



Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСиС»

**«Утверждаю»**

Проректор по науке и инновациям

проф., д.т.н.



Филонов М. Р.

01.06.2021

## **Заключение № 037/21-501**

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности  
крепёжных изделий HARPOON, изготовленных из  
углеродистых или коррозионностойких сталей с  
антикоррозионным покрытием RUSPERT TYPE II»**

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель, заведующий  
кафедрой металлургии и защиты  
металлов, проф., д.т.н.



Дуб Алексей Владимирович

Ответственный исполнитель,  
научный сотрудник, к.т.н.



Волкова Ольга Владимировна

Исполнители:

зав. лабораторией МЗМ



Обухова Татьяна Анатольевна

доцент, к.х.н.



Сафонов Иван Александрович

научный сотрудник



Шевейко Ольга Владимировна

научный сотрудник



Ковалев Александр Федорович

инженер I категории, к.т.н.






Шибаета Татьяна Владимировна

Заявитель	ООО «Компания Глобал Ривет»
Основание для проведения испытаний	Договор № 037/21-501 от 01.04.2021
Дата проведения испытаний	начало 22 апреля 2021 г. окончание 25 мая 2021 г
Цель испытаний	Определение срока службы винтов с покрытием RUSPERT TYPE II в слабо- и среднеагрессивных средах.
Испытательное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- камера солевого тумана (КСТ) SST-6MS;</li> <li>- камера сернистого газа (КСГ) Liebisch KEA 300A</li> <li>- камера влажности КЛИМАТИКПРО КТ-ТХВ-80</li> <li>- микроскоп ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet»</li> </ul>
Образцы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Винты самосверлящие самонарезающие с покрытием RUSPERT TYPE II</li> <li>2. Фрагмент конструкции, представляющий собой трехслойную сэндвич-панель, скрепленную самосверлящими винтами с покрытием RUSPERT TYPE II</li> <li>3. Оцинкованный стальной прокат с вкрученными винтами с покрытием RUSPERT TYPE II</li> </ol>
Документы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ГОСТ 9.407-2015 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида»,</li> <li>- ГОСТ Р ИСО 10683-2013 «Изделия крепежные. Неэлектролитические цинк-ламельные покрытия»</li> <li>- ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнение для различных климатических районов. Категория, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»</li> <li>СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85)</li> </ul>
Результаты исследований	Заключение № 037/21-501

Цель работы: оценка коррозионной стойкости материалов винтов с покрытием RUSPERT TYPE II, определение сроков их службы в условиях слабо- и среднеагрессивных сред в соответствии с СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

Образцы для испытаний: винты HARPOON с покрытием RUSPERT TYPE II представлены в таблице 1, условно обозначенные №1-№5.

Таблица 1 – Описание и внешний вид образцов для испытаний

№ образца	Наименование материала (изделия), марка, тип, обозначение согласно маркировке, вид защитного покрытия
1	<p>Наименование изделия: Винт самосверлящий самонарезающий;            Марка: HARPOON;            Тип: для сэндвич-панелей;            Обозначение согласно маркировке: HSP14-BM-S 19 5.5/6.3x160;            Материал изготовления: Коррозионностойкая сталь AISI 304;            Вид защитного покрытия: RUSPERT TYPE II;</p> 
2	<p>Наименование изделия: Винт самосверлящий самонарезающий;            Марка: HARPOON;            Тип: для сэндвич-панелей;            Обозначение согласно маркировке: HSP14-R-S 19 5.5/6.3x160;            Материал изготовления: Углеродистая сталь SAE 1022;            Вид защитного покрытия: RUSPERT TYPE II;</p> 
3	<p>Наименование изделия: Винт самосверлящий самонарезающий;            Марка: HARPOON;            Тип: для Легкий Стальных Тонкостенных Конструкций (ЛСТК);            Обозначение согласно маркировке: 5.5x25 HD-R по DIN 7504;            Материал изготовления: Углеродистая сталь SAE 1022;            Вид защитного покрытия: RUSPERT TYPE II</p> 
4	В сборе: №3 установлен в первую группу соединений
5	В сборе: №1 и №2 установлены во вторую группу соединений



Первая группа соединений (рис. 1а):

- Фрагмент металлопроката, используемого для монтажа Легких Стальных Тонкостенных Конструкций. Тонколистовая горячеоцинкованная сталь.

Вторая группа соединений (рис. 1б):

- Фрагмент металлопроката, используемого для монтажа металлоконструкций.
- Фрагмент сэндвич-панели.

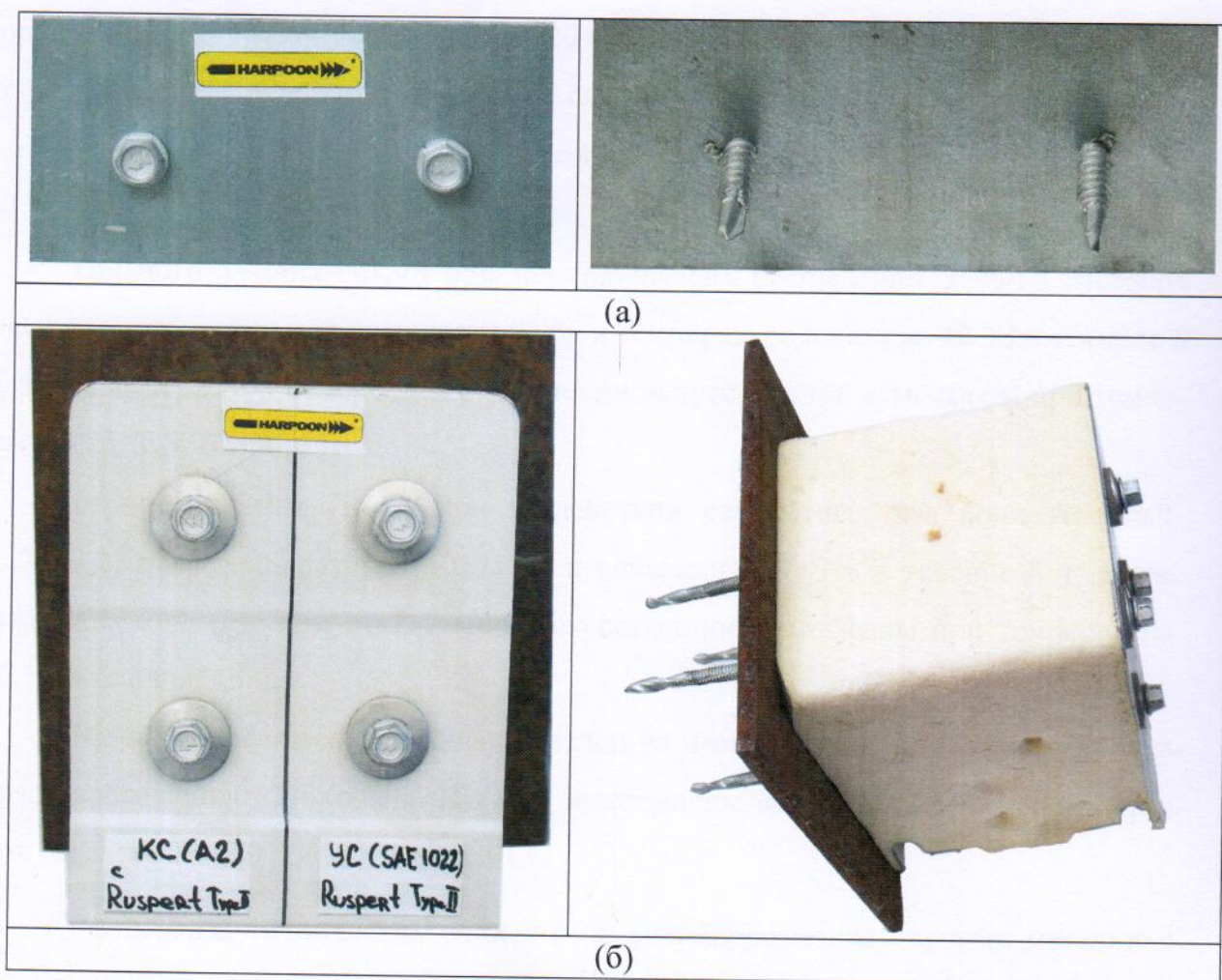


Рис. 1 Группы соединений: а – №4; б – №5

Подготовка образцов и нанесение покрытий: осуществлялись Заказчиком в соответствии с актом отбора образцов от 19.04.2021 г. (Приложение 1).

*[Handwritten signature]*

Методики исследований:

1. Внешний вид образцов до, во время и после испытаний оценивали визуально по ГОСТ 9.407-2015 «ЕСЗКС. Покрyтия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида», ГОСТ Р ИСО 10683-2013 «Изделия крепежные. Неэлектролитические цинк-ламельные покpытия».
2. Ускоренные коррозионные испытания проведены по ГОСТ 9.308-85 «Покpытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний» в течение 720 ч. Циклические коррозионные испытания проведены в испытательных камерах по следующим режимам (1 цикл):
  - влажности (КВ) при относительной влажности 98 % и температуре в камере 40 °С;
  - соляного тумана (КСТ) при периодическом распылении 3 %-го раствора NaCl при относительной влажности 98 % и температуре в камере 40 °С в течение 8 ч, далее выдержка в камере при отключении искусственной атмосферы при температуре 25 °С в течение 16 ч;
  - сернистого газа (КСГ) при воздействии сернистого газа концентрацией  $(0,75 \pm 0,2) \text{ г/м}^3$ , температуры  $(40 \pm 2) \text{ °С}$  и влажности  $97 \pm 3\%$  в течение 8 ч; далее выдержка в камере при отключении искусственной атмосферы при температуре 25 °С в течение 16 ч.
3. Металлографический анализ проведен на микроскопе ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet». Шлифы изготовлены в поперечном сечении образцов согласно ГОСТ Р ИСО 10683-2013.

Экспертиза технических решений по антикоррозионной защите металлических элементов проведена в соответствии со Сводом правил 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

## Результаты исследования

В результате исследования *внешнего вида* винтов, в том числе установленных в сэндвич-панель и стальной оцинкованный лист, установлено, что покрытие RUSPERT TYPE II в состоянии поставки серебристо-серого цвета, без пузырей, без локальных излишков материала покрытия, без признаков нарушения сплошности и коррозионных поражений, что соответствует требованиям ГОСТ 9.407-2015 и ГОСТ Р ИСО 10683-2013.

### I. КРЕПЕЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

После испытаний в *камере влажности* в течение 720 ч на поверхностях образцов №1, №2 наблюдается тонкий белый налет в виде локальных точек (рис. 2а, 2б). На винте №3 обнаружено незначительное помутнение поверхностей (рис.2в).

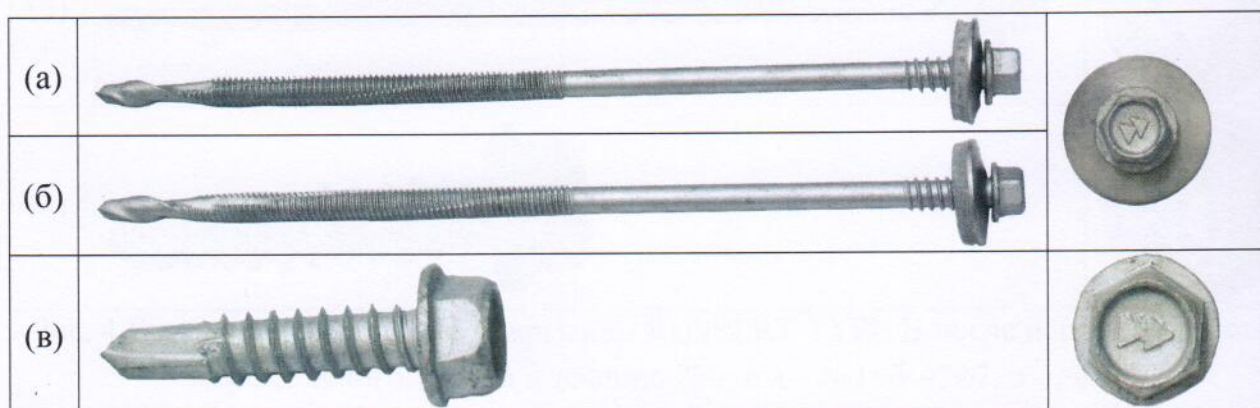


Рис. 2 Внешний вид винтов с покрытием RUSPERT TYPE II после испытаний в камере влажности в течение 720 ч: а – №1; б – №2, в - №3

После испытаний в *камере сернистого газа* поверхность винтов №1-№3 приобрела желтоватый оттенок (рис. 3). На шайбе образца №2 обнаружены локальные потеки ржавчины (рис. 3б).

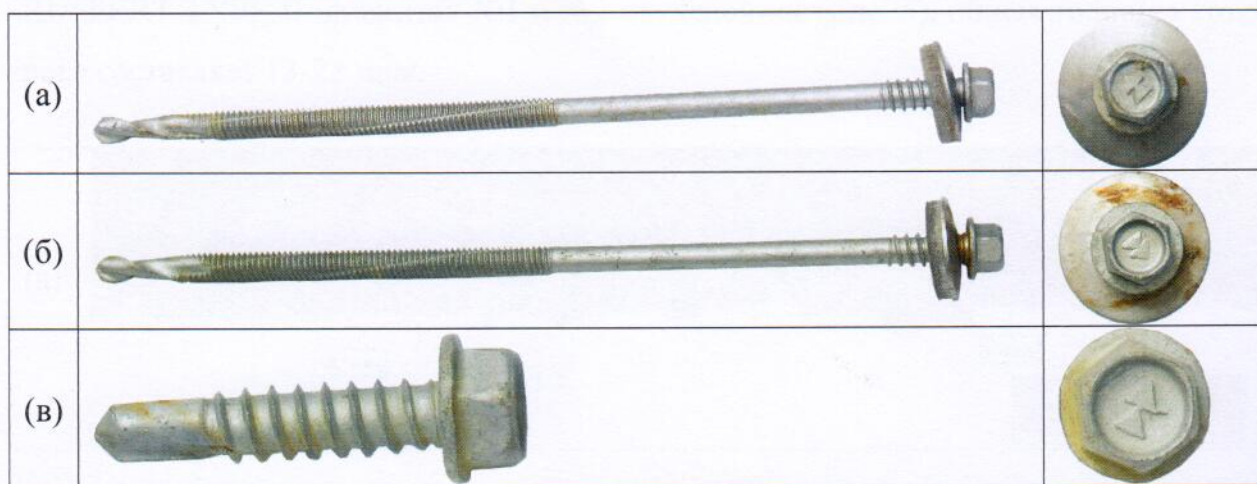


Рис. 3 Внешний вид винтов с покрытием RUSPERT TYPE II после испытаний в камере сернистого газа в течение 720 ч: а – №1; б – №2, в - №3

После испытаний в камере *соляного тумана* на поверхности образца №1 наблюдается локальный тонкий белый налет на цилиндрической части винтов и сплошной налет на резьбовой части и головке; в области сварки – единичное пятно ржавчины (рис. 4а). Белый налет с точечными объемными продуктами коррозии цинка обнаружены на резьбе и цилиндрической части образца №2 (рис. 4б) и на всех поверхности образцов №3 (рис. 4в).

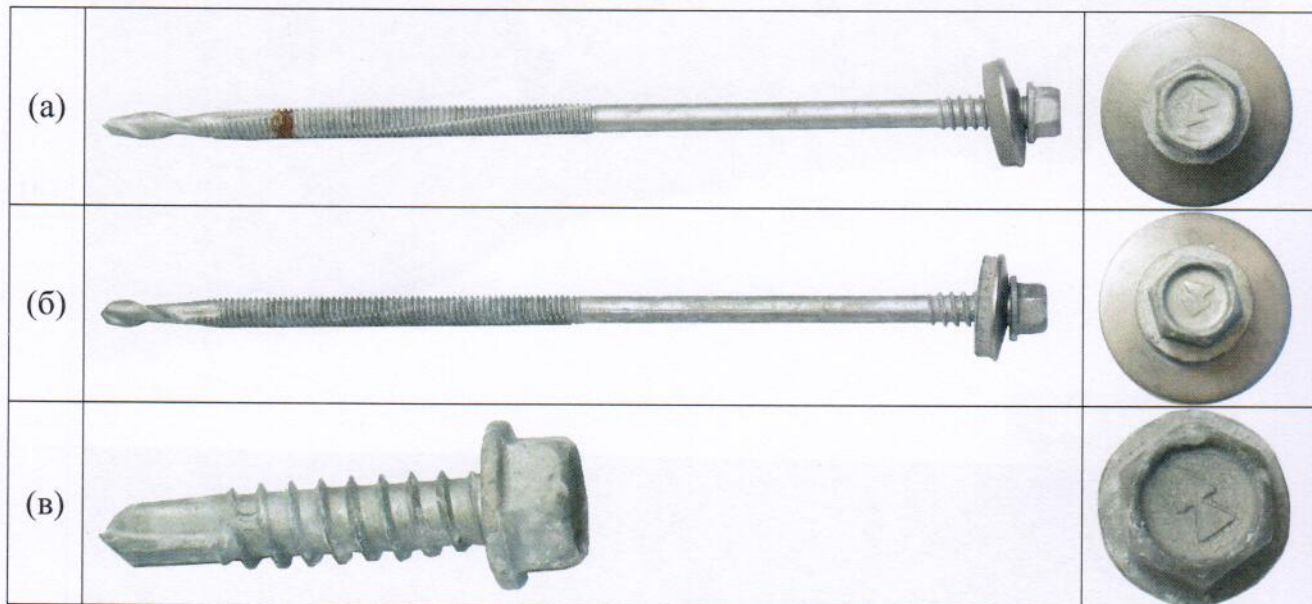
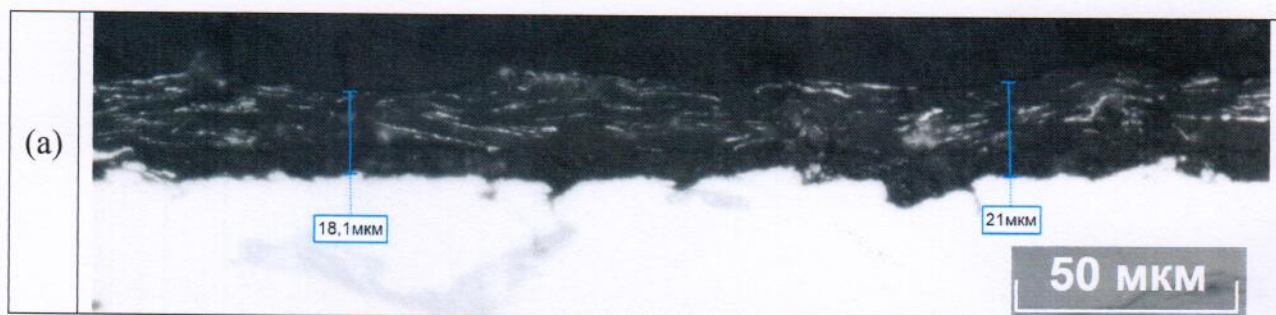


Рис. 4 Внешний вид винтов с покрытием RUSPERT TYPE II после испытаний в камере соляного тумана в течение 720 ч: а – №1; б – №2, в - №3

С целью оценки качества и толщины покрытий, состояния материала исследуемых крепежных элементов вблизи поверхностей проводили *металлографический анализ*. Исследование проводили на винтах в состоянии поставки (новых).

В результате анализа установлено, что защитное антикоррозийное покрытие RUSPERT TYPE II на винтах №1 и №2 двухслойное (рис. 5), общая толщина которого составляет 13-22 мкм.





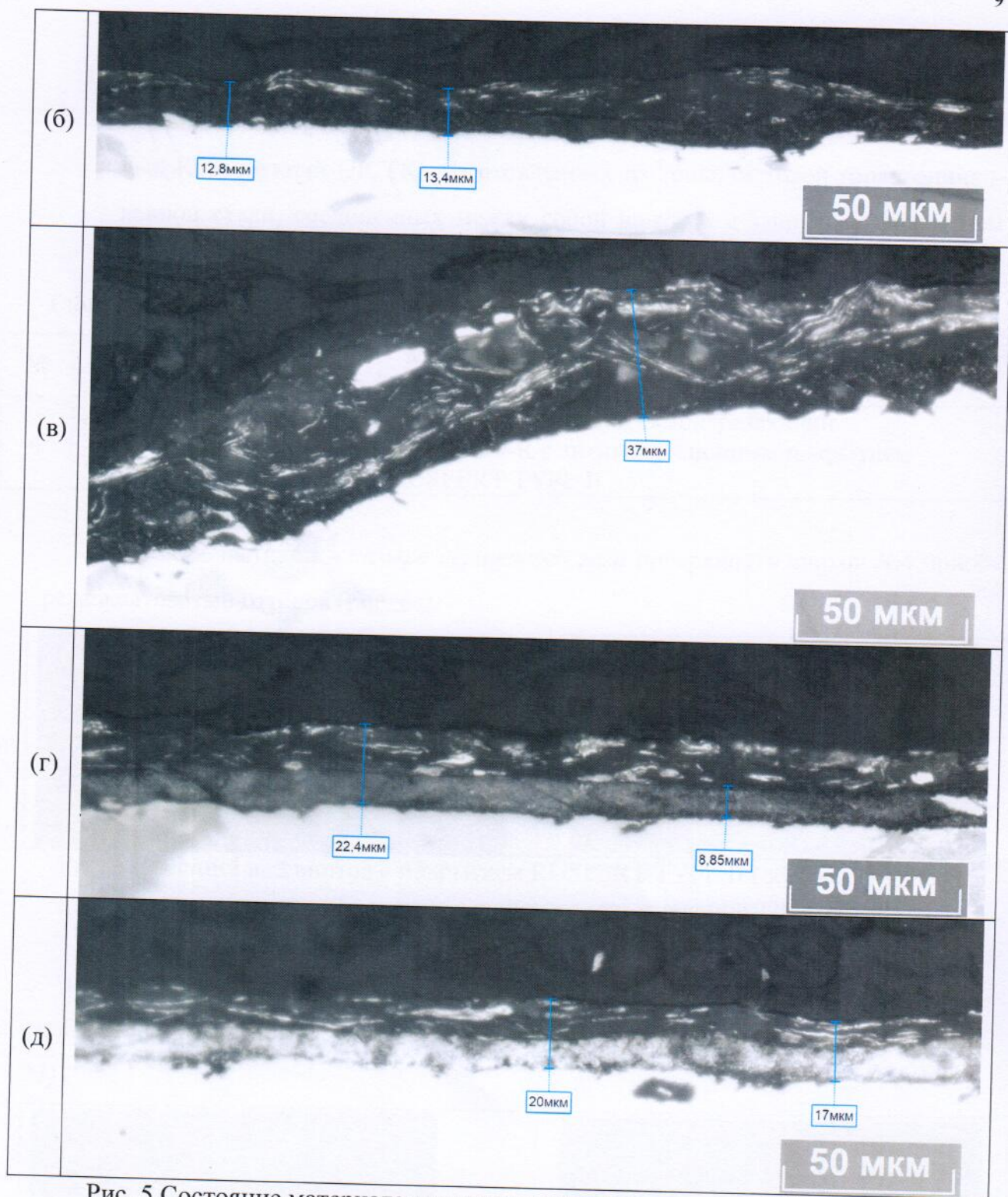


Рис. 5 Состояние материала самонарезающих винтов: а-в – №1; г, д – №2

## II. ГРУППЫ СОЕДИНЕНИЙ

1. Первая группа соединений: в первую группу соединений входят фрагменты металлопроката, используемого для монтажа Легких Стальных Тонкостенных Конструкций (ЛСТК), изготовленных из тонколистовой горячеоцинкованной стали, соединенных между собой винтами с защитным покрытием RUSPERT TYPE II (таблица 2)

Таблица 2 – Материалы элементов №4 группы соединений.

№	Материал ЛСТК	Материал крепежных изделий и вид защитного покрытия
4	Тонколистовая горячеоцинкованная сталь	Винт самосверлящий самонарезающий 5.5x25 HD-R с антикоррозионным покрытием RUSPERT TYPE II

После испытаний в камере сернистого газа поверхность винтов №4 приобрела желтоватый оттенок (рис. 6а).



Рис. 6 Внешний вид винтов с покрытием RUSPERT TYPE II (образец №4) после испытаний в камере сернистого газа в течение 720 ч

После испытаний в камере соляного тумана белый налет с точечными объемными продуктами коррозии цинка обнаружен на поверхности образца №4 (рис. 7).



Рис. 7 Внешний вид винтов с покрытием RUSPERT TYPE II (образец №4) после испытаний в камере соляного тумана в течение 720 ч

2. Вторая группа соединений: во вторую группу соединений входят фрагменты металлопроката, используемого для монтажа металлоконструкций, и сэндвич-панелей, соединенных между собой винтами с защитным покрытием RUSPERT TYPE II (таблица 3)

Таблица 3 – Материалы элементов №5 группы соединений.

№	Материал металлоконструкции	Материалы сэндвич-панелей	Материал крепежных изделий и вид защитного покрытия
5	Углеродистая сталь	Углеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием	Винт самосверлящий самонарезающий HSP14-BM-S 19 5.5/6.3x160 с антикоррозионным покрытием RUSPERT TYPE II
	Углеродистая сталь	Углеродистая оцинкованная сталь с полимерным покрытием	Винт самосверлящий самонарезающий HSP14-R-S 19 5.5/6.3x160 с антикоррозионным покрытием RUSPERT TYPE II

После испытаний в камере *соляного тумана* на головках винтов, установленных в сэндвич-панель, обнаружен тонкий, белый налет (рис. 8а). На винтах, демонтированных из сэндвич-панели, коррозионных повреждений в области контакта с утеплителем не зафиксировано (рис. 8 б, в).

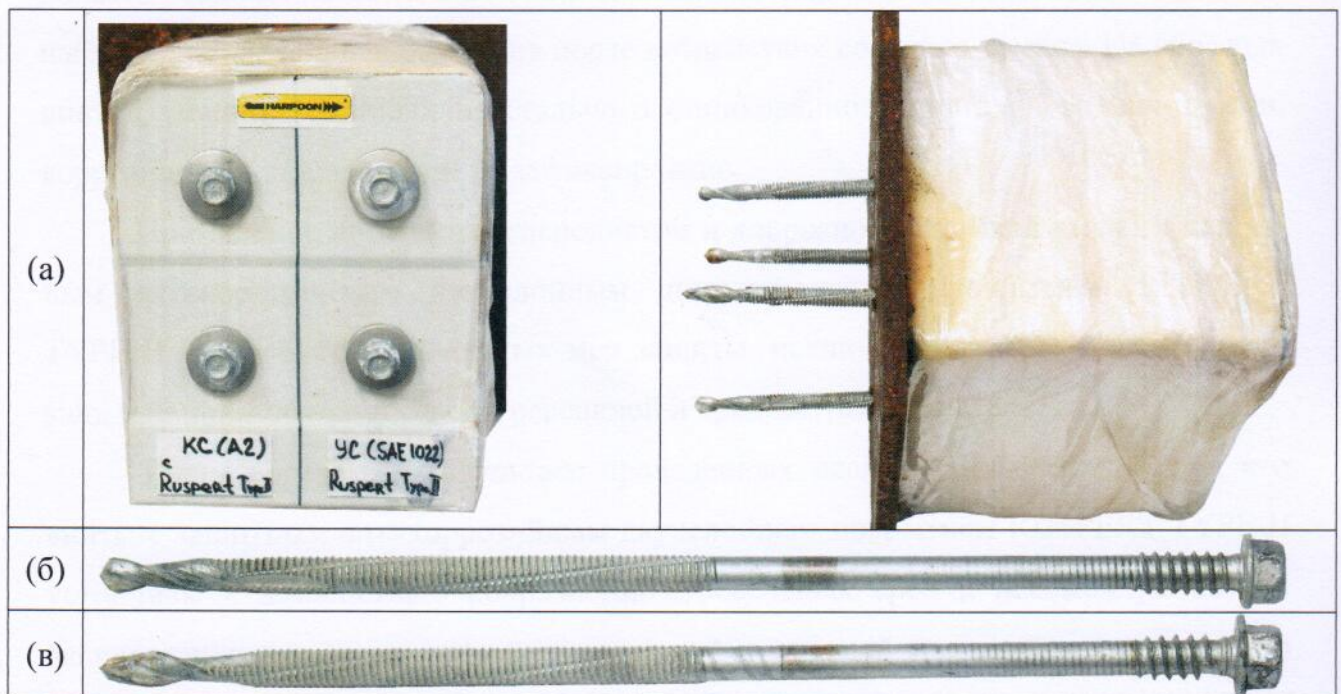


Рис. 8 Внешний вид винтов с покрытием RUSPERT TYPE II после испытаний в камере соляного тумана в течение 720 ч: а – №5, б - демонтированный из сэндвич-панели образец №1, в - демонтированный из сэндвич-панели образец №2

*[Handwritten signature]*

## Анализ результатов исследований

Целью работы является исследование коррозионной стойкости и долговечности винтов самосверлящих самонарезающих с покрытием RUSPERT TYPE II в средах слабой и средней степеней агрессивности в соответствии с СП 28.13330.2017.

По результатам исследований установлено, что на винтах защитное покрытие RUSPERT TYPE II, нанесенное как на коррозионностойкую сталь (AISI 304), так и углеродистую сталь, двухслойное, общей толщиной 13-22 мкм. Благодаря электропроводности и наличию металлических частиц, исследуемое покрытие является анодным и обеспечивает электрохимическую защиту стальных деталей за счет растворения цинковой составляющей.

Оценку коррозионной стойкости покрытия RUSPERT TYPE II проводили по методам воздействия влажности, нейтрального соляного тумана и сернистого газа. В результате исследования установлено, что защитное антикоррозийное покрытие обеспечивает защиту от воздействия коррозионно-агрессивных сред без признаков коррозии стальной основы в течение не менее 720 часов. Исключением является область соединения винтов из стали AISI 304 и сверла из углеродистой стали, где наблюдается локальная ржавчина после воздействия соляного тумана. На образцах винтов, демонтированных из стального оцинкованного листа и сэндвич-панели, коррозионных повреждений не зафиксировано.

Применение винтов из углеродистой и коррозионностойкой сталей с защитным антикоррозийным двухслойным цинксодержащим покрытием RUSPERT TYPE II не требует специальных мер защиты, исключая контактную коррозию, при применении в слабоагрессивной и среднеагрессивной средах.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что винты с защитным антикоррозийным двухслойным покрытием RUSPERT TYPE II устойчивы к воздействию коррозионно-агрессивных сред и рекомендуются для эксплуатации в условиях сухой, нормальной и влажной зон влажности в слабо- и среднеагрессивных средах (размещение конструкций в соответствии с ГОСТ 15150-69) в соответствии с СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

Сроки службы крепежных элементов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сроки службы крепежных элементов, года				
Материал крепежных изделий и покрытий	Агрессивность сред СП 28.13330.2017			
	слабая		средняя	
	Размещение конструкций ГОСТ 15150-69			
	Под навесом	На открытом воздухе	Под навесом	На открытом воздухе
Углеродистая сталь с покрытием RUSPERT TYPE II	>50	≥50	>50	≥50
Коррозионностойкая сталь с покрытием RUSPERT TYPE II	>50	>50	>50	>50

### Выводы

1. Винты торговой марки HARPOON с защитным антикоррозийным покрытием RUSPERT TYPE II устойчивы к воздействию коррозионно-агрессивных сред и рекомендуются для эксплуатации в условиях сухой, нормальной и влажной зон слабо- и среднеагрессивных открытых сред в соответствии с СП 28.13330.2017.

2. Срок службы винтов с защитным двухслойным покрытием RUSPERT TYPE II составит при размещении конструкций на открытом воздухе и под навесом и слабо- и среднеагрессивных средах не менее 50 лет.

Отв. исп. Волкова О.В., научный сотрудник  
каф. МЗМ  
Тел.: 8(495) 951-22-34  
e-mail: mail@expertcorr.misis.ru

# Общество с ограниченной ответственностью «Компания «Глобал Ривет»

## АКТ отбора образцов от «19» апреля 2021 г.

На складе ООО «Компания «Глобал Ривет»» (ведущим техническим специалистом Порошиным Е.В.), отобраны образцы винтов самосверлящих самонарезающих марки HARPOON согласно таблицы 1, для проведения коррозионных испытаний. В процессе отбора образцов проводили видеосъемку.


Программа испытаний согласована с ФАУ «ФЦС».

Образцы отобраны в соответствии с ГОСТ 31814-2012 с целью передачи на испытания в НИТУ «МИСиС».

Таблица 1

Наименование материала (изделия), марка, тип, обозначение согласно маркировке	Единица измерения	Количество отобранных образцов
Винт самосверлящий самонарезающий HARPOON HSP14-R-S19 5.5/6.3x160	шт.	7
Винт самосверлящий самонарезающий HARPOON HSP14-BM-S19 5.5/6.3x160	шт.	7
Винт самосверлящий самонарезающий HARPOON 5.5x25 HD-R	шт.	11

### Представители ООО «Компания «Глобал Ривет»»:

1.	Ведущий технический специалист		Порошин Е.В.
----	--------------------------------	--	--------------

(должность)


(подпись)

(ФИО)

МП



### Принял НИТУ «МИСиС»:

1.	Научный сотрудник		Волкова О.В.
----	-------------------	--	--------------

(должность)

(подпись)

(ФИО)

