



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.

11.11.2021

Заключение № 077/18-501-5

**«Исследование коррозионной стойкости шурупов для
фасадных дюбелей Фиксар, изготовленных из углеродистой
стали с термодиффузионным цинковым покрытием»**

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

Инженер научного проекта, к.х.н.

Сафонов Иван Александрович

Научный сотрудник

Шевейко Ольга Владимировна

Научный сотрудник

Ковалев Александр Федорович

Инженер I категории, к.т.н.

Шибасева Татьяна Владимировна

Заявитель	ООО «ГК «ФИКСАР»
Основание для проведения испытаний	Договор №077/18-501
Цель испытаний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка коррозионной стойкости стальных шурупов 7*85 с термодиффузионным цинковым покрытием. 2. Определение срока службы шурупов для фасадных дюбелей в закрытых слабо- и среднеагрессивных средах по СП 28.13330.2017.
Испытательное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> - камера сернистого газа Liebisch KEA 300A (КСГ); - камера соляного тумана SST-6MS (КСТ); - микроскоп ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet»
Образцы	Стальные шурупы для фасадных дюбелей 7*85 с термодиффузионным цинковым покрытием
Нормативные документы	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 9.316-2006 «ЕСЗКС. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля». 2. ГОСТ 9.311-87 «Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Метод оценки коррозионных поражений» 3. ГОСТ 9.308-85 «ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний». 4. ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов, категории, условия эксплуатации в части воздействия климатических факторов» внешней среды» 5. Свод правил СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85). 6. ГОСТ ISO 9223-2017 «Коррозия металлов и сплавов. Коррозионная агрессивность атмосферы. Классификация, определение и оценка».
Результаты исследований	Заключение № 077/18-501-5

Цель работы: оценка коррозионной стойкости шурупов для фасадных дюбелей Фиксар с термодиффузионным цинковым покрытием, определение срока их службы в условиях слабо- и среднеагрессивных сред по СП 28.13330.2017 и ГОСТ ISO 9223-2017. Образцы для испытаний: стальные шурупы для фасадных дюбелей 7*85 с термодиффузионным цинковым покрытием (рис. 1).

Отбор образцов: осуществлялся Заказчиком согласно Акту отбора образцов от 18 октября 2021 г. (Приложение 1).



Рис. 1 Образцы шурупов 7*85, поступившие на исследование

Методики исследований.

1. Внешнее состояние поверхностей деталей до, во время и после испытаний оценивали визуально ГОСТ 9.316-2006 «ЕСЗКС. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля». Степень коррозионных повреждений в процессе испытаний оценивали в соответствии с ГОСТ 9.311-87 «ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Метод оценки коррозионных поражений».

2. Ускоренные коррозионные испытания проведены по ГОСТ 9.308-85 «ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний» в течение 720 ч (30 суток) в климатических камерах, имитирующих среднеагрессивные среды:

- сернистого газа (КСГ), при относительной влажности 98%, температуре в камере 40 °С и воздействии SO₂;
- соляного тумана (КСТ), при периодическом распылении 3%-го раствора NaCl, относительной влажности 98% и температуре в камере 40 °С.

Один цикл испытаний в камере: воздействие агрессивной атмосферы 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.



Результаты исследования

При исследовании внешнего вида шурупов в состоянии поставки установлено, что защитное цинковое покрытие серого цвета, равномерное, гладкое, без признаков нарушения сплошности, без коррозионных повреждений, что соответствует требованиям ГОСТ 9.316-2006 «ЕСЗКС. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля» (рис. 1).

После выдержки в камерах *сернистого газа* и *соляного тумана* в течение 720 ч на поверхностях образцов выявлен тонкий белый налет продуктов коррозии цинка (рис. 2). Коррозионных повреждений стальной основы не зафиксировано.

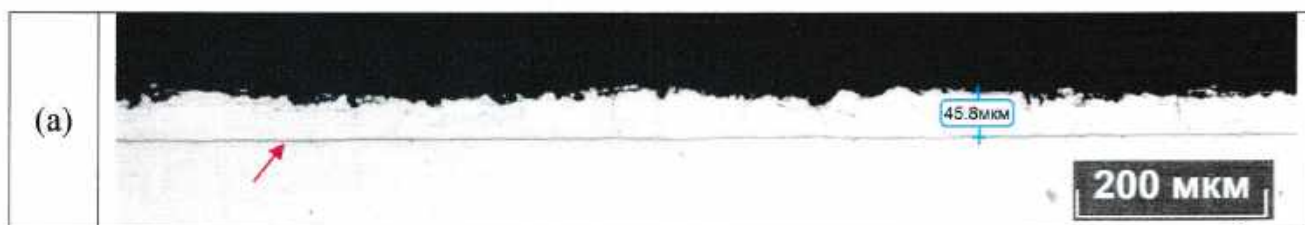


Рис. 2 Внешний вид шурупов после испытаний в камере сернистого газа в течение 720 ч

С целью оценки толщины и качества покрытий, состояния материала исследуемых крепежных изделий вблизи поверхностей проводили *металлографический анализ*.

В результате анализа установлено, что покрытие на анкерах однослойное, толщиной, измеренной на голове шурупов, 45-50 мкм (рис. 3). Толщина слоя интерметаллида Fe_xZn_y на границе сталь-покрытие составляет менее 1 мкм (рис. 3 а, указано стрелкой).

После испытаний в камере сернистого газа и соляного тумана в защитном покрытии обнаружены локальные язвы преимущественно округлой формы глубиной до 10 мкм (рис. 3), а также единичные области с отсутствием покрытия (рис. 3 в).



Handwritten signature

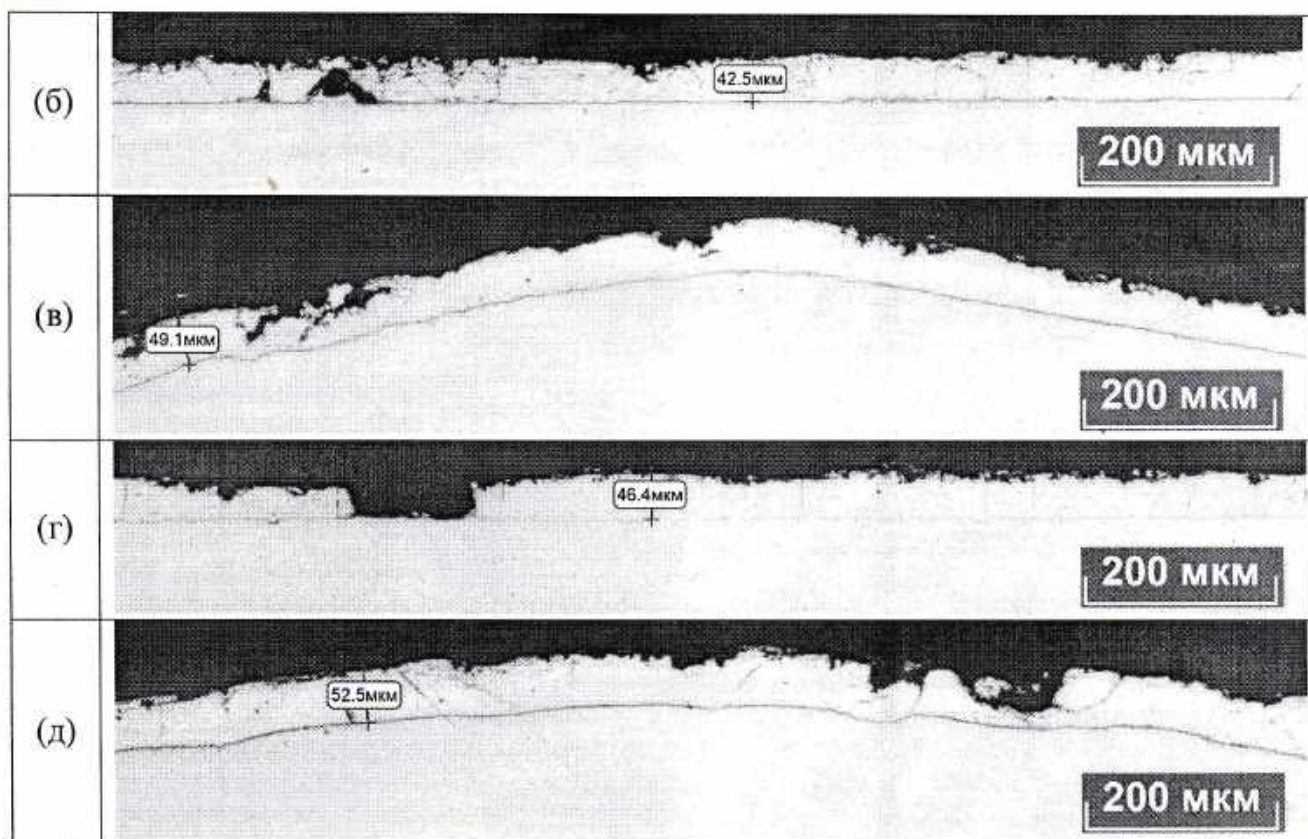


Рис. 3 Состояние материала образца с покрытием после испытаний в КСТ (а-в) и КСТ (г, д) в течение 720 ч

Анализ результатов исследований

Целью работы является оценка коррозионной стойкости и долговечности материалов шурупов 7*85 для фасадных дюбелей с термодиффузионным цинковым покрытием при эксплуатации в средах слабой и средней степени агрессивности в соответствии с СП 28.13330.2017, с ГОСТ ISO 9223-2017.

Эксплуатация исследуемых шурупов к фасадным дюбелям с термодиффузионным цинковым покрытием соответствует условиям У2 и УХЛ2 по ГОСТ 15150-69, то есть при размещении конструкций под навесом или в помещениях (объемах), где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха при воздействии слабо- и среднеагрессивных сред по СП 28.13330.2017 (С3 по ГОСТ ISO 9223-2017).

Проведены ускоренные циклические коррозионные испытания по ГОСТ 9.308-85 в камерах сернистого газа и соляного тумана с целью оценки качества и коррозионной стойкости материалов крепежных изделий. Оценку состояния крепежа проводили методами визуального и металлографического анализов.

Расчет скорости коррозии исследуемых материалов проводили по методикам, разработанным в НИТУ «МИСиС». В результате исследований установлено, что 30 суток непрерывных испытаний в специальных атмосферах, имитирующих среды со слабой и средней степенями агрессивности, соответствуют 15 годам реальной эксплуатации.

После воздействия коррозионно-агрессивных сред на поверхности шурупов с термодиффузионным цинковым покрытием, толщина которого составляет не менее 45 мкм обнаружен локальный белый налет. Коррозионных повреждений стальной основы не зафиксировано.

По результатам исследований установлено, что скорость коррозии термодиффузионного цинкового покрытия в среднеагрессивных средах составляет 0,5-0,7 мкм/год.

Аппроксимация коррозионного поражения на длительный срок эксплуатации позволяет установить, что срок службы шурупов к фасадным дюбелям с термодиффузионным цинковым покрытием толщиной 45-50 мкм в средах слабой и средней агрессивности в условиях У2 и УХЛ2 составит более 50 лет.

Таким образом, исследуемые шурупы 7*85 для фасадных дюбелей с термодиффузионным цинковым покрытием устойчивы к воздействию коррозионно-агрессивных сред и рекомендуются для эксплуатации в условиях сухой, нормальной и влажной зон влажности слабо- и среднеагрессивных сред по СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85) и ГОСТ ISO 9223-2017 в условиях У2 и УХЛ2.

Выводы

1. Срок службы стальных шурупов 7*85 для фасадных дюбелей Фиксар с термодиффузионным цинковым покрытием толщиной не менее 45 мкм составит более 50 лет в условиях У2 и УХЛ2 в слабо- и среднеагрессивных средах по СП 28.13330.2017.
2. Анализ результатов и выводы относятся только к испытанным крепежным изделиям без учета воздействия других элементов строительных конструкций, для крепления которых они предназначены.

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

