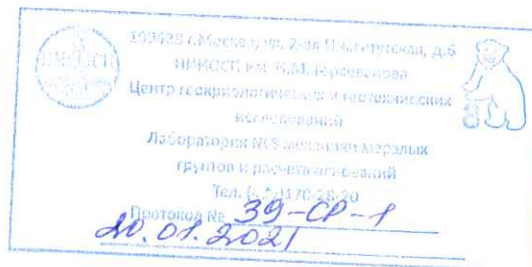
**Протокол испытаний № 39-СП-1**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	39	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	111	Номер установки:	40
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	10.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	16.01.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,082
--	----------	-------

Дата: "20" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

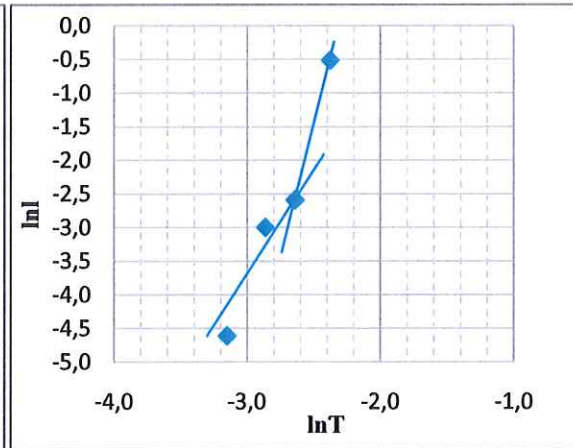
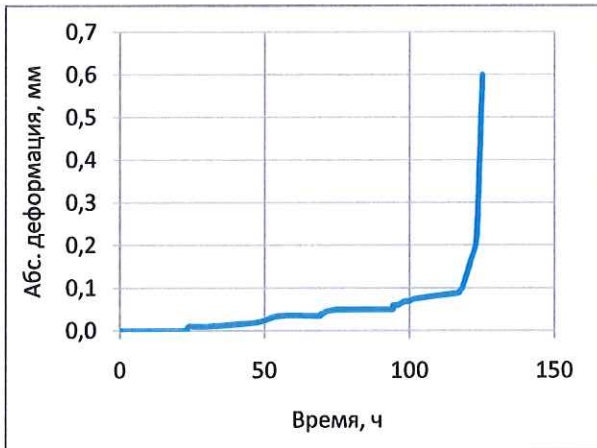
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,8%
		Плотность:	1,86 г/см <sup>3</sup>

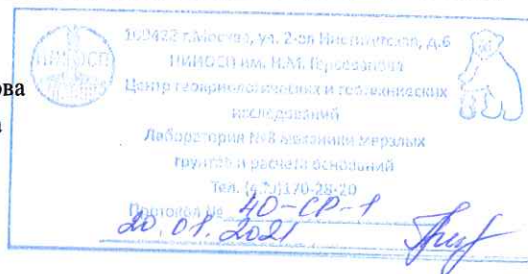
**Протокол испытаний № 40-СП-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	40	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	126	Номер установки:	35
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	10.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	15.01.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,071
--	----------	-------

Дата: "20" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

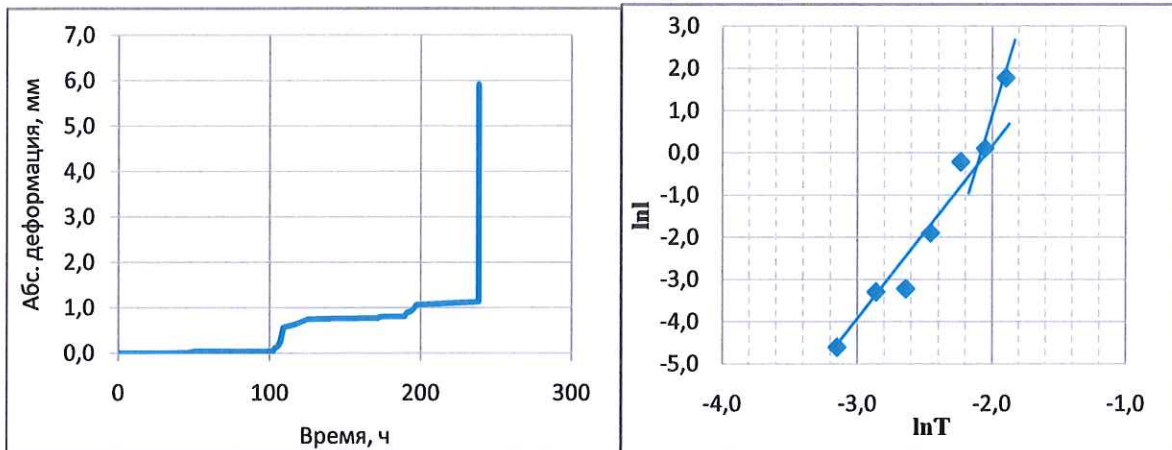
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,0%
		Плотность:	1,91 г/см <sup>3</sup>

**Протокол испытаний № 41-СП-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	41	Тип установок:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	113	Номер установки:	42
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	10.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	20.01.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,129
--	----------	-------

Дата: "20" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

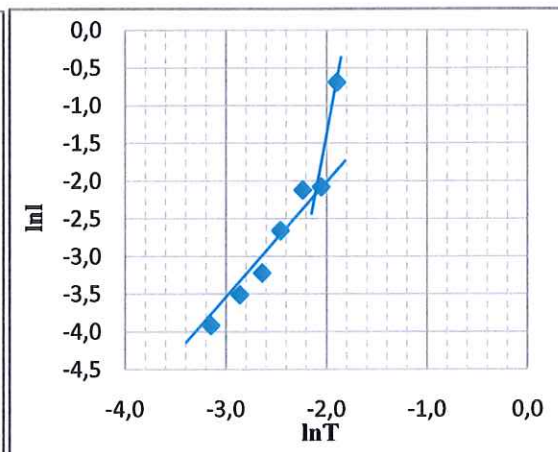
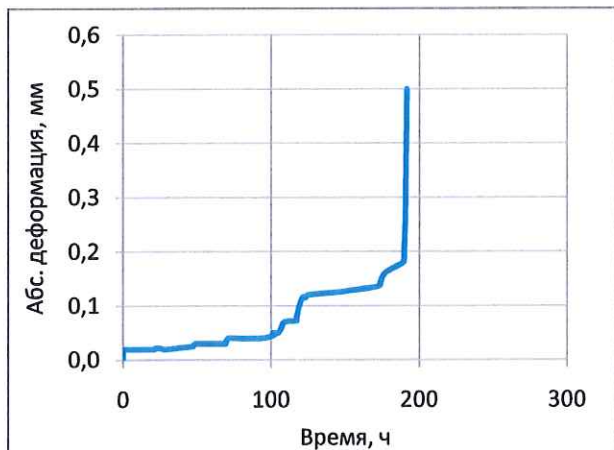
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,7%
		Плотность:	1,92 г/см <sup>3</sup>

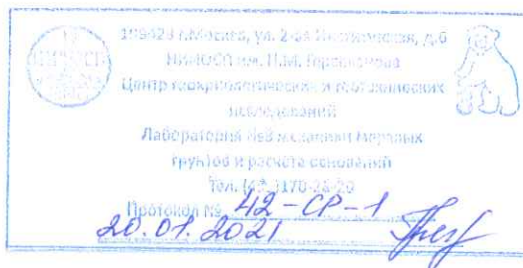
**Протокол испытаний № 42-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	42	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	112	Номер установки:	51
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	40	Начало опыта:	10.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	18.01.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,122
--	----------	-------

Дата: "20" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

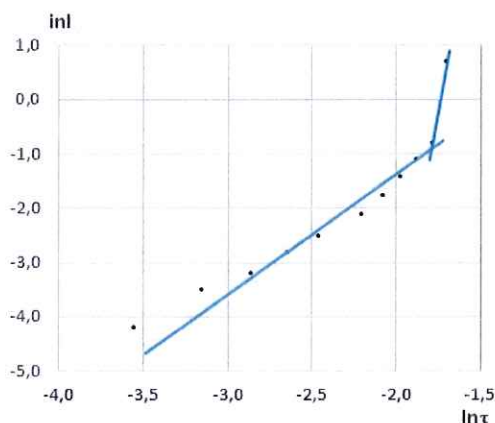
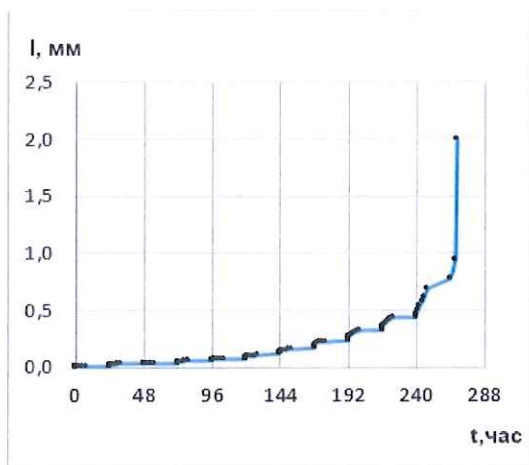
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,1%
		Плотность:	1,99 г/см <sup>3</sup>

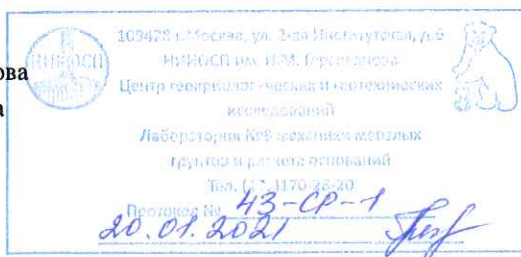
**Протокол испытаний № 43-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	43	Тип установок:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	100	Номер установки:	39
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	25.12.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	06.01.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,129
--	----------	-------

Дата: "20" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

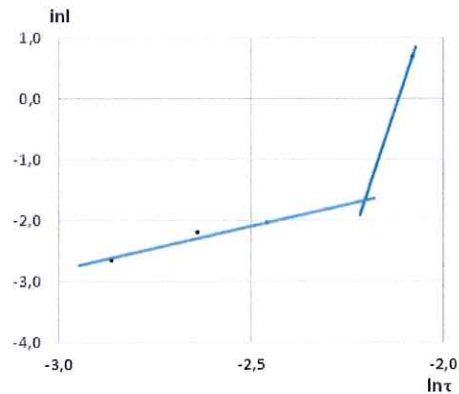
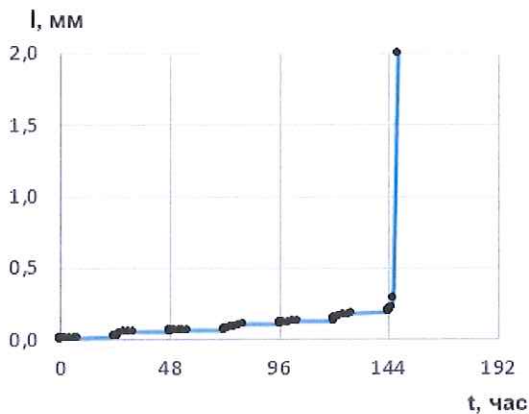
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,4%
		Плотность:	1,88 г/см <sup>3</sup>

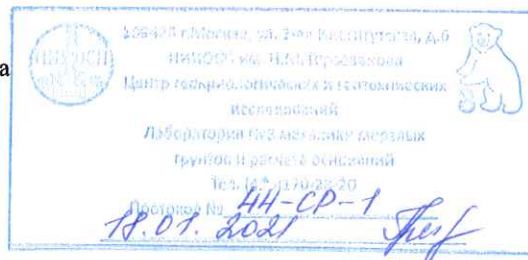
**Протокол испытаний № 44-СП-1**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	44	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	101	Номер установки:	43
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	25.12.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	31.12.2020
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	R <sub>af</sub> , МПа	0,111
--	-----------------------	-------

Дата: "18" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

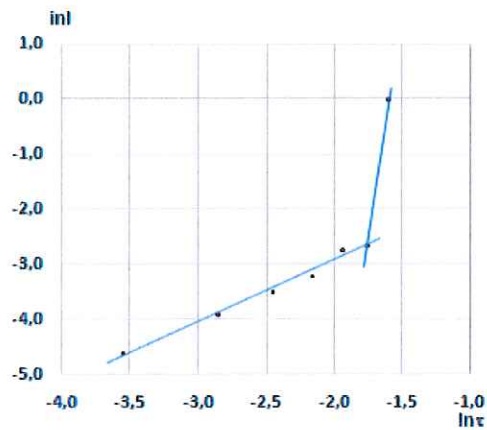
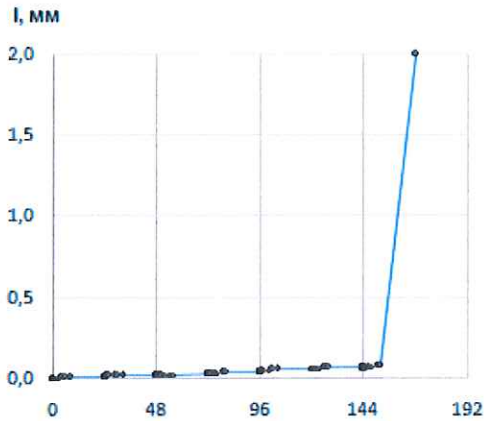
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	8,0%
		Плотность:	1,96 г/см <sup>3</sup>

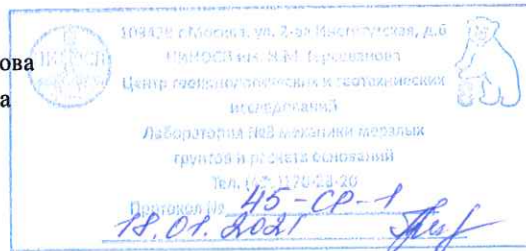
**Протокол испытаний № 45-СР-1**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	45	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	102	Номер установки:	38
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	25.12.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	06.01.2021
		Температура, °С	-1



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,171
--	----------	-------

Дата: "18" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

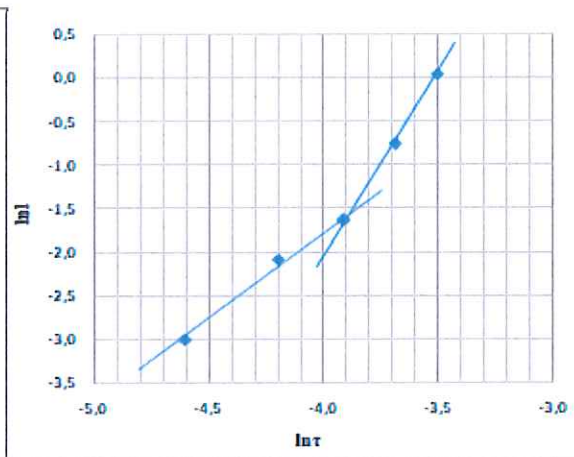
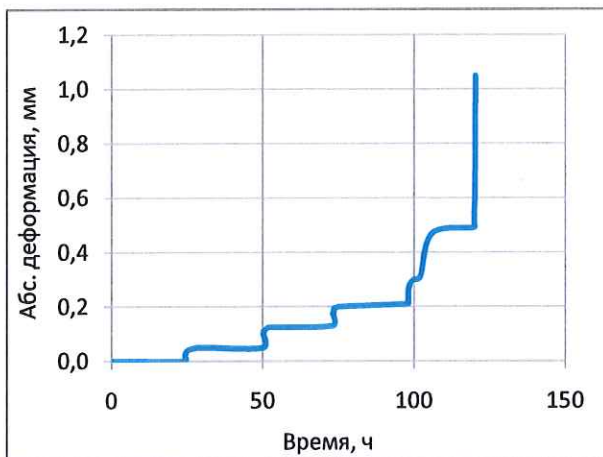
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,0%
		Плотность:	1,92 г/см <sup>3</sup>

**Протокол испытаний № 46-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	46	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	118	Номер установки:	40
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	06.11.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	12.11.2020
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,260
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

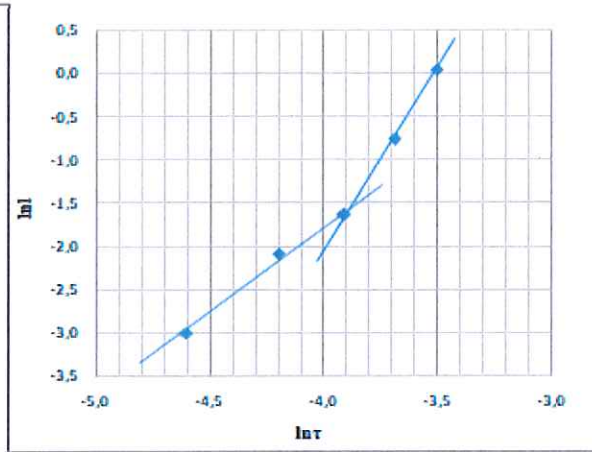
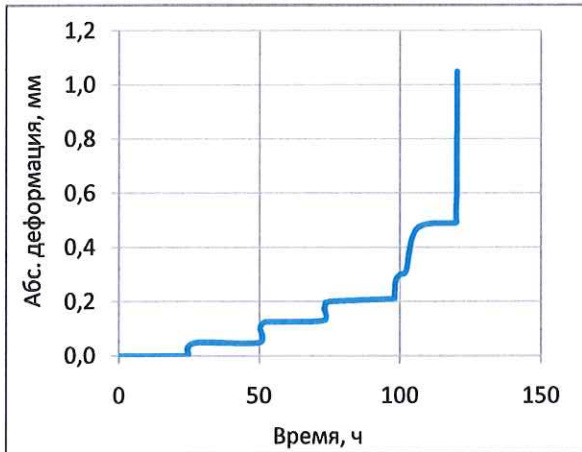
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	17,4%
		Плотность:	1,94 г/см <sup>3</sup>

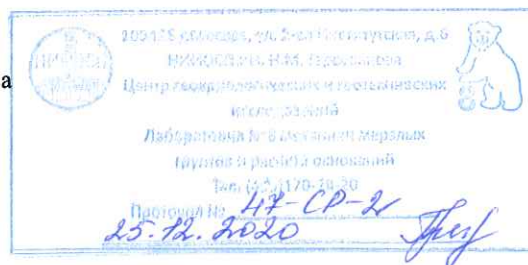
**Протокол испытаний № 47-СР-2**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	47	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	119	Номер установки:	35
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	09.12.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	14.12.2020
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,220
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

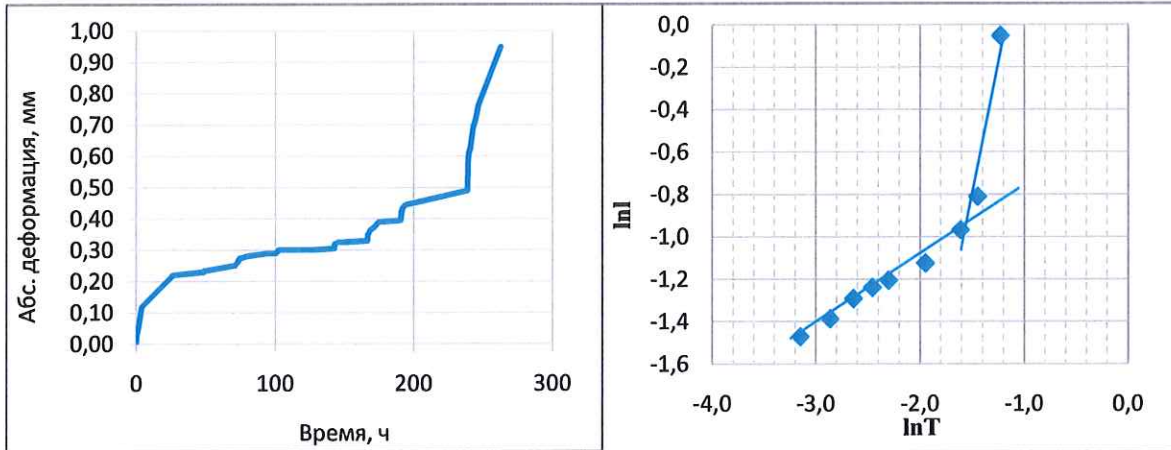
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,0%
		Плотность:	1,94 г/см <sup>3</sup>

**Протокол испытаний № 48-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	48	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	103	Номер установки:	39
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	15.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	26.01.2021
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,223
--	----------	-------

Дата: "26" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

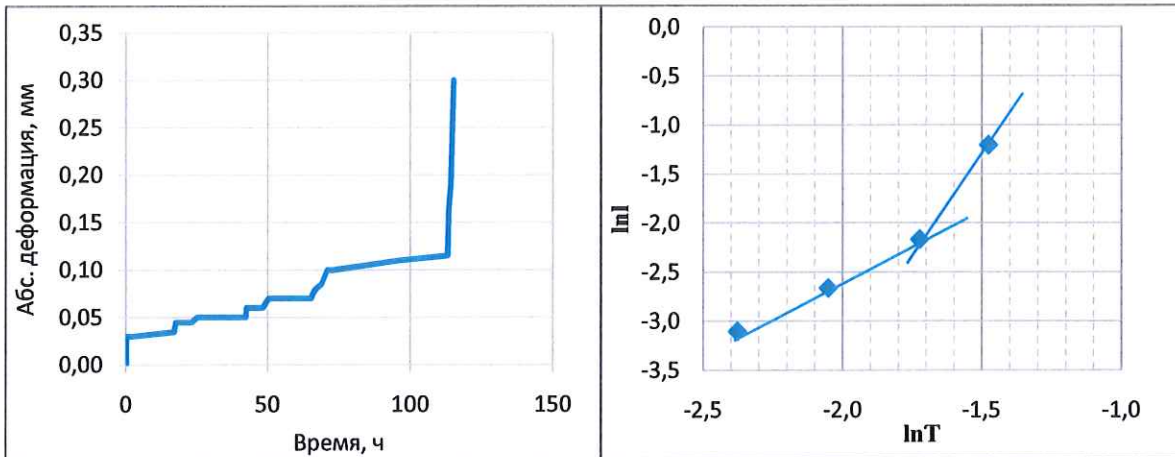
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	13,2%
		Плотность:	2,03 г/см <sup>3</sup>

**Протокол испытаний № 49-CP-2**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	49	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	114	Номер установки:	38
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	09.12.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	11.12.2020
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,179
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

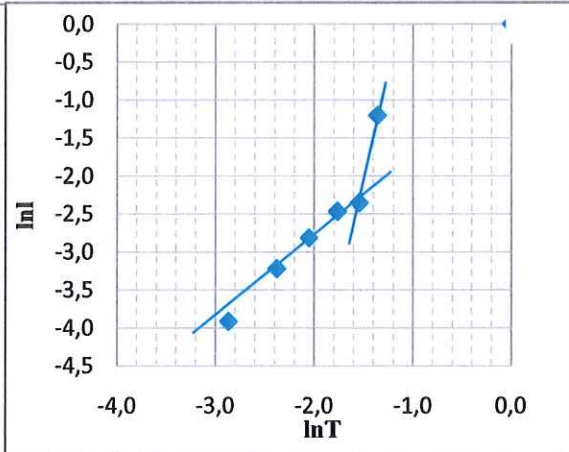
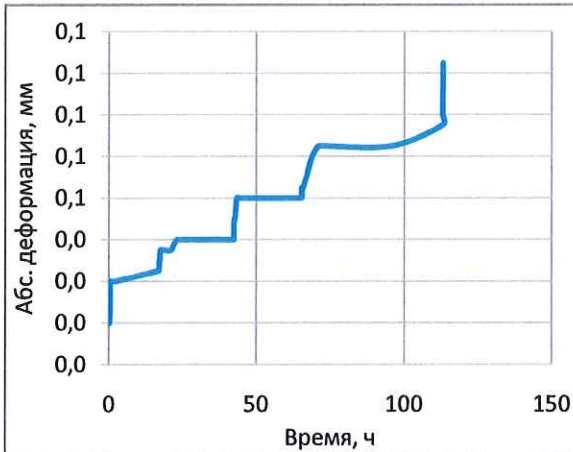
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,5%
		Плотность:	1,84 г/см <sup>3</sup>

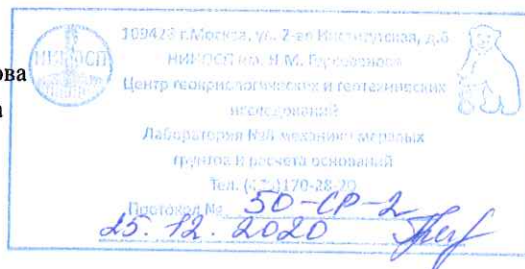
**Протокол испытаний № 50-СР-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	50	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	115	Номер установки:	42
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	09.12.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	14.12.2020
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,214
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

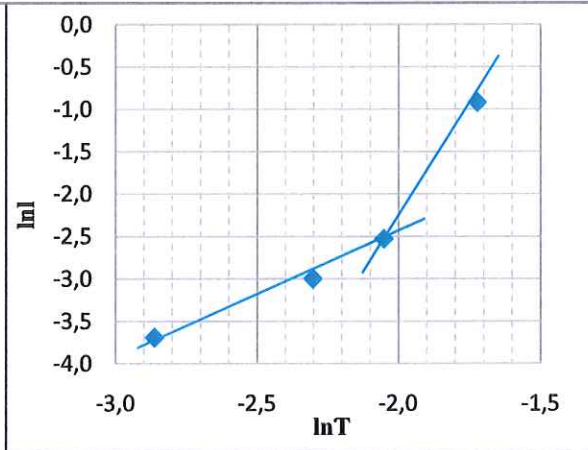
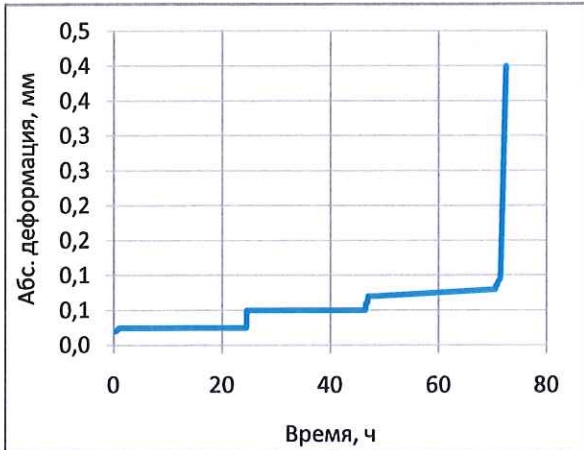
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	13,0%
		Плотность:	1,88 г/см <sup>3</sup>

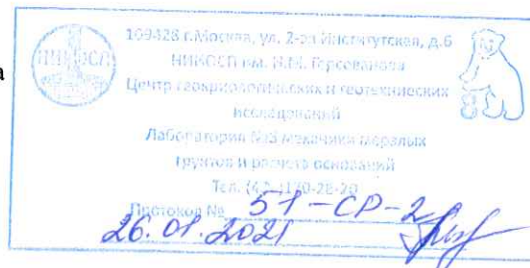
**Протокол испытаний № 51-СП-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	51	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	105	Номер установки:	38
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	15.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	18.01.2021
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,129
--	----------	-------

Дата: "26" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

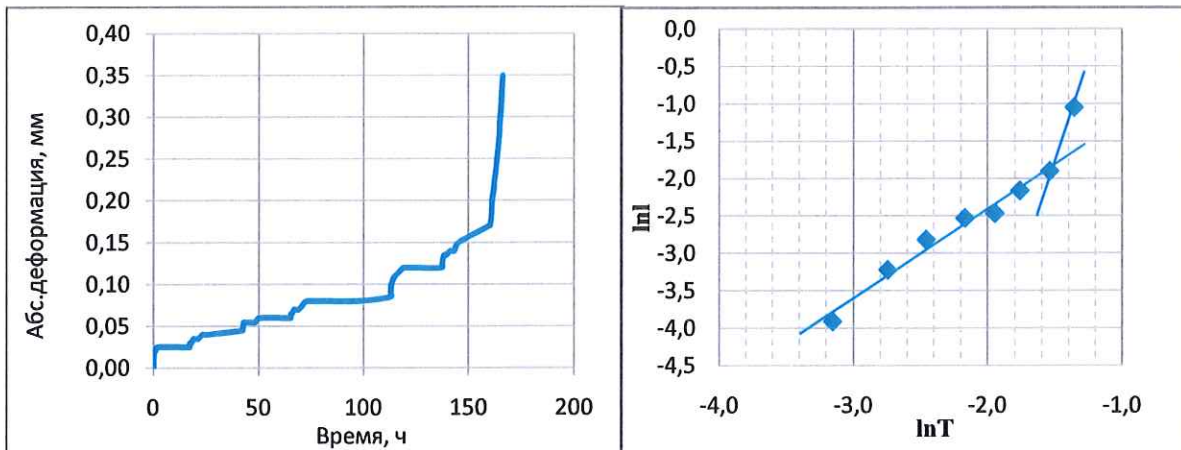
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,4%
		Плотность:	1,94 г/см <sup>3</sup>

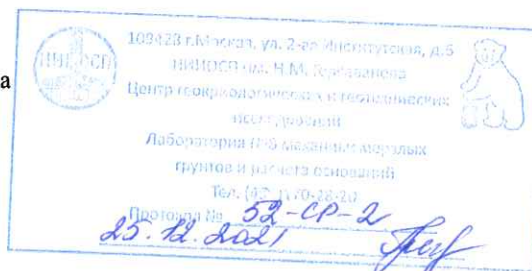
**Протокол испытаний № 52-CP-2**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	52	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	116	Номер установки:	41
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	09.12.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	14.12.2020
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,214
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

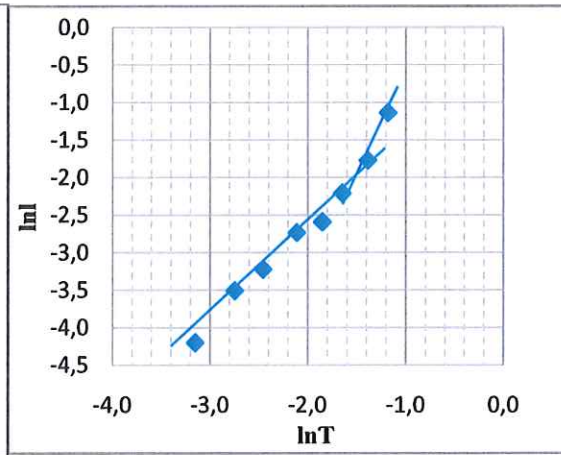
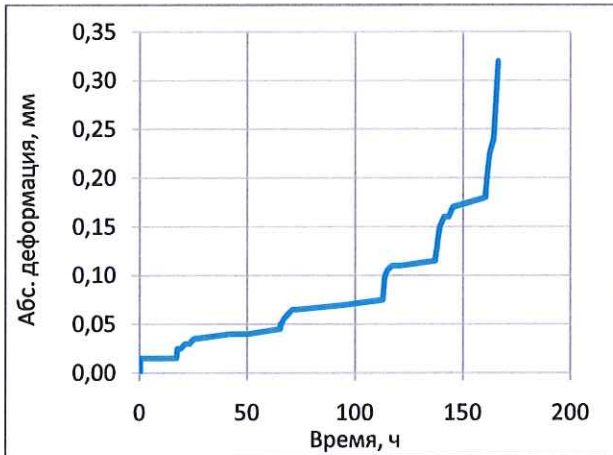
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	27,2%
		Плотность:	1,93 г/см <sup>3</sup>

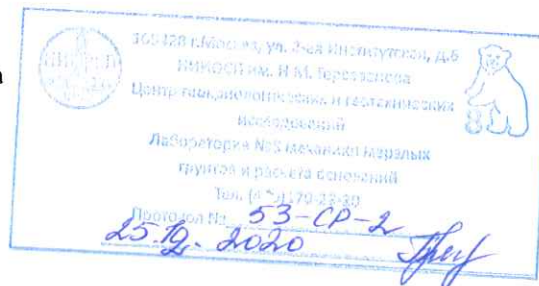
**Протокол испытаний № 53-CP-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	53	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	117	Номер установки:	43
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	09.12.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	14.12.2020
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,239
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

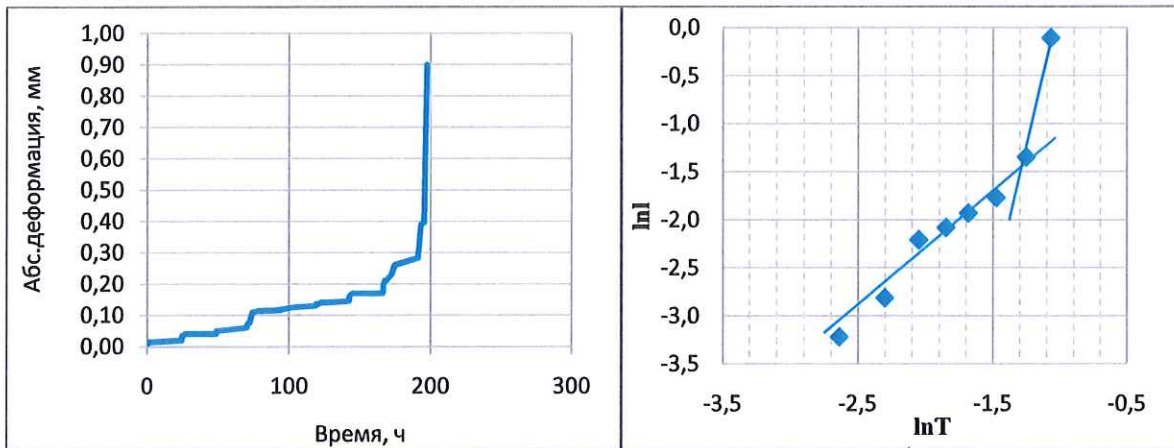
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,2%
		Плотность:	1,87 г/см <sup>3</sup>

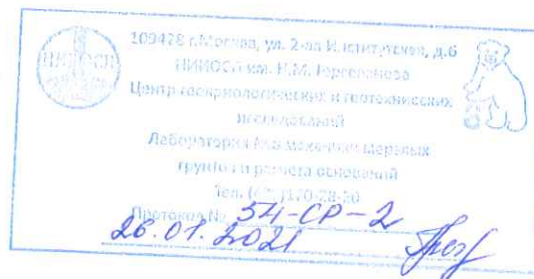
**Протокол испытаний № 54-СП-2**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	54	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	115	Номер установки:	43
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	15.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	25.01.2021
		Температура, °С	-2



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,273
--	----------	-------

Дата: "26" января 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

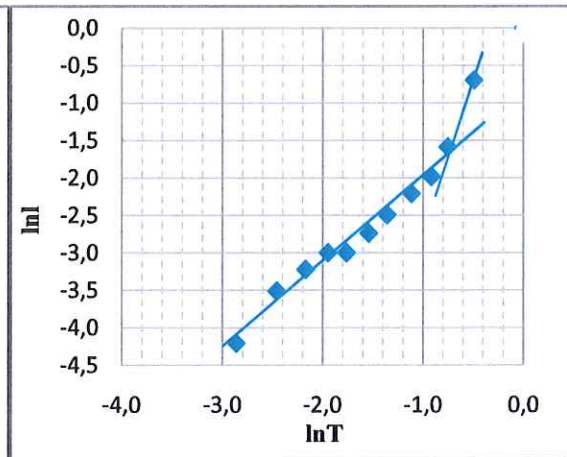
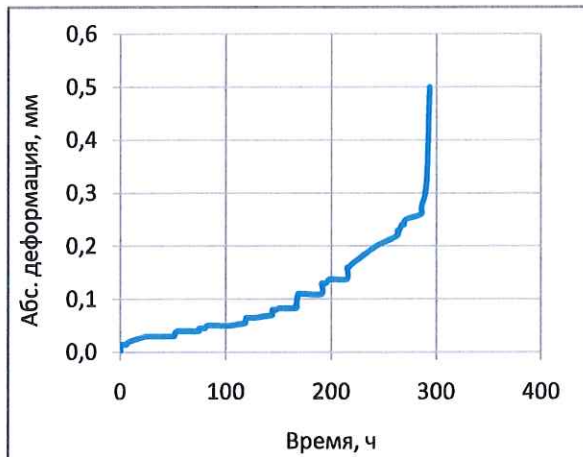
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	12,7%
		Плотность:	1,98 г/см <sup>3</sup>

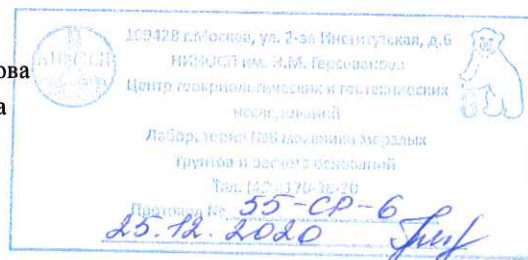
**Протокол испытаний № 55-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	55	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	120	Номер установки:	45
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	19.11.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	01.12.2020
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,440
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

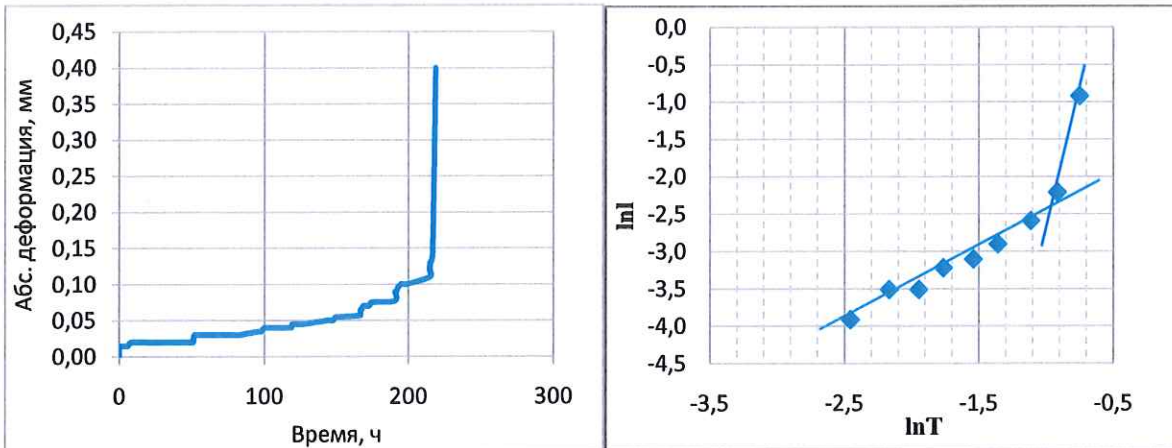
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	13,1%
		Плотность:	1,96 г/см <sup>3</sup>

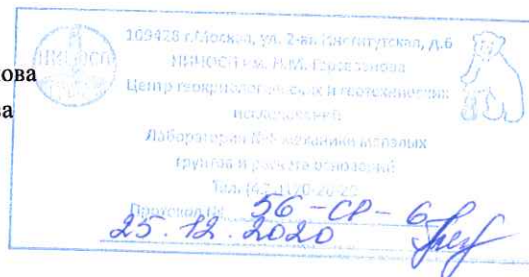
**Протокол испытаний № 56-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	56	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	107	Номер установки:	44
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	19.11.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	28.11.2020
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,387
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

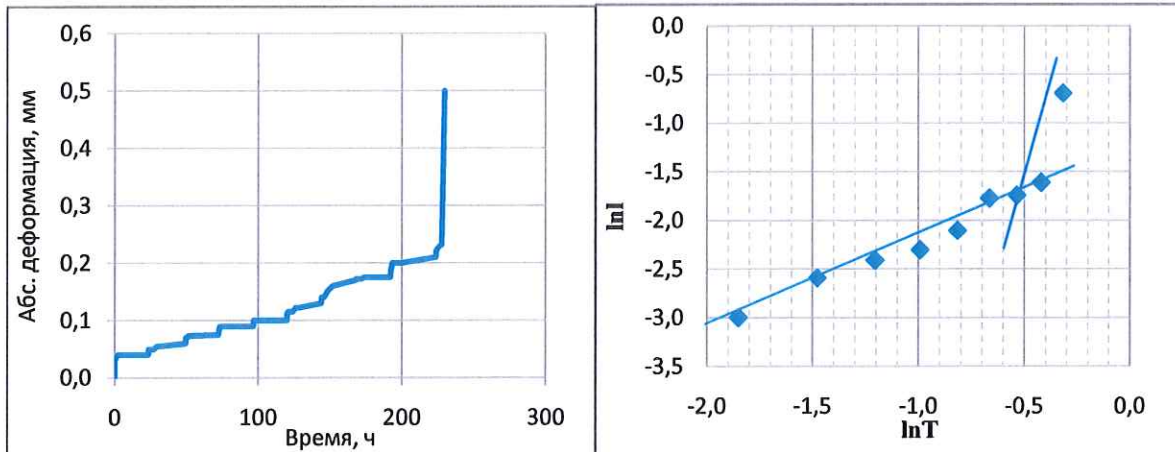
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	ЦПР
Криогенная текстура:	-	Влажность:	11,5%
		Плотность:	1,94 г/см <sup>3</sup>

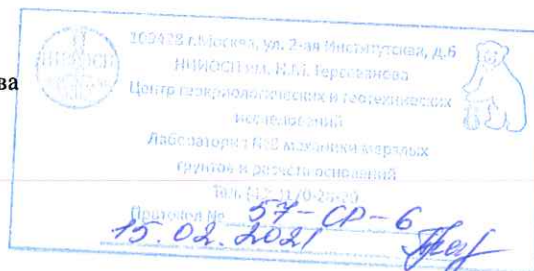
**Протокол испытаний № 57-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	57	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	108	Номер установки:	38
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	28.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	05.02.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,657
--	----------	-------

Дата: "15" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

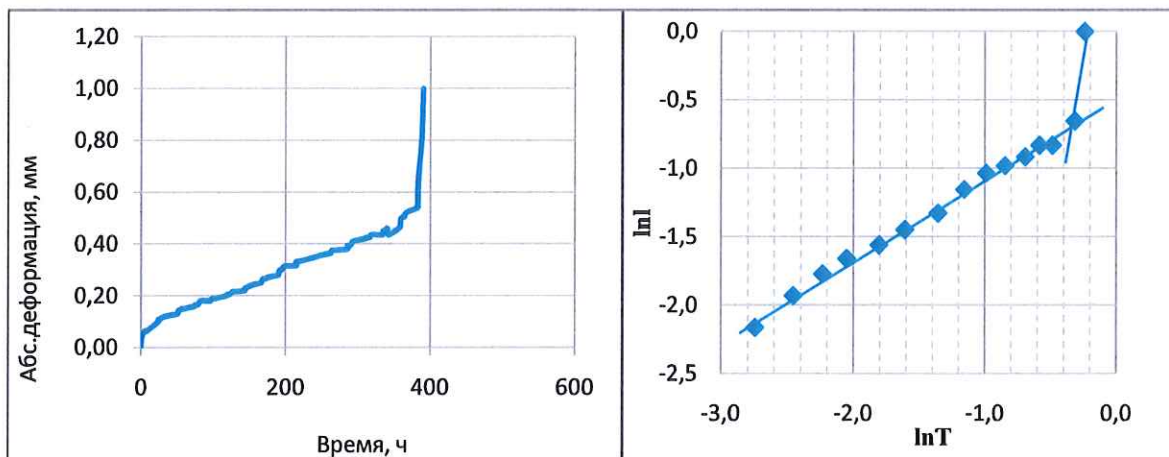
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,1%
		Плотность:	1,92 г/см <sup>3</sup>

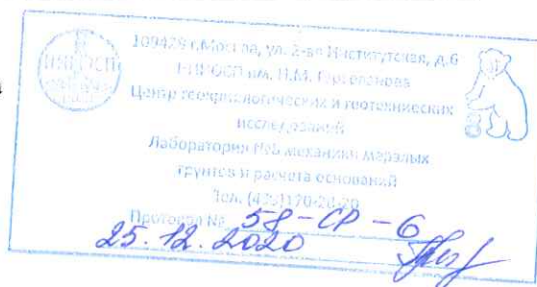
**Протокол испытаний № 58-СР-6**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	58	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	124	Номер установки:	35
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	19.11.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	05.12.2020
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,728
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

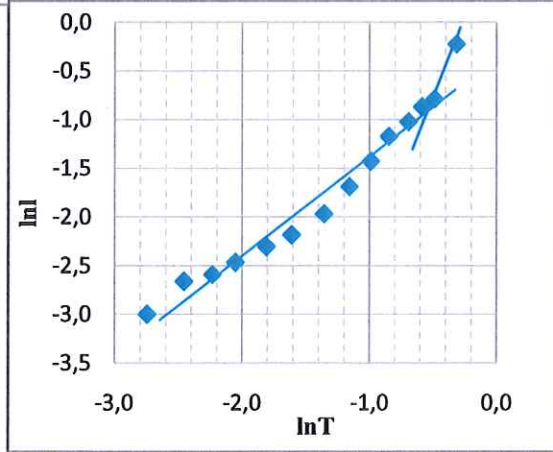
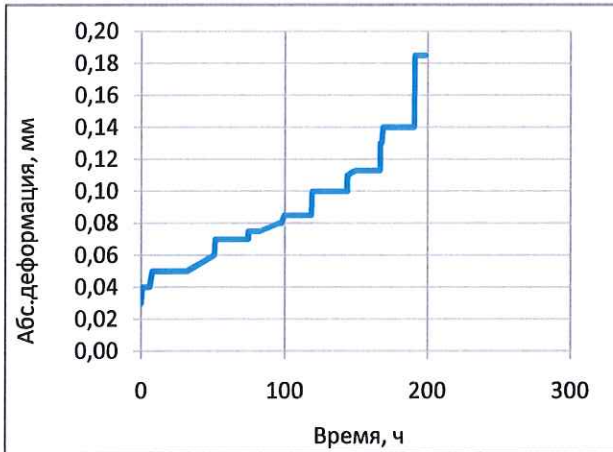
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	19,0%
		Плотность:	1,95 г/см <sup>3</sup>

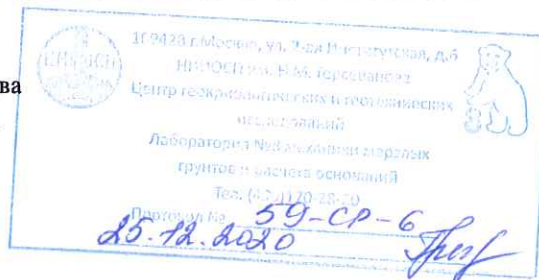
**Протокол испытаний № 59-СП-6**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	59	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	125	Номер установки:	51
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	19.11.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.12.2020
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,607
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

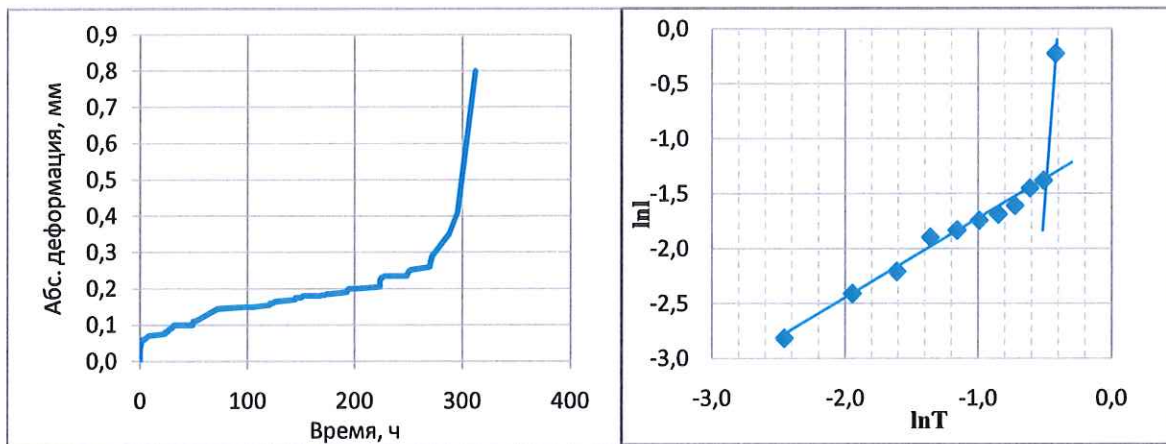
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Песок пылеватый
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	18,0%
		Плотность:	1,96 г/см <sup>3</sup>

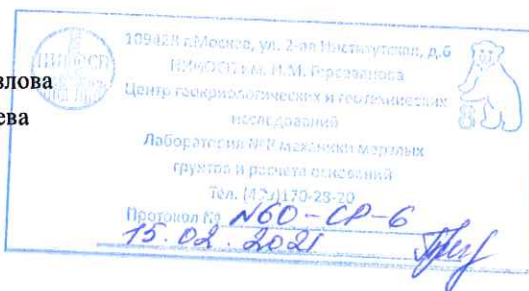
**Протокол испытаний № 60-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	60	Тип установки:	УГПС-12М
Лабораторный номер:	106	Номер установки:	39
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	28.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	05.02.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,600
--	----------	-------

Дата: "15" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева







**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

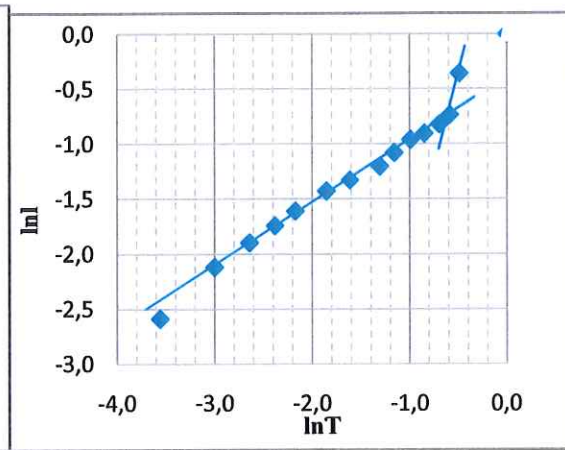
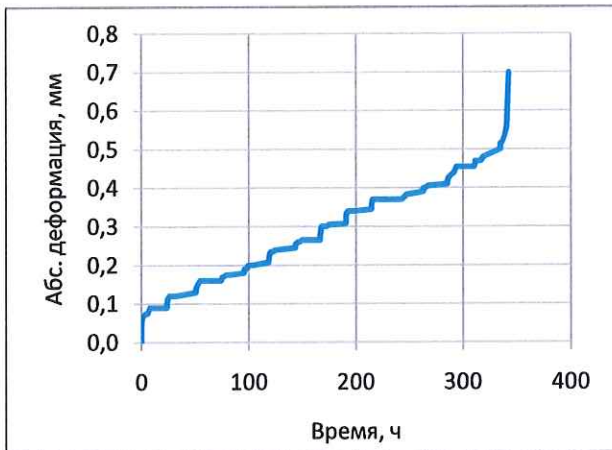
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,2%
		Плотность:	1,95 г/см <sup>3</sup>

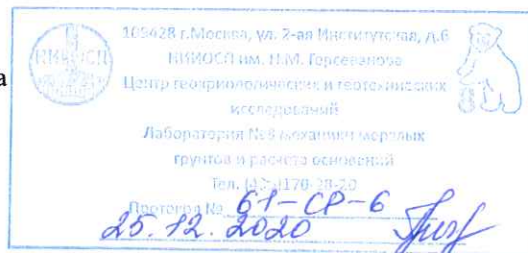
**Протокол испытаний № 61-СР-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	61	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	122	Номер установки:	40
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	19.11.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	03.12.2020
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,557
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

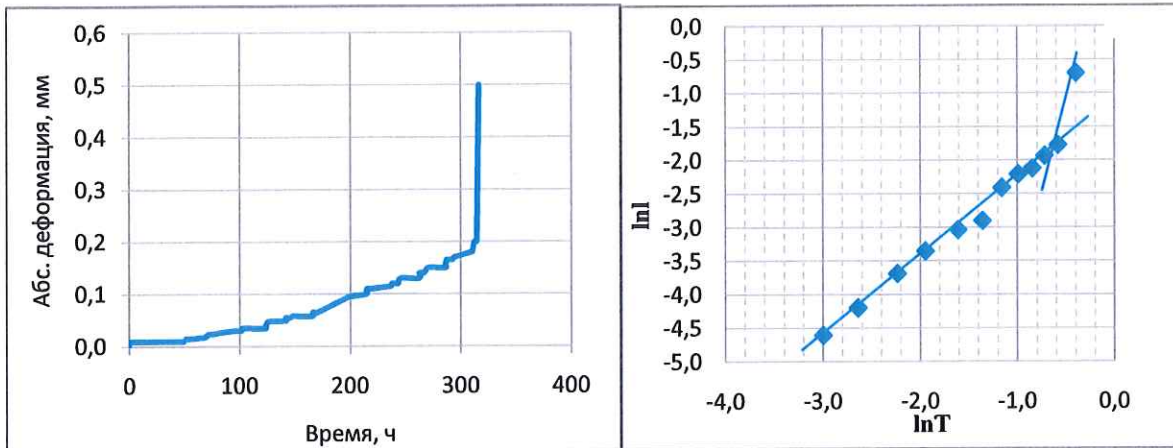
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	28,9%
		Плотность:	1,89 г/см <sup>3</sup>

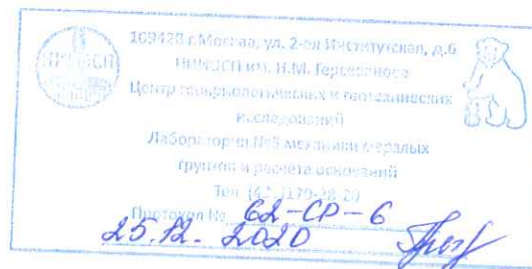
**Протокол испытаний № 62-СП-6**  
**методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания**  
**по ГОСТ 12248-2010**

Опыт №	62	Тип установки:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	123	Номер установки:	42
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	21.11.2020
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	04.12.2020
		Температура, °С	-6



Сопrotивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,557
--	----------	-------

Дата: "25" декабря 2020 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ** строительство  
научно-исследовательский центр



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

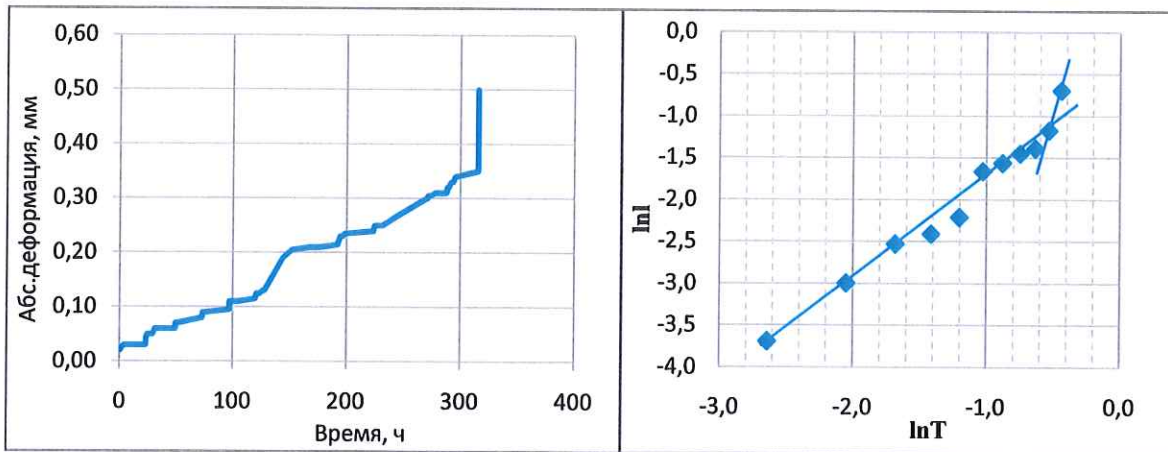
Заказчик	Договор
ЗАО "УЗПТ "Маяк"	№ 268/8-18-20/СП

**Параметры образца**

Материал фундамента:	Сталь 09Г2С	Грунт:	Суглинок легкий
Криогенная текстура:	массивная	Влажность:	26,8%
		Плотность:	1,88 г/см <sup>3</sup>

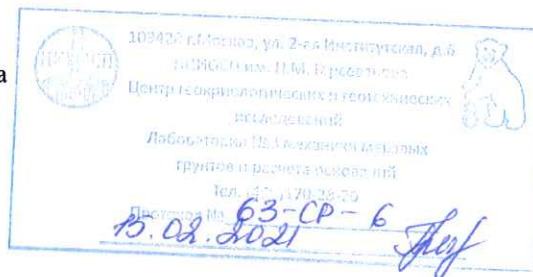
**Протокол испытаний № 63-CP-6**  
методом двухплоскостного среза по поверхности смерзания  
по ГОСТ 12248-2010

Опыт №	63	Тип установок:	УГПС-12м
Лабораторный номер:	107	Номер установки:	43
Высота образца, см:	3,5	Морозильная камера:	ХК 9
Площадь поперечного сечения образца, см <sup>2</sup> :	70	Начало опыта:	28.01.2021
Нормальное давление, МПа:	0,1	Окончание опыта:	05.02.2021
		Температура, °С	-6



Сопротивление срезу по поверхности смерзания	Raf, МПа	0,586
--	----------	-------

Дата: "15" февраля 2021 г.  
Составил: инженер СЛИМГ О.В.Козлова  
Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева



## **Приложение Е**

**Протоколы лотковых испытаний касательных сил морозного пучения и деформации морозного пучения (на 4 листах)**





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

Заказчик	Договор	Исполнитель
ЗАО «УЗПТ «Маяк»	№ 268/8-18-20/СП от 07.07.2020г.	СЛИМГ ЦГГИ НИИОСП им. Н.М. Герсеева АО "НИЦ Строительство"

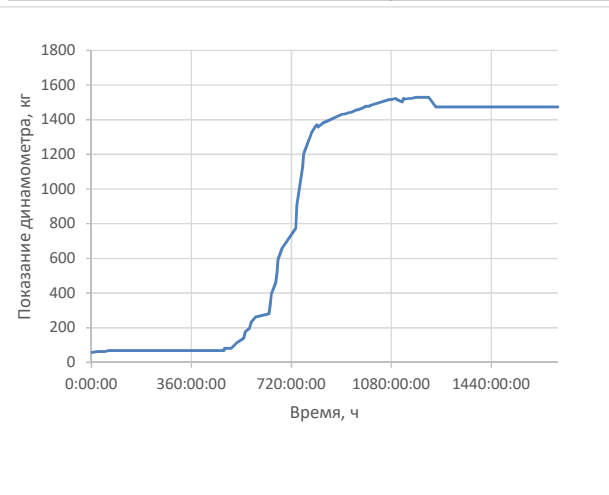
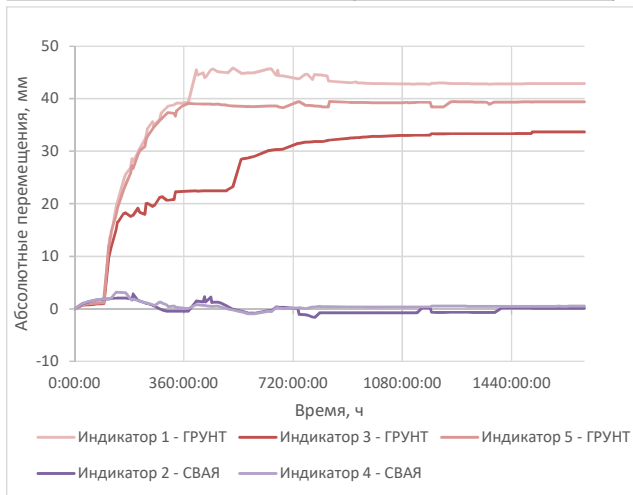
### Параметры грунта

Наименование грунта	каолинистая глина	Сумарная влажность, %	50
---------------------	-------------------	-----------------------	----

### Протокол испытаний № М1-1 по определению касательных сил морозного пучения

Испытание №	1
Высота сваи, см	100
Диаметр сваи, мм	158
Материал сваи	сталь 09Г2С
Покрытие сваи	без покрытия
Температура, °С:	-4,0

Тип прибора:	Стенд А) (глава 4.2)
Морозильная камера:	ХК 1
Начало испытания:	07.08.2020 г.
Окончание испытания:	16.10.2020 г.
Площадь смерзания	695 см <sup>2</sup>



Максимальная деформация грунта за счет сил морозного пучения: 46,87 мм  
 Максимальные показания динамометра: 1,86 мм  
 Максимальное значение касательных сил морозного пучения: 0,221 МПа

Дата: "24" марта 2021 г.

Составил: Инженер СЛИМГ Р.В. Махота

Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева





**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

Заказчик	Договор	Исполнитель
ЗАО «УЗПТ «Маяк»	№ 268/8-18-20/СП от 07.07.2020г.	СЛИМГ ЦГГИ НИИОСП им. Н.М. Герсеева АО "НИЦ Строительство"

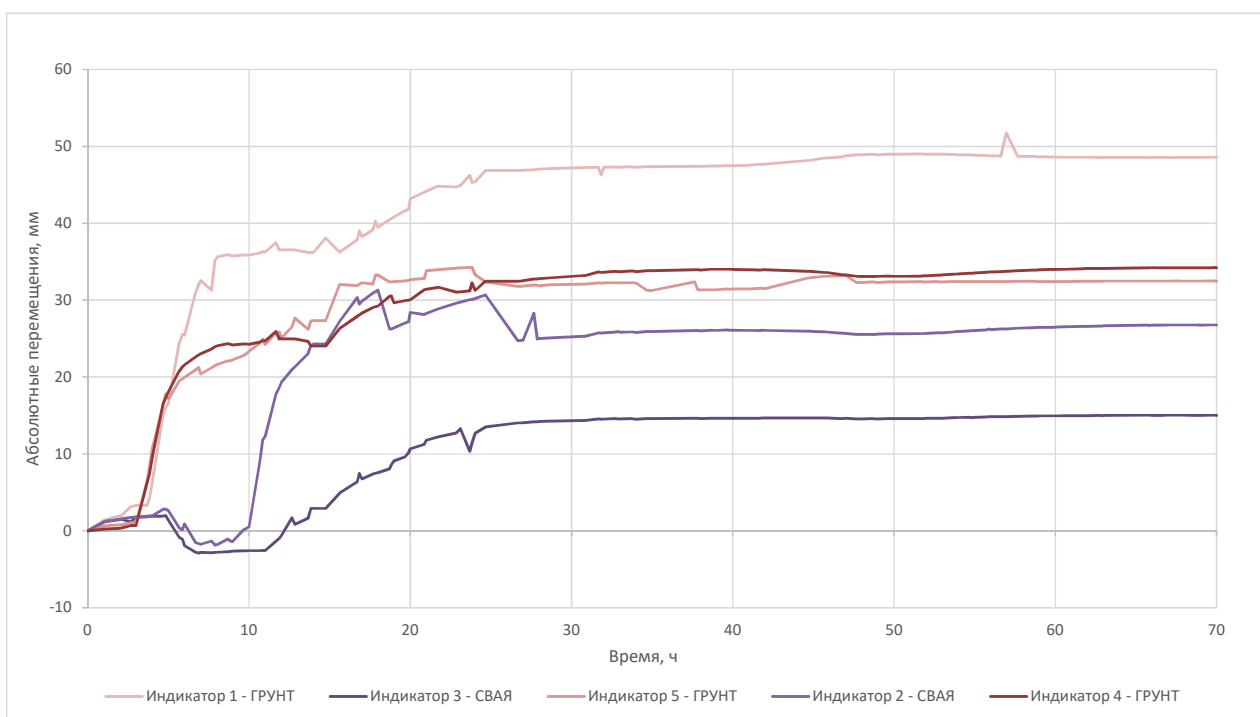
### Параметры грунта

Наименование грунта	каолинистая глина	Сумарная влажность, %	50
---------------------	-------------------	-----------------------	----

### Протокол испытаний № М1-2 по определению деформации морозного пучения

Испытание №	1
Высота сваи, см	100
Диаметр сваи, мм	158
Материал сваи	сталь 09Г2С
Покрытие сваи	без покрытия
Температура, °С:	-4,0

Тип прибора:	Стенд Б) (глава 4.2)
Морозильная камера:	ХК 1
Начало испытания:	07.08.2020 г.
Окончание испытания:	16.10.2020 г.



Максимальные перемещения сваи за счет касательных сил морозного пучения: 31,32 мм  
 Максимальная деформация грунта за счет сил морозного пучения: 46,87 мм  
 Средние перемещения сваи за счет касательных сил морозного пучения: 23,18 мм  
 Средняя деформация грунта за счет сил морозного пучения: 40,86 мм

Дата: "24" марта 2021 г.

Составил: Инженер СЛИМГ Р.В. Махота

Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева



**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

Заказчик	Договор	Исполнитель
ЗАО «УЗПТ «Маяк»	№ 268/8-18-20/СП от 07.07.2020г.	СЛИМГ ЦГГИ НИИОСП им. Н.М. Герсеева АО "НИЦ Строительство"

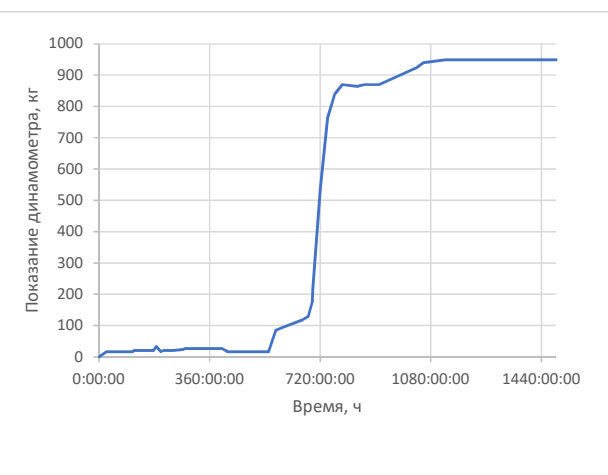
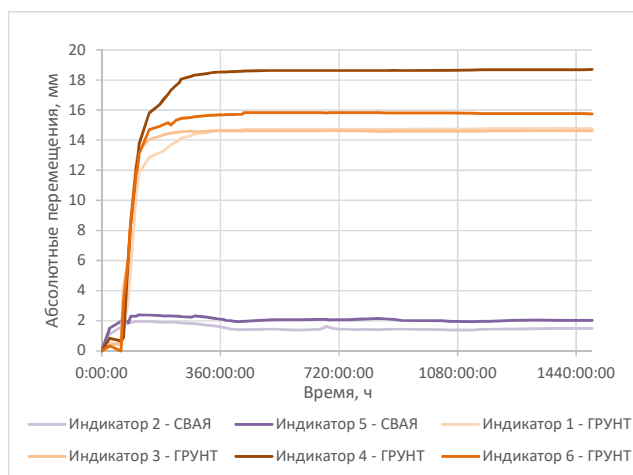
### Параметры грунта

Наименование грунта	каолинистая глина	Сумарная влажность, %	50
---------------------	-------------------	-----------------------	----

### Протокол испытаний № М2-1 по определению касательных сил морозного пучения

Испытание №	2
Высота сваи, см	100
Диаметр сваи, мм	167
Материал сваи	сталь 09Г2С
Покрытие сваи	ОСПТ "Reline"
Температура, °С:	-4,0

Тип прибора:	Стенд А) (глава 4.2)
Морозильная камера:	ХК 1
Начало испытания:	01.12.2020 г.
Окончание испытания:	01.02.2021 г.
Площадь смерзания	730 см <sup>2</sup>



Максимальная деформация грунта за счет сил морозного пучения: 18,71 мм  
 Максимальные показания динамометра: 1,615 мм  
 Максимальное значение касательных сил морозного пучения: 0,131 МПа

Дата: "24" марта 2021 г.

Составил: Инженер СЛИМГ Р.В. Махота

Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева



**НИЦ строительство**  
научно-исследовательский центр



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

Заказчик	Договор	Исполнитель
ЗАО «УЗПТ «Маяк»	№ 268/8-18-20/СП от 07.07.2020г.	СЛИМГ ЦГГИ НИИОСП им. Н.М. Герсеева АО "НИЦ Строительство"

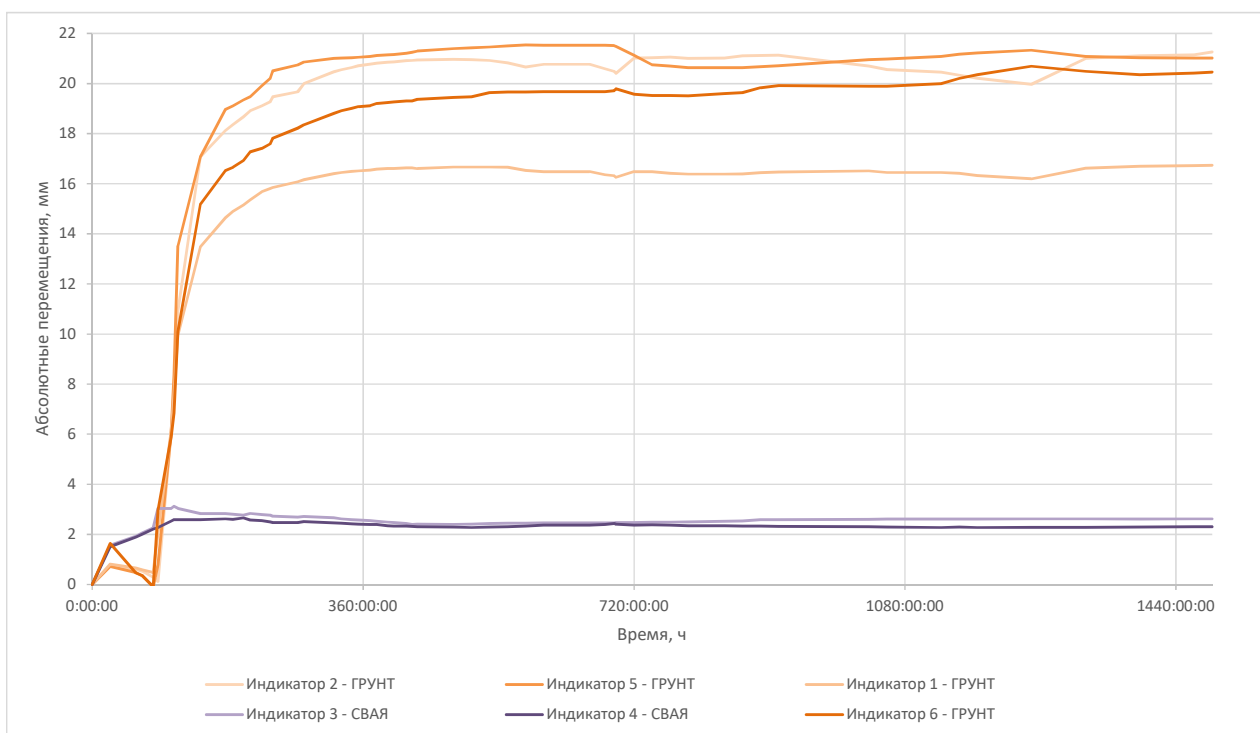
### Параметры грунта

Наименование грунта	каолинистая глина	Сумарная влажность, %	50
---------------------	-------------------	-----------------------	----

### Протокол испытаний № М2-2 по определению деформации морозного пучения

Испытание №	2
Высота сваи, см	100
Диаметр сваи, мм	167
Материал сваи	сталь 09Г2С
Покрытие сваи	ОСПТ "Reline"
Температура, °С:	-4,0

Тип прибора:	Стенд А) (глава 4.2)
Морозильная камера:	ХК 1
Начало испытания:	01.12.2020 г.
Окончание испытания:	01.02.2021 г.



Максимальные перемещения сваи за счет касательных сил морозного пучения: 3,12 мм  
 Максимальная деформация грунта за счет сил морозного пучения: 21,26 мм  
 Средние перемещения сваи за счет касательных сил морозного пучения: 2,88 мм  
 Средняя деформация грунта за счет сил морозного пучения: 20,05 мм

Дата: "24" марта 2021 г.

Составил: Инженер СЛИМГ Р.В. Махота

Проверил: Зав. СЛИМГ Э.С. Гречищева

## **Приложение Ж**

**Протоколы испытаний по определению «удлинения при разрыве» (на 16 листах)**



В соответствии с Договором № 268/8-18-20/СП от 07.07.2020г. между АО «НИЦ «Строительство» и ЗАО «УЗПТ «Маяк» Лабораторией №14 были выполнены научно-технические работы по испытанию проб термоусаживаемой противопучинной оболочки ОСПТ “Reline”. Пробы толщиной от 1,8 до 2,9 мм отобраны из предоставленной Заказчиком оболочки длиной 2,5 м и диаметром 18 см.

Для проведения испытаний пробы в количестве 7 шт. размером 10X15 см отобраны сотрудниками Лаборатории №8 с составлением соответствующих актов.

Материал проб – сложно-модифицированный композит полиолефина.

### **Методика проведения испытания**

Испытания на «удлинение при разрыве» произведены в соответствии с Техническим заданием и ГОСТ 31899-2-2011 (EN 12311-2:2000) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения деформативно-прочностных свойств.

Условия проведения испытания:

-определение условной прочности и относительного удлинения при разрыве (метод В).

-температура воздуха: - +25<sup>0</sup> С;

-время кондиционирования образцов: - 5 суток при температуре 23<sup>0</sup> С и относительной влажности 50%;

-скорость перемещения подвижного зажима - 500 мм/мин;

-нагрузка - постепенное увеличение от 0 до 4000 Н до разрыва образца;

-форма образцов - высеченные из проб полоски шириной 20-40 мм.

-подготовка образцов: по одному образцу-лопатке, вырубленному из каждой пробы в продольном направлении



**АКТ №1 (3886)**

о результатах проведенных испытаний «на удлинение при разрыве» образцов  
по ГОСТ 31899-2-2011 (метод В)

Результаты испытаний представлены в таблице.

Номер образца	Максимальное усилие, Н	Относительное удлинение при макс. усилия, %	Относительное удлинение при разрыве, %	Условная прочность Н/мм <sup>2</sup> (Метод В)
4P1T+25-1	248,000	458,319	459,481	20,667
4P1T+0-1	312,000	504,227	510,265	20,800
4P1T-10-1	268,000	452,742	459,942	17,867
4P1T-20-1	327,000	508,562	509,800	20,185
4P1T-30-1	308,000	495,865	498,808	20,533
4P1T-40-1	264,000	481,777	484,177	16,923
4P1T-50-1	312,000	539,219	540,923	20,000
Среднее значение	291,286	491,530	494,771	19,568

Выполнил:



/И.С. Паршуков/

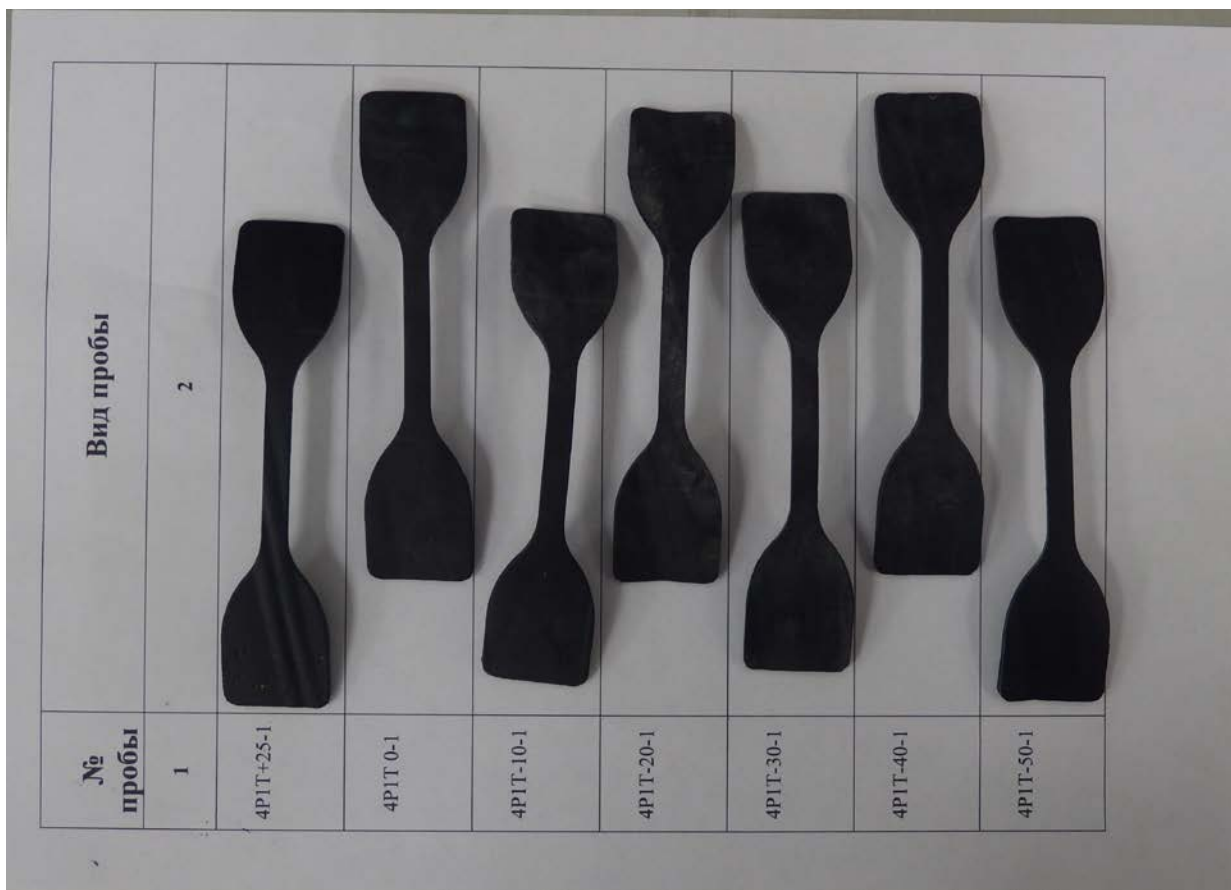


Фото 1. Вид образцов до испытания

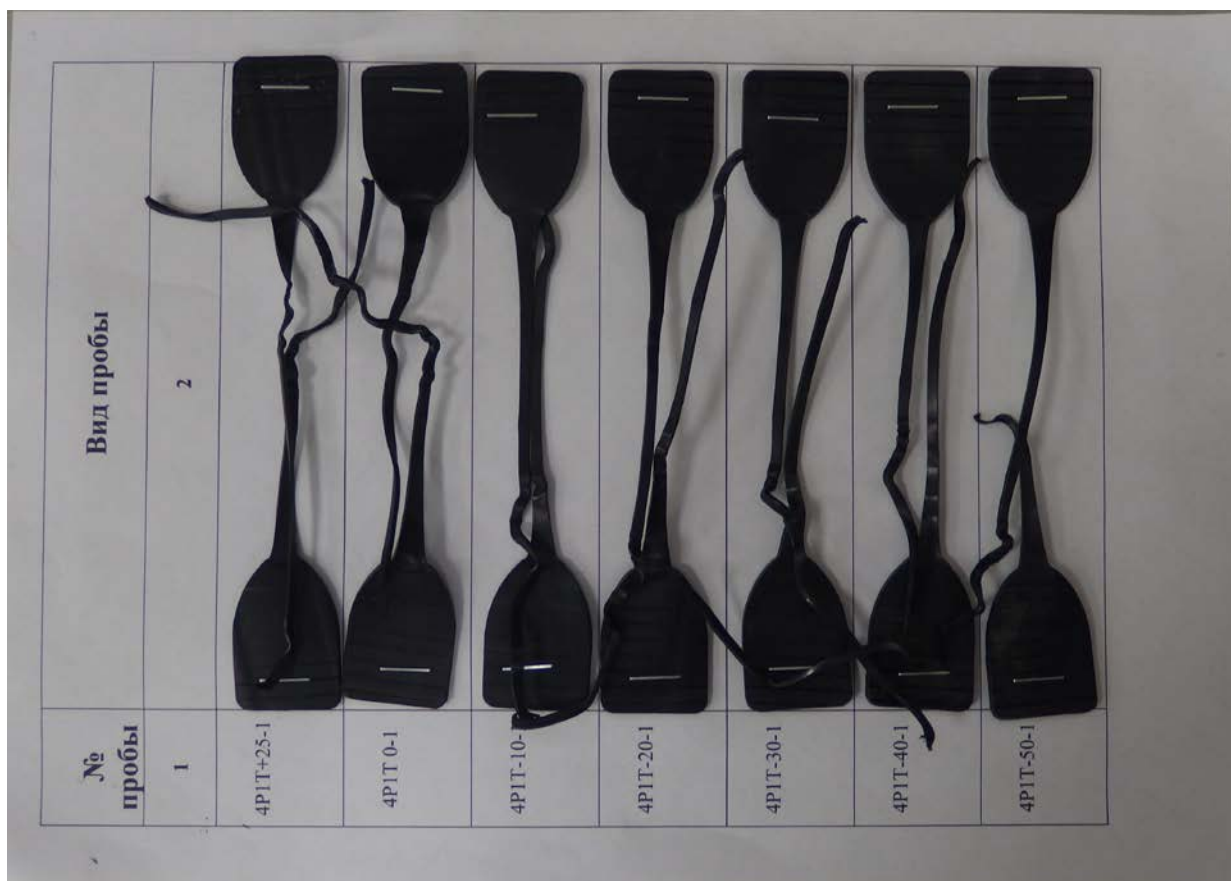


Фото 2. Вид образцов после испытания



Фото 3. Вид проб до испытания

В соответствии с Договором № 268/8-18-20/СП от 07.07.2020г. между АО «НИЦ «Строительство» и ЗАО «УЗПТ «Маяк» Лабораторией №14 были выполнены научно-технические работы по испытанию проб термоусаживаемой противопучинной оболочки ОСПТ “Reline”. Пробы толщиной от 1,8 до 2,9 мм отобраны из предоставленной Заказчиком оболочки длиной 2,5 м и диаметром 18 см.

Для проведения испытаний пробы в количестве 7 шт. размером 10X15 см отобраны сотрудниками Лаборатории №8 с составлением соответствующих актов.

Материал проб – сложно\*-модифицированный композит полиолефина.

### **Методика проведения испытания**

Испытания на «удлинение при разрыве» произведены в соответствии с Техническим заданием и ГОСТ 31899-2-2011 (EN 12311-2:2000) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения деформативно-прочностных свойств.

Условия проведения испытания:

-определение условной прочности и относительного удлинения при разрыве (метод В).

-температура воздуха: - +25<sup>0</sup> С;

-время кондиционирования образцов: - 5 суток при температуре 23<sup>0</sup> С и относительной влажности 50%;

-скорость перемещения подвижного зажима - 500 мм/мин;

-нагрузка - постепенное увеличение от 0 до 4000 Н до разрыва образца;

-форма образцов - высеченные из проб полоски шириной 20-40 мм.

-подготовка образцов: по одному образцу-лопатке, вырубленному из каждой пробы в продольном направлении

**АКТ №2 (3885)**

о результатах проведенных испытаний «на удлинение при разрыве» образцов  
по ГОСТ 31899-2-2011 (метод В)

Результаты испытаний представлены в таблице.

Номер образца	Максимальное усилие, Н	Относительное удлинение при макс. усилия, %	Относительное удлинение при разрыве, %	Условная прочность Н/мм <sup>2</sup> (Метод В)
4P1T+25-2	316,000	479,454	482,008	26,333
4P1T+0-2	196,000	319,042	321,442	17,193
4P1T+10-2	326,000	532,408	534,419	19,405
4P1T+20-2	213,000	416,204	416,204	23,667
4P1T+30-2	306,000	481,235	481,235	20,182
4P1T+40-2	303,000	465,285	471,092	15,303
4P1T+50-2	389,000	542,627	542,627	19,646
Среднее значение	292,714	462,322	464,147	20,676

Выполнил:



/И.С. Паршуков/



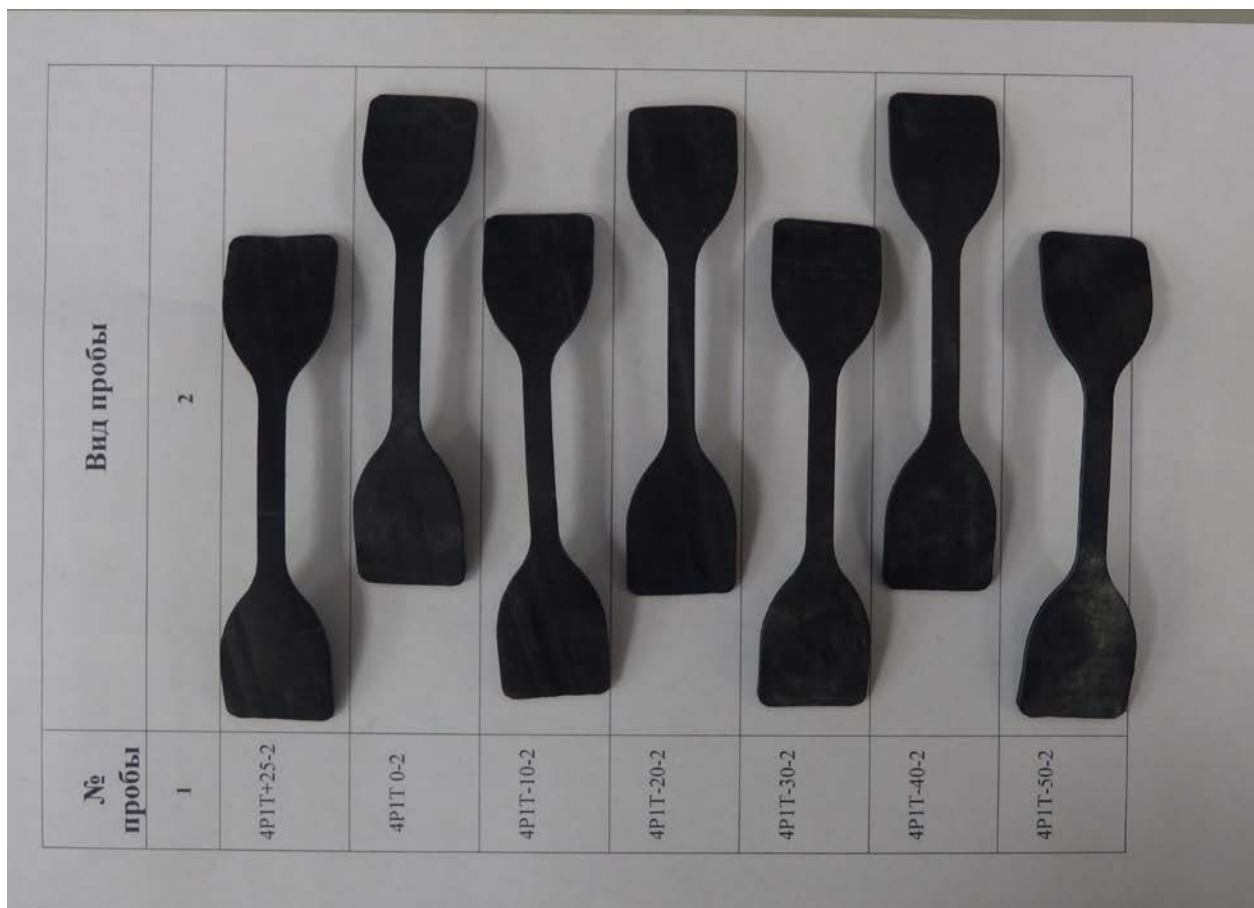


Фото 1. Вид образцов до испытания

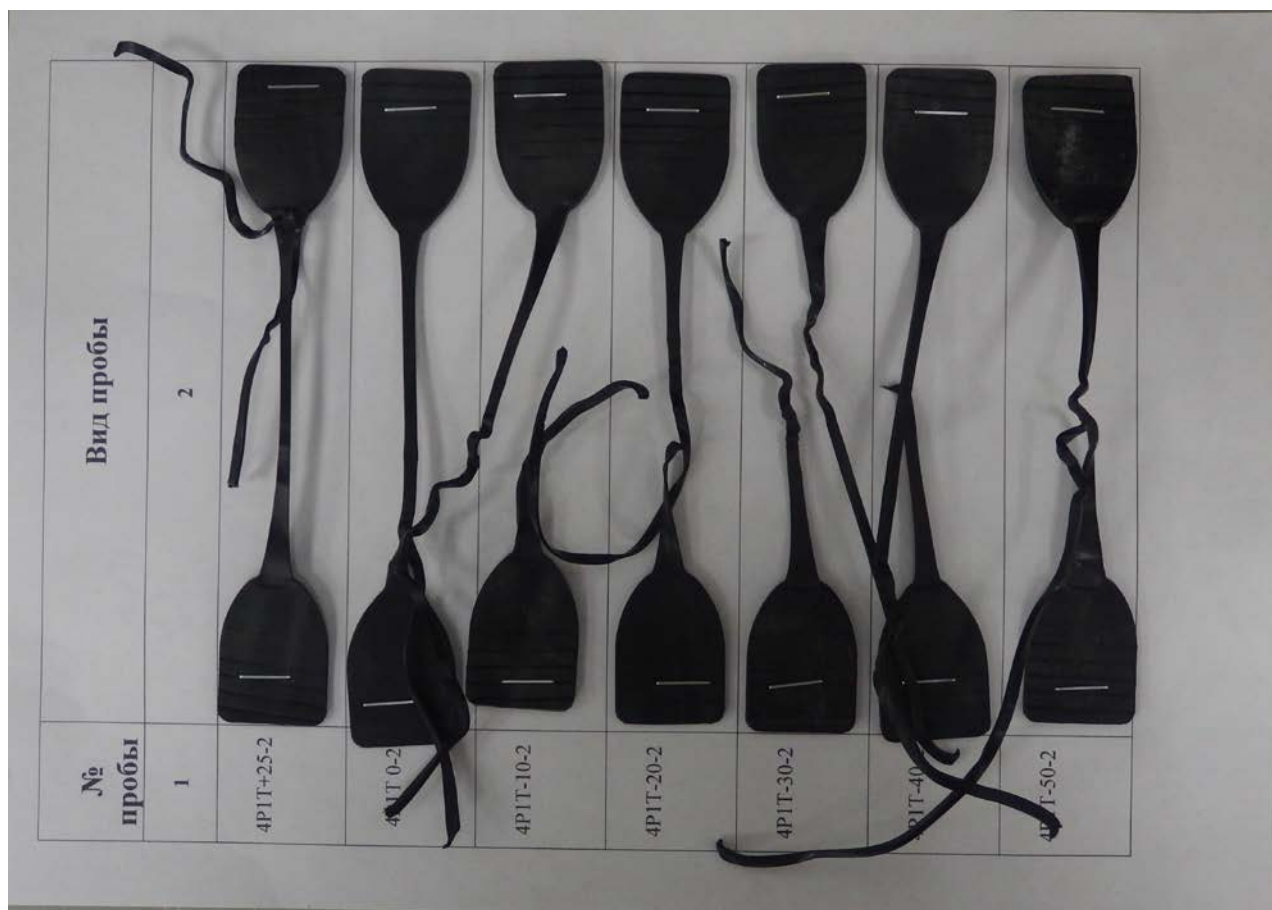


Фото 2. Вид образцов после испытания



Фото 3. Вид проб до испытания

В соответствии с Договором № 268/8-18-20/СП от 07.07.2020г. между АО «НИЦ «Строительство» и ЗАО «УЗПТ «Маяк» Лабораторией №14 были выполнены научно-технические работы по испытанию проб термоусаживаемой противопучинной оболочки ОСПТ “Reline”. Пробы толщиной от 1,8 до 2,9 мм отобраны из предоставленной Заказчиком оболочки длиной 2,5 м и диаметром 18 см.

Для проведения испытаний пробы в количестве 7 шт. размером 10X15 см отобраны сотрудниками Лаборатории №8 с составлением соответствующих актов.

Материал проб – сложно-модифицированный композит полиолефина.

### **Методика проведения испытания**

Испытания на «удлинение при разрыве» произведены в соответствии с Техническим заданием и ГОСТ 31899-2-2011 (EN 12311-2:2000) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения деформативно-прочностных свойств.

Условия проведения испытания:

-определение условной прочности и относительного удлинения при разрыве (метод В).

-температура воздуха: - +25<sup>0</sup> С;

-время кондиционирования образцов: - 5 суток при температуре 23<sup>0</sup> С и относительной влажности 50%;

-скорость перемещения подвижного зажима - 500 мм/мин;

-нагрузка - постепенное увеличение от 0 до 4000 Н до разрыва образца;

-форма образцов - высеченные из проб полоски шириной 20-40 мм.

-подготовка образцов: по одному образцу-лопатке, вырубленному из каждой пробы в продольном направлении

**АКТ №3 (3880)**

о результатах проведенных испытаний «на удлинение при разрыве» образцов  
по ГОСТ 31899-2-2011 (метод В)

Результаты испытаний представлены в таблице.

Номер образца	Максимальное усилие, Н	Относительное удлинение при макс. усилия, %	Относительное удлинение при разрыве, %	Условная прочность Н/мм <sup>2</sup> (Метод В)
4P2T+25Ц0-1	404,000	550,988	550,988	19,238
4P2T+25Ц5-1	346,000	532,562	532,562	16,476
4P2T+25Ц15-1	218,000	366,965	371,300	20,185
4P2T+25Ц25-1	226,000	388,950	391,196	20,926
Среднее значение	298,500	459,866	461,512	19,206

Выполнил:



/И.С. Паршуков/

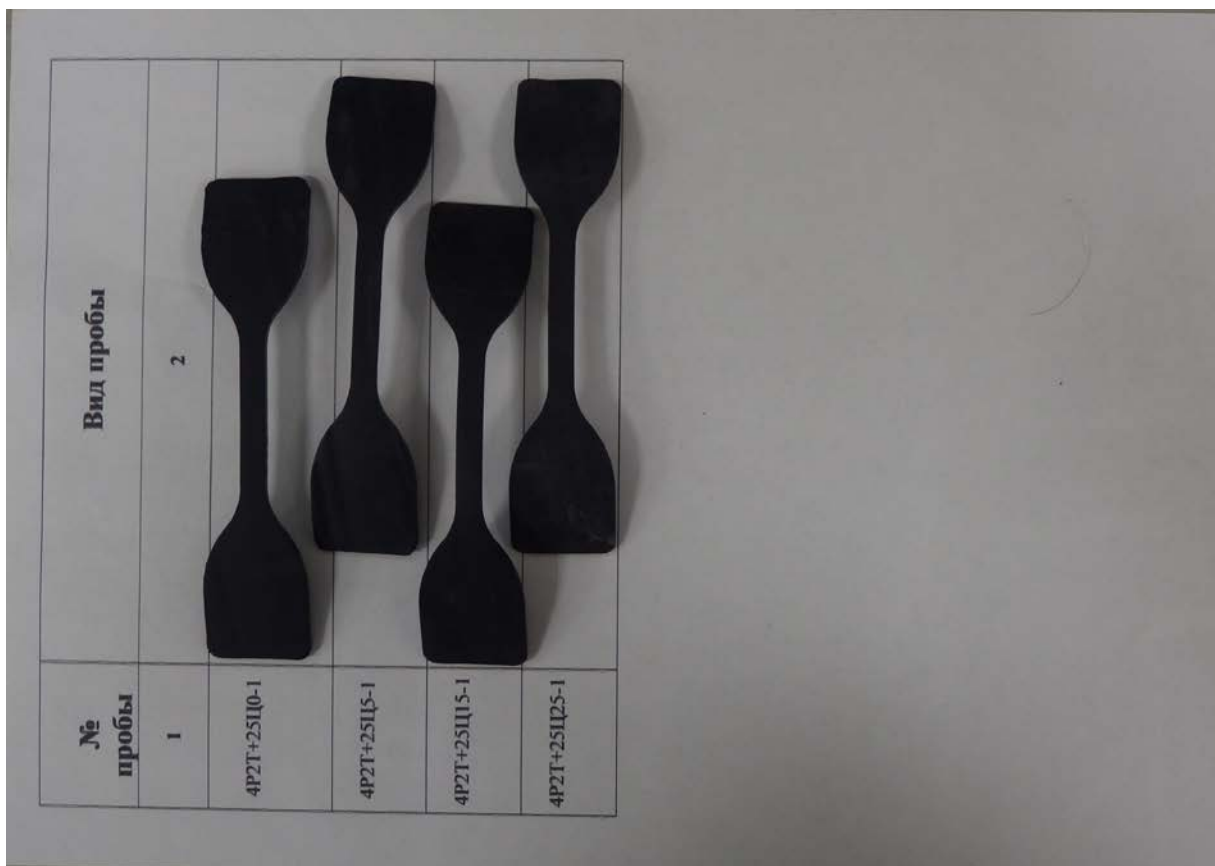


Фото 1. Вид образцов до испытания

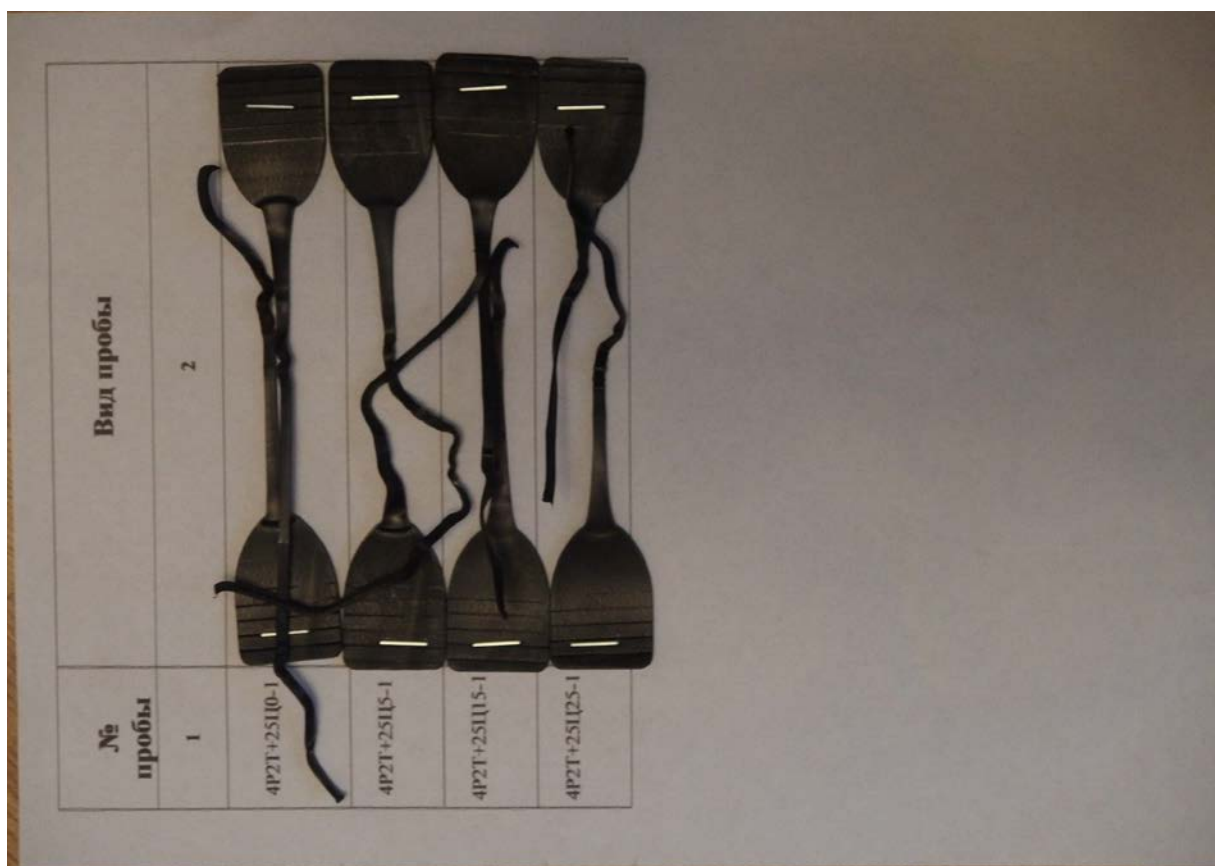


Фото 2. Вид образцов после испытания



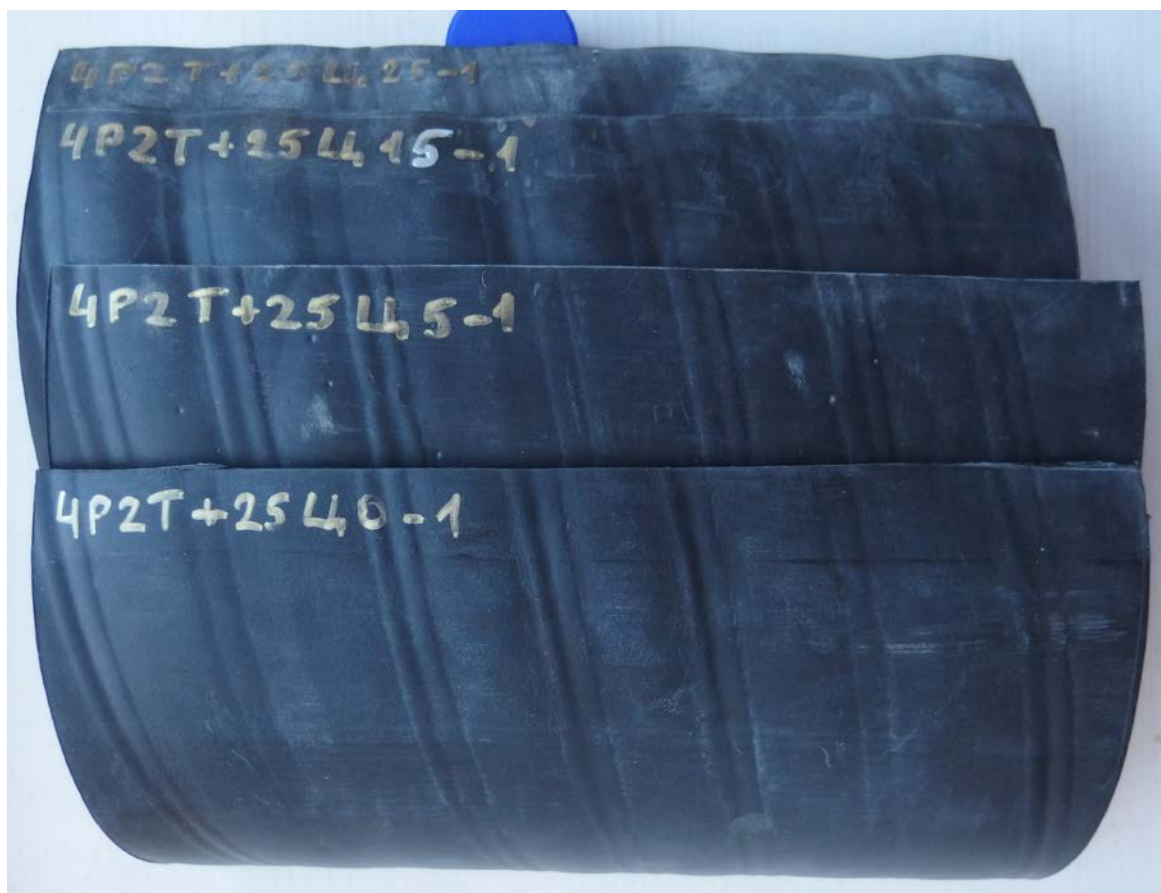


Фото 3. Вид проб до испытания

В соответствии с Договором № 268/8-18-20/СП от 07.07.2020г. между АО «НИЦ «Строительство» и ЗАО «УЗПТ «Маяк» Лабораторией №14 были выполнены научно-технические работы по испытанию проб термоусаживаемой противопучинной оболочки “Reline”. Пробы толщиной от 1,8 до 2,9 мм отобраны из предоставленной Заказчиком оболочки длиной 2,5 м и диаметром 18 см.

Для проведения испытаний пробы в количестве 7 шт. размером 10X15 см отобраны сотрудниками Лаборатории №8 с составлением соответствующих актов.

Материал проб – сложно-модифицированный композит полиолефина.

### **Методика проведения испытания**

Испытания на «удлинение при разрыве» произведены в соответствии с Техническим заданием и ГОСТ 31899-2-2011 (EN 12311-2:2000) Материалы кровельные и гидроизоляционные гибкие полимерные (термопластичные или эластомерные). Метод определения деформативно-прочностных свойств.

Условия проведения испытания:

-определение условной прочности и относительного удлинения при разрыве (метод В).

-температура воздуха: - +25<sup>0</sup> С;

-время кондиционирования образцов: - 5 суток при температуре 23<sup>0</sup> С и относительной влажности 50%;

-скорость перемещения подвижного зажима - 500 мм/мин;

-нагрузка - постепенное увеличение от 0 до 4000 Н до разрыва образца;

-форма образцов - высеченные из проб полоски шириной 20-40 мм.

-подготовка образцов: по одному образцу-лопатке, вырубленному из каждой пробы в продольном направлении

**АКТ №4 (3879)**

о результатах проведенных испытаний «на удлинение при разрыве» образцов  
по ГОСТ 31899-2-2011 (метод В)

Результаты испытаний представлены в таблице.

Номер образца	Максимальное усилие, Н	Относительное удлинение при макс. усилия, %	Относительное удлинение при разрыве, %	Условная прочность Н/мм <sup>2</sup> (Метод В)
4P2T+25Ц0-2	349,000	507,323	508,177	21,385
4P2T+25Ц5-2	274,000	424,408	425,958	18,267
4P2T+25Ц15-2	310,000	488,512	489,438	20,667
4P2T+25Ц25-2	292,000	480,227	480,769	19,467
Среднее значение	306,250	475,117	476,086	19,946

Выполнил:



/И.С. Паршуков/

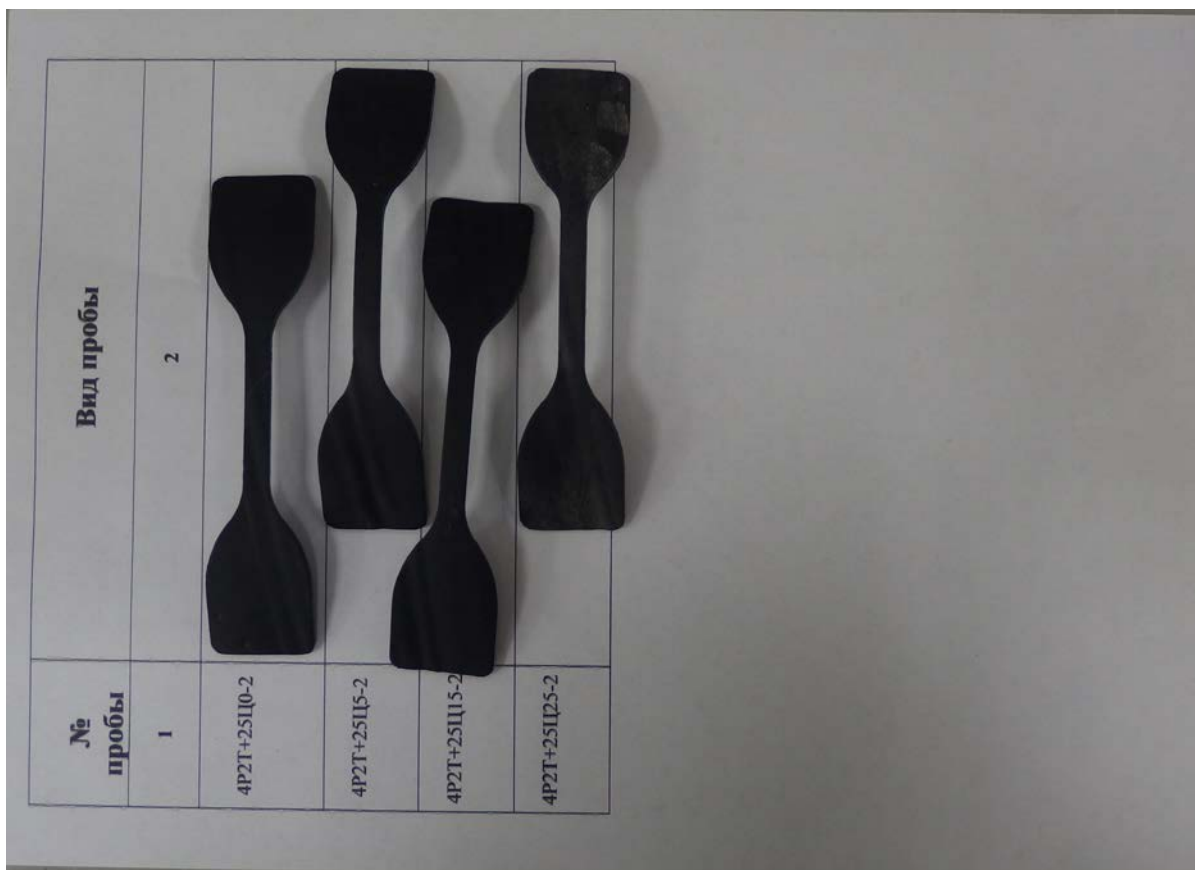


Фото 1. Вид образцов до испытания

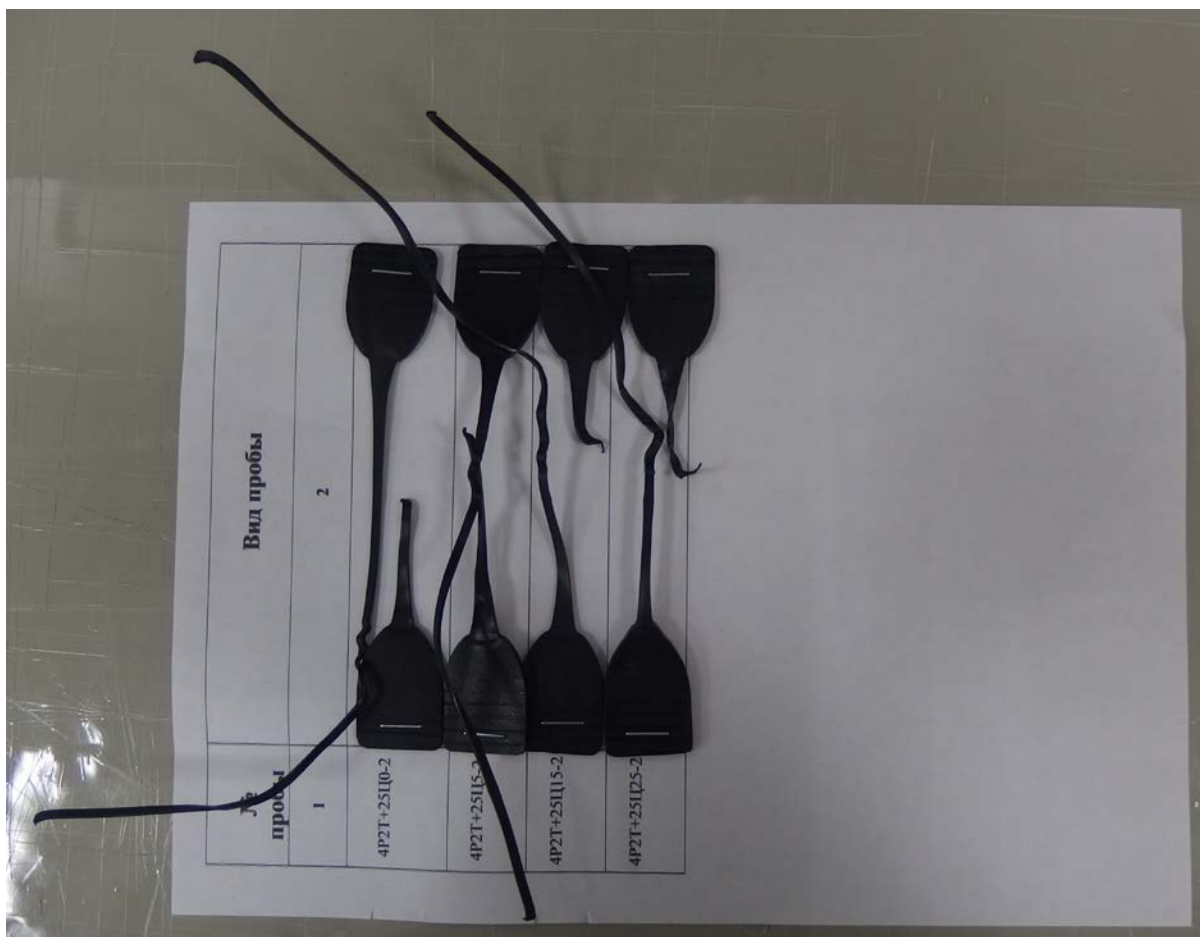


Фото 2. Вид образцов после испытания



Фото 3. Вид проб до испытания