



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

«Утверждаю»

Проректор
проф., д.т.н.



Филонов М. Р.

06.04.2016

Заключение № 075/15-503-1

**«Исследование устойчивости к атмосферной и контактной
коррозии самонарезающих винтов SmartBOLT»**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель,
проф., д.т.н.



Дуб Алексей Владимирович

Исполнители:

Ответственный исполнитель,
научный сотрудник



Волкова Ольга Владимировна

Зав. лабораторией
кафедры ЗМиТП



Обухова Татьяна Анатольевна

Инженер, к.х.н.



Сафонов Иван Александрович

Научный сотрудник

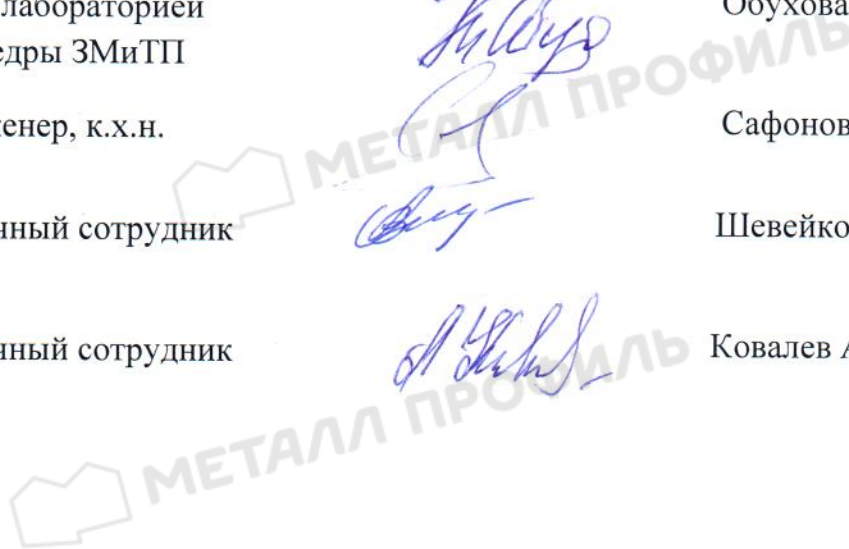


Шевейко Ольга Владимировна

Научный сотрудник



Ковалев Александр Федорович



Заявитель	ООО «Компания Металл Профиль»
Основание для проведения испытаний	Договор № 075/15-503 от 28.12.15
Акт отбора образцов	от 18.01.2012
Дата проведения испытаний	начало 14 марта 2016 г. окончание 06 апреля 2016 г
Цель испытаний	1. Оценка показателей, характеризующих интенсивность коррозионного разрушения элементов винтовых соединений. 2. Определение срока службы крепежных деталей в слабо-, средне- и сильно- агрессивных средах.
Испытательное оборудование	- камера влажности; - камера соляного тумана; - металлографический комплекс.
Образцы	1. Сэндвич-панель, производства ООО «Компания Металл Профиль». 2. Самонарезающие винты SmartBOLT 5,5xL с защитным антикоррозийным керамическим покрытием с шайбой для крепления сэндвич-панелей
Результаты испытаний	Приложения 1, 2
Результаты исследований	Заключение № 055/15-503-1

На исследование поступили:

- самонарезающие винты SmartBOLT (рис.1а) с защитным антикоррозийным керамическим покрытием различных типоразмеров SmartBOLT 5,5xL (от 70 до 350 мм);

- образцы винтовых креплений сэндвич-панелей вышеуказанными винтами с алюминиевой шайбой (рис.1б).

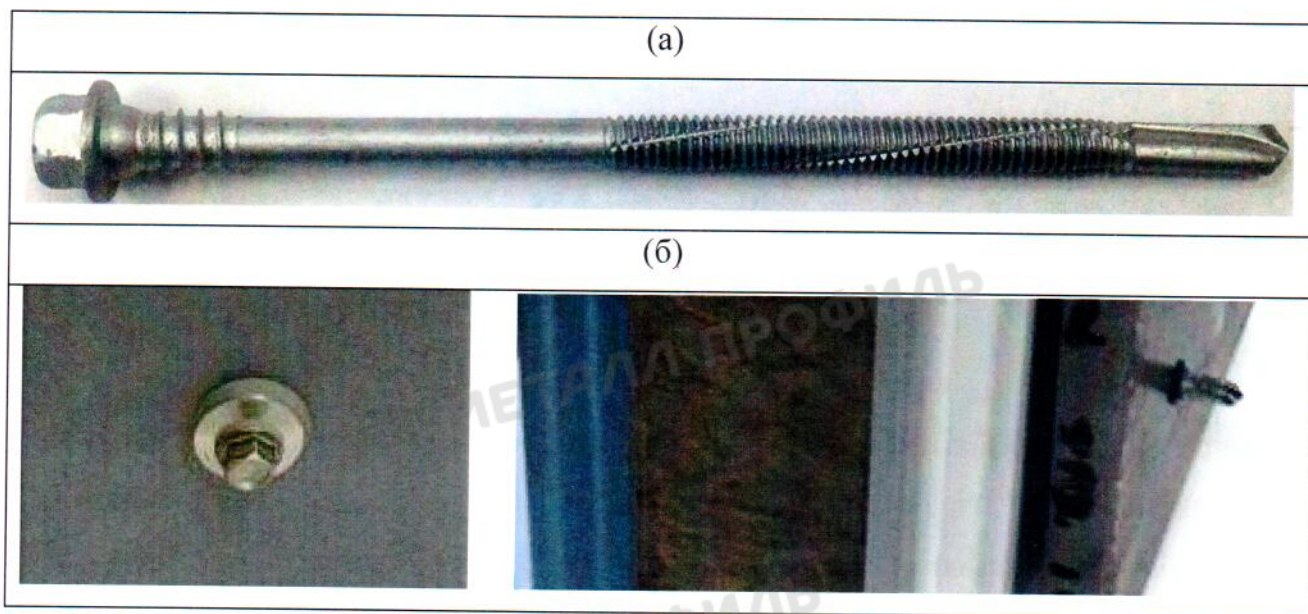


Рис.1 Винт SmartBOLT 5,5xL (а) и винтовое соединение сэндвич-панелей (б).

Отбор образцов проводился представителями Заказчика.

Цель работы: оценка коррозионной стойкости материалов самонарезающих винтов SmartBOLT и винтовых соединений, определение срока их службы в условиях слабо- средне и сильно- агрессивных сред.

При исследовании были выполнены следующие работы:

- ускоренные коррозионные испытания;
- анализ внешнего состояния поверхностей винтов;
- металлографический анализ.



Проведение ускоренных коррозионных испытаний

Ускоренные испытания проводились в течение 30 суток в климатических камерах, имитирующих различные атмосферные условия в соответствии с ГОСТ 9.308-85 «Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных испытаний»:

- в камере влажности при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ С;
- в камере соляного тумана при периодическом распылении 3% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ С.

Результаты испытаний представлены в протоколах (прил. 1-2).

Анализ результатов исследования

Исследование *внешнего состояния поверхностей деталей* во время и после испытаний проводилось визуально и методом оптической фрактографии с использованием бинокулярного микроскопа МБС-200 и металлографического комплекса Альтами МЕТ (по ГОСТ 9.311-87). Оценку состояния покрытия проводили по ГОСТ 9.407-84 «ЕСЗКС. Покрyтия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида».

Анализ состояния поверхностей показал, что после выдержки в *камерах влажности* (рис.2а) и *соляного тумана* (рис.2б) внешний вид самонарезающих винтов SmartBOLT практически не изменился в течение всего времени испытаний. Покрyтие сохранилось ровным без признаков вспучивания и отслаивания.

В камере *влажности* на головках и внешнем диаметре резьбы винтов, используемых для крепления сэндвич-панелей, выявлен полупрозрачный слой легкоудаляемых продуктов коррозии.

В *соляном тумане* на резьбовой части деталей наблюдается сплошной налет с объемными солеобразными продуктами коррозии белого цвета, свидетельствующий о коррозионном повреждении подслоя цинка, что, вероятно, связано с механическим нарушением сплошности наружного слоя защитного покрытия при ввинчивании.

Кроме того, на головках винтов, используемых для крепления сэндвич-панелей, обнаружены полосы темного цвета, свидетельствующие о пластической деформации в виде смятия и оттеснения материала деталей, образовавшихся от контакта с инструментом при завинчивании.

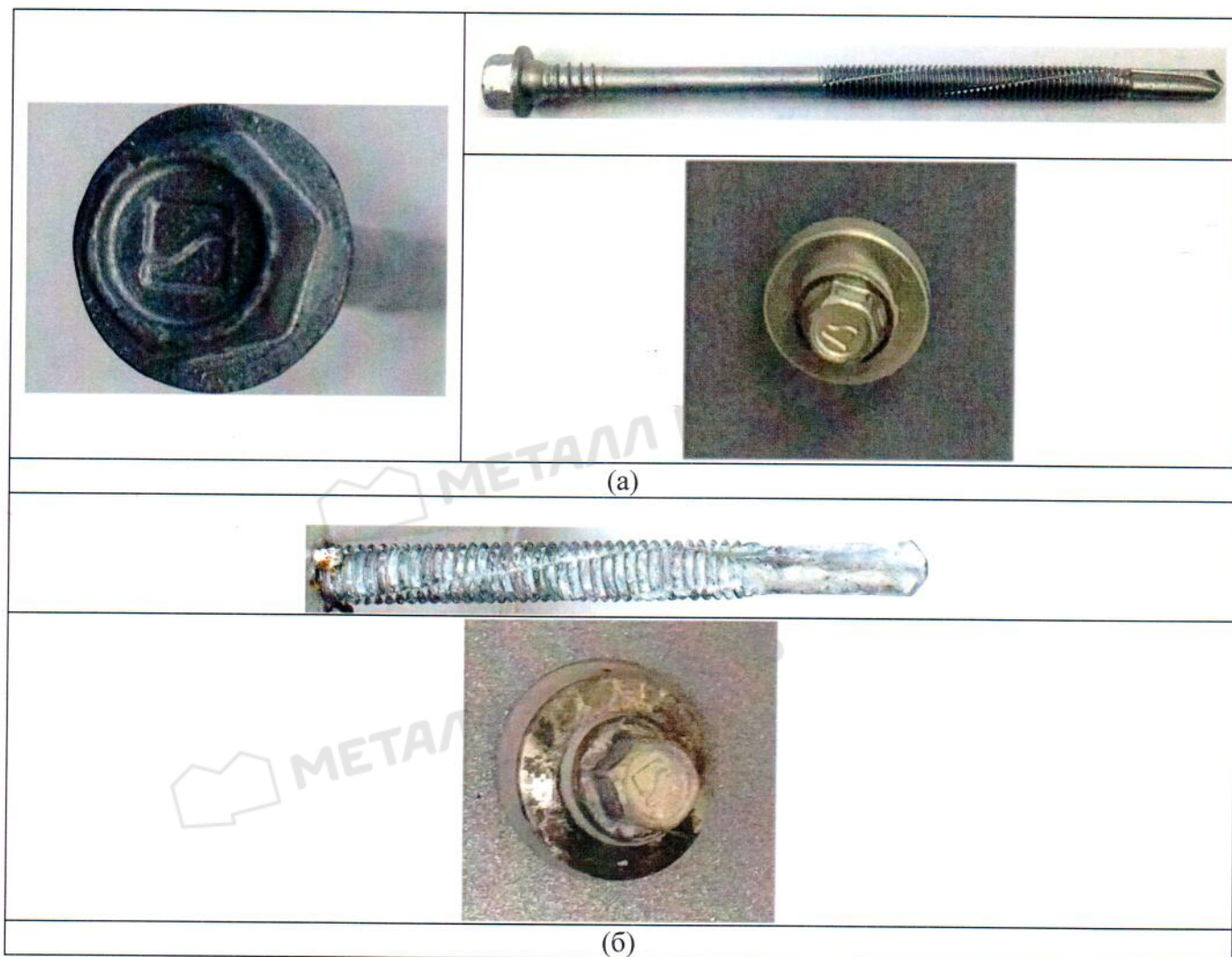


Рис.2. Внешний вид самонарезающих винтов SmartBOLT после испытаний в камерах влажности (а) и соляного тумана (б) в течение 30 суток.

С целью оценки толщины покрытия, состояния материала исследуемых винтов вблизи поверхностей, а также определения глубины и характера коррозионных повреждений проводился *металлографический анализ*.

Исследование проводилось на винтах, взятых выборочно, в состоянии поставки (новых) (рис. 1а), после испытаний в течение 30 суток в камерах влажно-

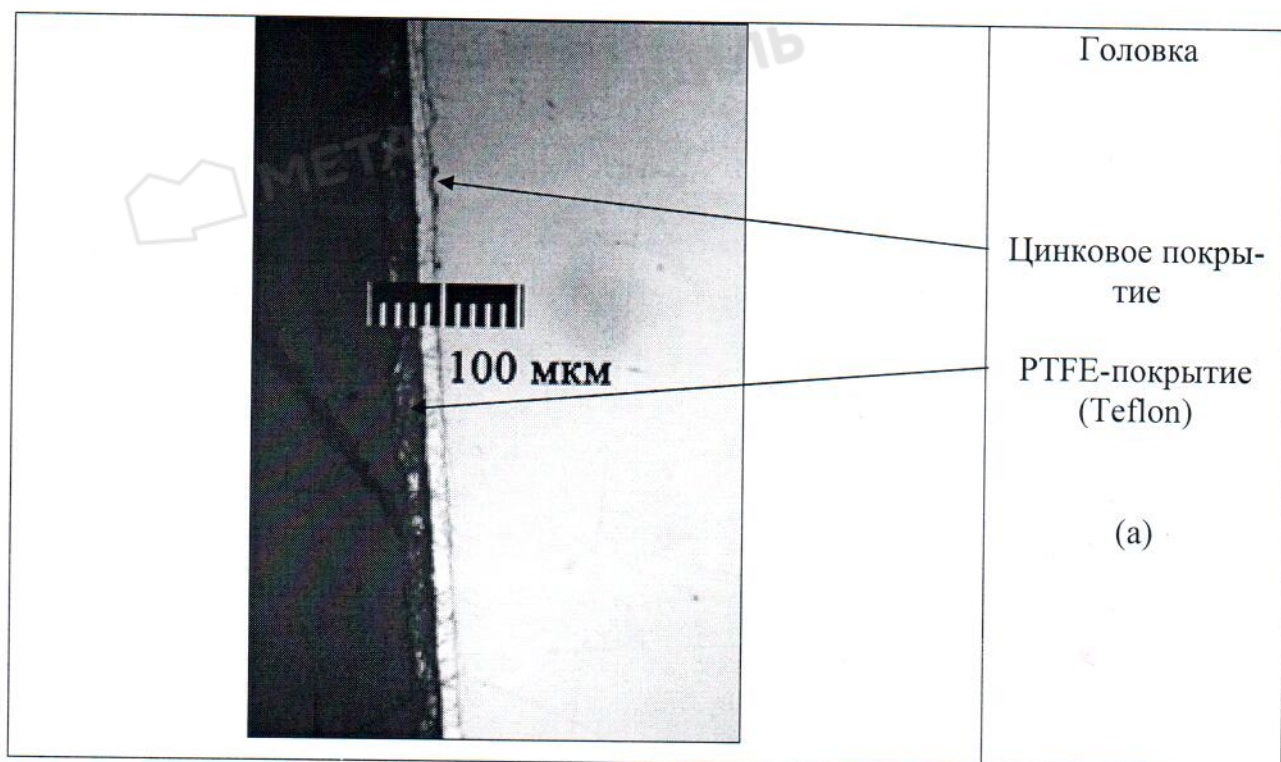
сти (рис. 2а) и соляного тумана (рис. 2б). Шлифы были приготовлены как в продольных, так и поперечных сечениях деталей.

В результате анализа установлено, что защитное антикоррозийное керамическое покрытие на винтах SmartBOLT состоит из: подслоя цинка, толщина которого составляет 12-15 мкм, и слоя горячего РТФЕ-покрытия (Teflon) толщиной ~ 10 мкм (рис.3а).

После испытаний в камерах влажности и соляного тумана в материале винтов коррозионных повреждений не выявлено, защитное покрытие сохранилось практически полностью (рис.3 б, рис.4 а, д).

На шлифах, приготовленных из винтов после сборки сэндвич-панелей, как на головке, так и на резьбовой части со стороны движения винтов выявлено частичное повреждение покрытия вследствие механического воздействия при ввинчивании (рис. 3 в; рис. 4 б-г, е).

В зоне контакта с шайбой и окрашенной пластиной сэндвич-панелей в материале винтов коррозионных повреждений не выявлено.



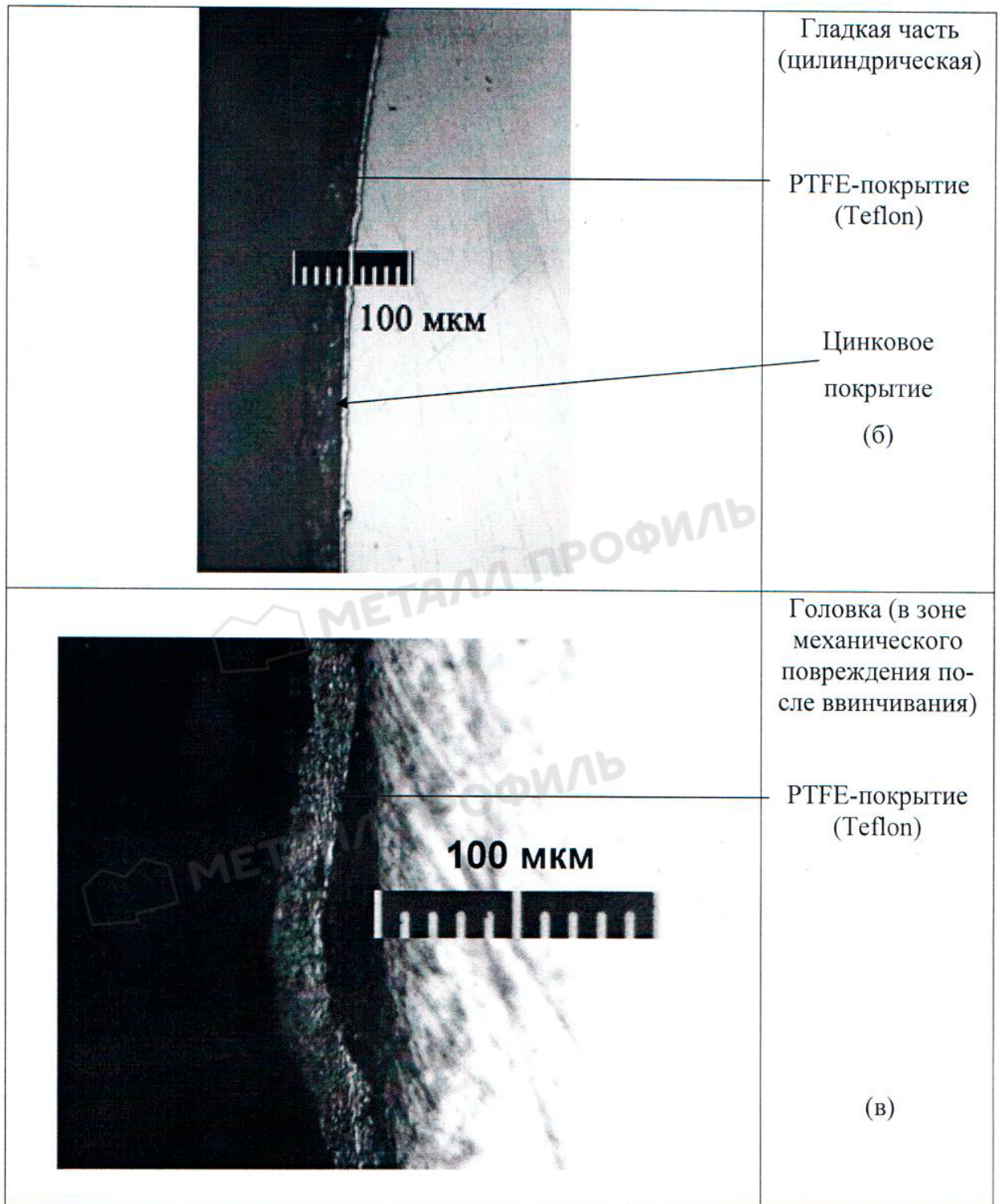
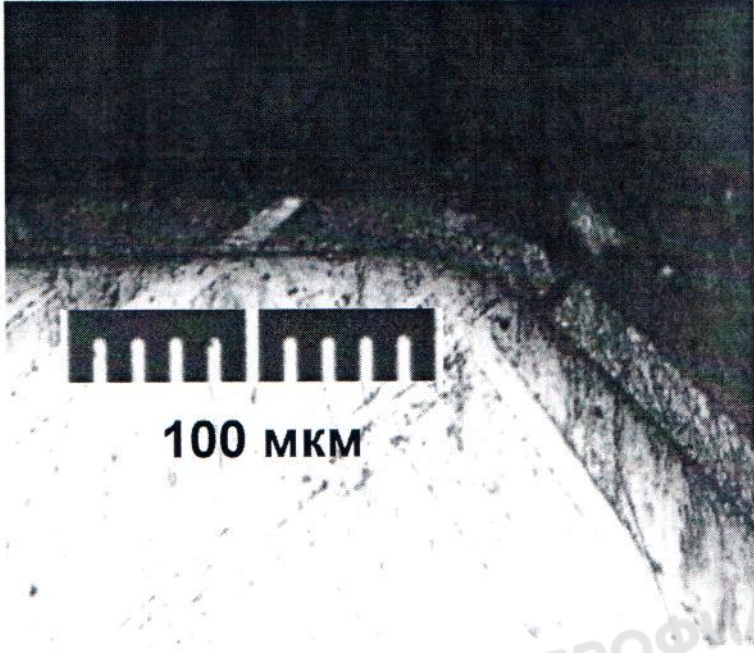
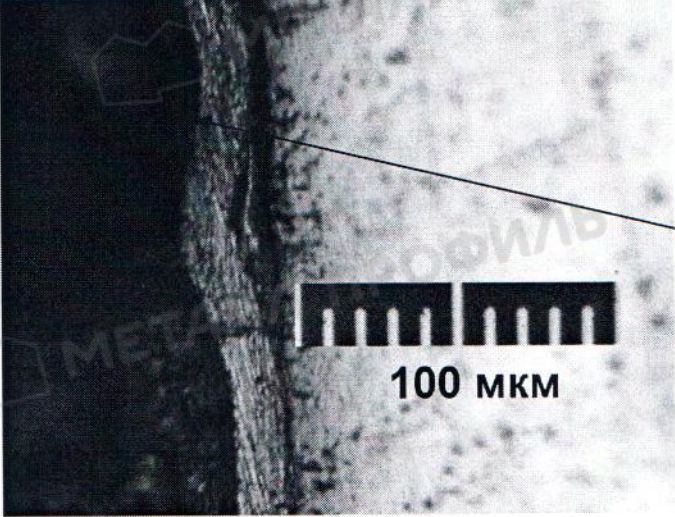
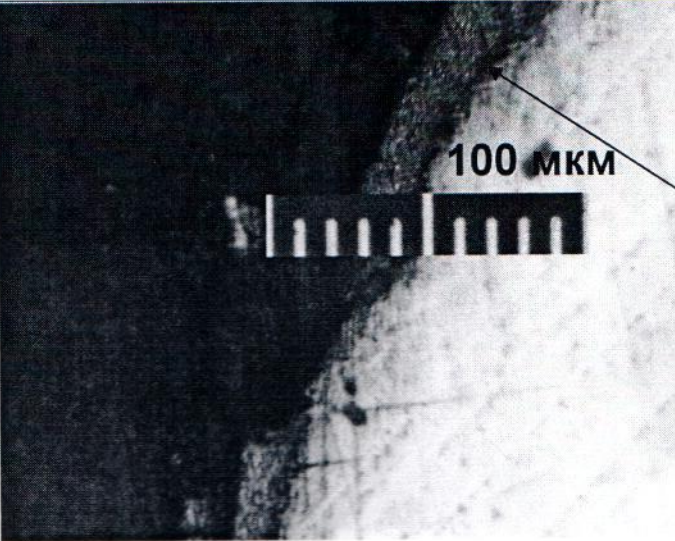


Рис. 3. Состояние материала винтов новых (а) и после испытаний в камере влажности (б, в) в течение 30 суток.



 <p>100 мкм</p>	<p>Головка</p> <p>Защитное антикоррозийное керамическое покрытие</p> <p>(а)</p>
 <p>100 мкм</p>	<p>Головка (в зоне механического повреждения после ввинчивания)</p> <p>PTFE-покрытие (Teflon)</p> <p>(б)</p>
 <p>100 мкм</p>	<p>Головка (в зоне механического повреждения после ввинчивания)</p> <p>PTFE-покрытие (Teflon) (частично повреждено)</p> <p>(в)</p>



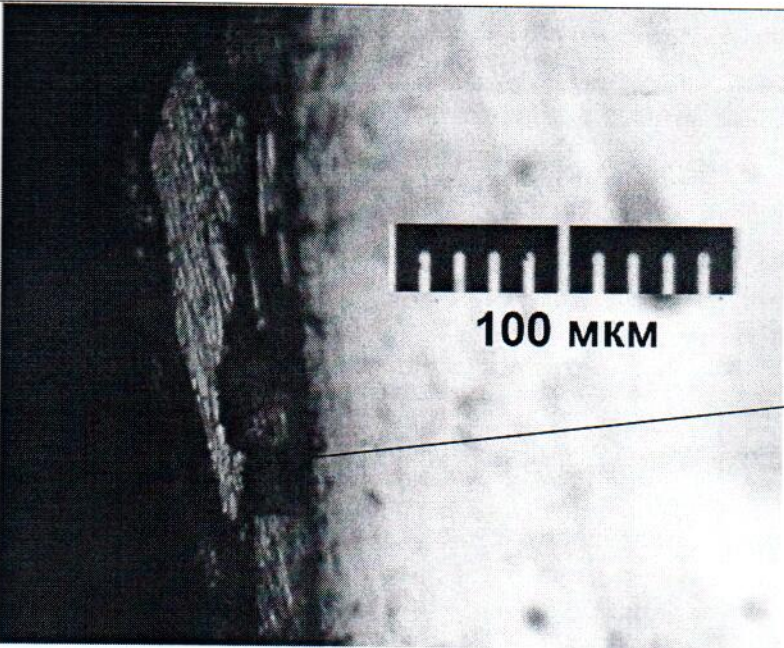
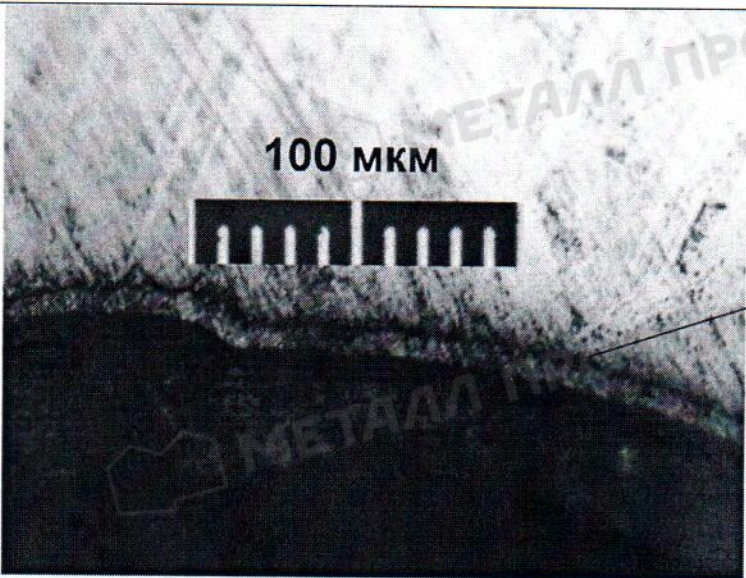
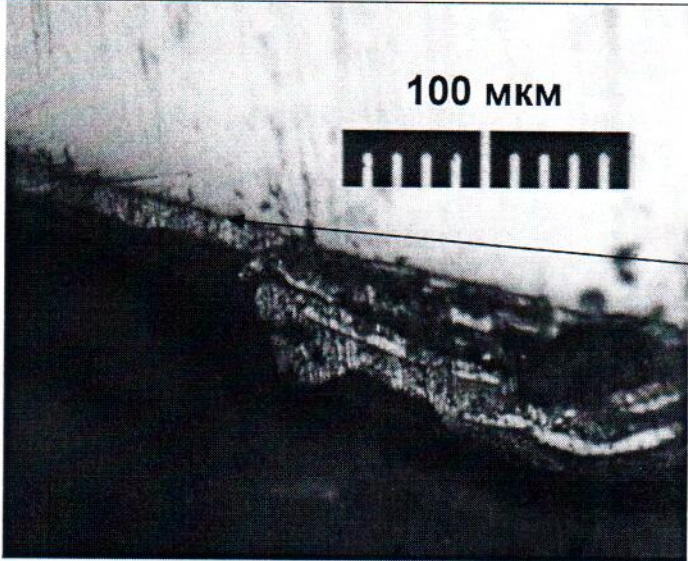
 <p>100 мкм</p>	<p>Головка (в зоне механического повреждения после ввинчивания)</p> <p>PTFE-покрытие (Teflon) (частичное отслаивание и повреждение)</p> <p>(г)</p>
 <p>100 мкм</p>	<p>Резьба</p> <p>PTFE-покрытие (Teflon)</p> <p>(д)</p>
 <p>100 мкм</p>	<p>Резьба</p> <p>PTFE-покрытие (Teflon) (частичное отслаивание и повреждение)</p> <p>(е)</p>

Рис. 4. Состояние материала винтов после испытаний в камере соляного тумана в течение 30 суток.



Анализ результатов исследований

Целью работы является исследование коррозионной стойкости и долговечности самонарезающих винтов SmartBOLT, используемых для крепления сэндвич-панелей.

По результатам исследований установлено, что защитное антикоррозийное керамическое покрытие на самонарезающих винтах состоит из: цинкового покрытия (внутренний слой), и горячего PTFE-покрытия (Teflon) (внешний слой). Толщина покрытия составляет 22-25 мкм. Благодаря электропроводности и наличию металлических частиц, исследуемое покрытие является анодным и обеспечивает электрохимическую защиту стальных деталей за счет растворения цинковой составляющей покрытия.

Оценку коррозионной стойкости покрытия проводили по методу воздействия нейтрального соляного тумана. В результате исследования установлено, что защитное антикоррозийное керамическое покрытие обеспечивает защиту от воздействия коррозионно-агрессивной среды без признаков коррозии материала покрытия в течение 600 часов.

Применение винтов SmartBOLT с защитным антикоррозийным керамическим покрытием для крепления сэндвич-панелей не требует специальных мер защиты, исключая контактную коррозию. Это объясняется как наличием внешнего полимерного защитного слоя на винтах, так и наличием шайбы, обеспечивающей необходимую герметичность соединения и ограничивающей доступ влаги к месту контакта крепежных элементов и сэндвич-панелей. Применение деталей из алюминиевых сплавов в контакте с винтами с защитным антикоррозийным керамическим покрытием также не требует специальных мер защиты, что объясняется значительной поляризуемостью как алюминия, так и покрытия, которое в данной комбинации чаще всего будет являться анодом.

Величина скорости коррозии покрытия, определенная в ходе испытаний в лабораторных атмосферах и аппроксимированная на длительный срок эксплуатации, в среде сильной агрессивности составит $\sim 0,8-1,0$ мкм, средней агрессивности $\sim 0,5-0,7$ мкм/год; в слабоагрессивной атмосфере – $\sim 0,1-0,3$ мкм/год.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что винты SmartBOLT с защитным антикоррозийным керамическим покрытием отно-

сительно устойчивы к воздействию коррозионно-агрессивных сред и рекомендуются для эксплуатации в условиях сухой, нормальной и влажной зон слабо- и среднеагрессивных сред в течение не менее 50 лет, сильноагрессивных (в том числе прибрежных) средах – не менее 25 лет.

Выводы

1. Винты SmartBOLT с защитным антикоррозийным керамическим покрытием устойчивы к воздействию коррозионно-агрессивных сред и рекомендуются для эксплуатации в условиях сухой, нормальной и влажной зон слабо-, средне- и сильноагрессивных сред.

2. В результате проведенных испытаний и оценки качества материала винтов SmartBOLT, используемых для крепления сэндвич-панелей установлено, что винты с защитным антикоррозийным керамическим покрытием могут эксплуатироваться в средах средней и слабой агрессивности сроком не менее 50 лет, сильной агрессивности – не менее 25 лет.

3. В условиях сильной агрессивности рекомендуется дополнительно защищать винты защитно-декоративным лакокрасочным покрытием.

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



 МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ

 МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ



Срещнофорвиано и трондулсеропаино
13 стр.

НИТУ «МИСИС»