



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.

31.01.2017

Заключение № 001/17-503

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности
материалов узлов крепления навесных фасадных систем
«Стоун-Строй» типа СС-Т01 и СС-Т02»**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

2

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

Дуб Алексей Владимирович

Ответственный исполнитель,
Научный сотрудник

Волкова Ольга Владимировна

Исполнители:

зав. лабораторией МЗМ

Обухова Татьяна Анатольевна

доцент, к.х.н.

Сафонов Иван Александрович

научный сотрудник

Ковалев Александр Федорович

научный сотрудник

Шевейко Ольга Владимировна

Заявитель	ООО «СК СТОУН-СТРОЙ»
Основание для проведения испытаний	Договор № 001/17-503 от 16.01.2017 г.
Задачи испытаний	Дать оценку устойчивости к атмосферной коррозии материалов и элементов навесных фасадных систем «Стоун-Строй»
Описание элементов системы	<p>1. Детали системы, согласно спецификациям элементов из альбомов технических решений, изготовлены из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - углеродистых окрашенных оцинкованных сталей; - коррозионностойких сталей. <p>2. Z – образные кронштейны SS-01 с винтовыми регуляторами и штырями из коррозионностойких сталей.</p> <p>3. Кляммеры, штуцеры, уголки, болтов, гаек и шайб из коррозионностойких сталей.</p>
Испытательное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> - камера солевого тумана; - климатическая камера; - бинокулярный микроскоп МБС-200; - металлографический комплекс «Альтами МЕТ»; - адгезиметр Elcometer F107 с шестью лезвиями
Результаты исследований	Заключение № 001/15-503



Для анализа материалов, применяемых для изготовления навесных фасадных систем (НФС) «Стоун-Строй», на предмет оценки их коррозионной стойкости были использованы следующие материалы и нормативные документы:

1. Детали (направляющие и кронштейны) несущих конструкций навесных фасадных систем (НФС) «Стоун-Строй», изготовленные из оцинкованных окрашенных сталей. Отбор и изготовление образцов проводился представителями Заказчика.
2. Альбомы технических решений. Навесная фасадная система с воздушным зазором «Стоун-Строй СС-Т01» и «Стоун-Строй СС-Т02».
3. ГОСТ 9.307–89 «ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля».
4. ГОСТ 9.401-91 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов».
5. ГОСТ 15150-69 "Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды".
6. Свод правил СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

Цель работы: оценка коррозионной стойкости и долговечности материалов деталей навесных фасадных систем «Стоун-Строй» двух типов:

- «Стоун-Строй СС-Т01» с вертикальными направляющими;
- «Стоун-Строй СС-Т02» с Z-кронштейнами.

Материалы исследования

В соответствии с данными технической документации исследуемые фасадные системы предназначены для решения комплексных задач по облицовке и утеплению наружных стен зданий и сооружений различного назначения. Условия эксплуатации фасадных систем соответствуют УХЛ2 (условия умеренного климата, под навесом) при воздействии воздушных сред степени агрессивности которых соответствует СП 28.13330.2012.

В соответствии с данными Альбомов технических решений основные узлы подконструкций НФС «Стоун-Строй» (рис.1) состоят из:

1. Кронштейнов (уголков) и вертикальных направляющих (в системе «Стоун-Строй СС-Т01»), и Z-образных кронштейнов (в системе «Стоун-Строй СС-Т02»), изготовленных по одному из следующих вариантов:

- низкоуглеродистой оцинкованной стали с дополнительным атмосферостойким полимерным порошковым покрытием;
- коррозионностойких сталей.

2. Z-образных держателей SS-01 с винтовым регулятором и шпильками из коррозионностойких сталей.

3. Плоские держатели SS-02 с винтовым регулятором и шпильками из коррозионностойких сталей.

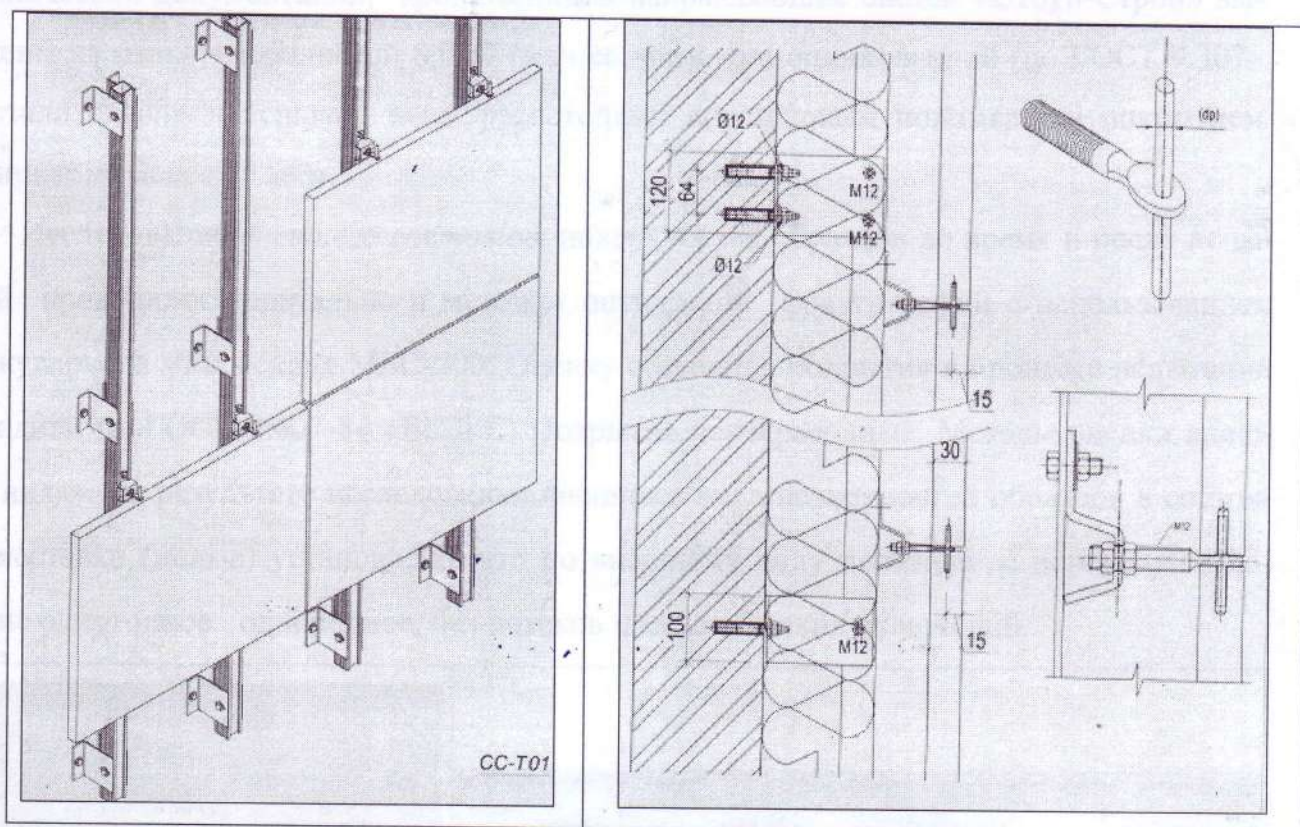


Рис.1. Общий вид (а) и монтажные элементы (б) системы " Стоун-Строй СС-Т01 "

Экспертиза технических решений по антикоррозионной защите металлических элементов фасадных систем проведена в соответствии со Сводом правил 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

При исследовании были выполнены следующие работы:

1. Ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9.401-91 «Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов»:

- определение стойкости покрытия по методу 9;
- определение стойкости покрытия к воздействию соляного тумана при $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 240 ч.

2. Анализ внешнего состояния поверхностей образцов.

3. Металлографический анализ.

4. Оценка адгезии покрытий.

5. Прогнозирование сроков службы несущих конструкций НФС.

Оцинкованная окрашенная сталь. В соответствии с данными, представленными в технической документации, кронштейны и направляющие систем «Стоун-Строй» выполнены из низкоуглеродистой ST-37 (или ее аналогов) оцинкованной (по ГОСТ 9.307-89) стали с дополнительным атмосферостойким порошковым полимерным покрытием толщиной не менее 70 мкм.

Исследование *внешнего состояния* поверхностей образцов во время и после испытаний проводилось визуально и методом оптической фрактографии с использованием бинокулярного микроскопа МБС-200. Оценку состояния покрытия в процессе испытаний проводили по ГОСТ 9.407-84 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида». В результате исследования внешнего вида поверхностей образцов в состоянии поставки (новые) установлено, что по внешнему виду полимерное порошковое покрытие однотонное, однородное, без потеков и механических включений.

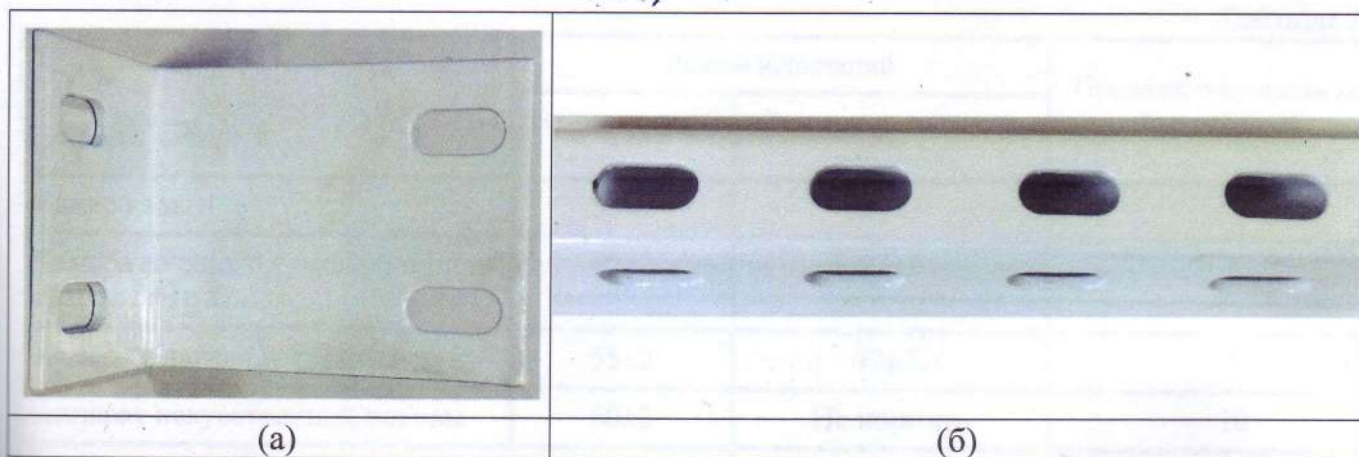


Рис.2 Внешний вид кронштейнов (а) и направляющих (б), изготовленных из оцинкованной окрашенной стали, в состоянии поставки.

С целью оценки толщины покрытия и состояния материала исследуемых деталей вблизи поверхностей проводился *металлографический анализ*. Шлифы были приготовлены как в продольных, так и в поперечных сечениях исследуемых деталей (рис.3).

В результате анализа установлено, что защитное покрытие на исследуемых окрашенных деталях двухслойное, состоящее из цинкового и лакокрасочного покрытий. Толщина цинкового слоя составляет 100-110 мкм, порошкового покрытия – 150-170 мкм.

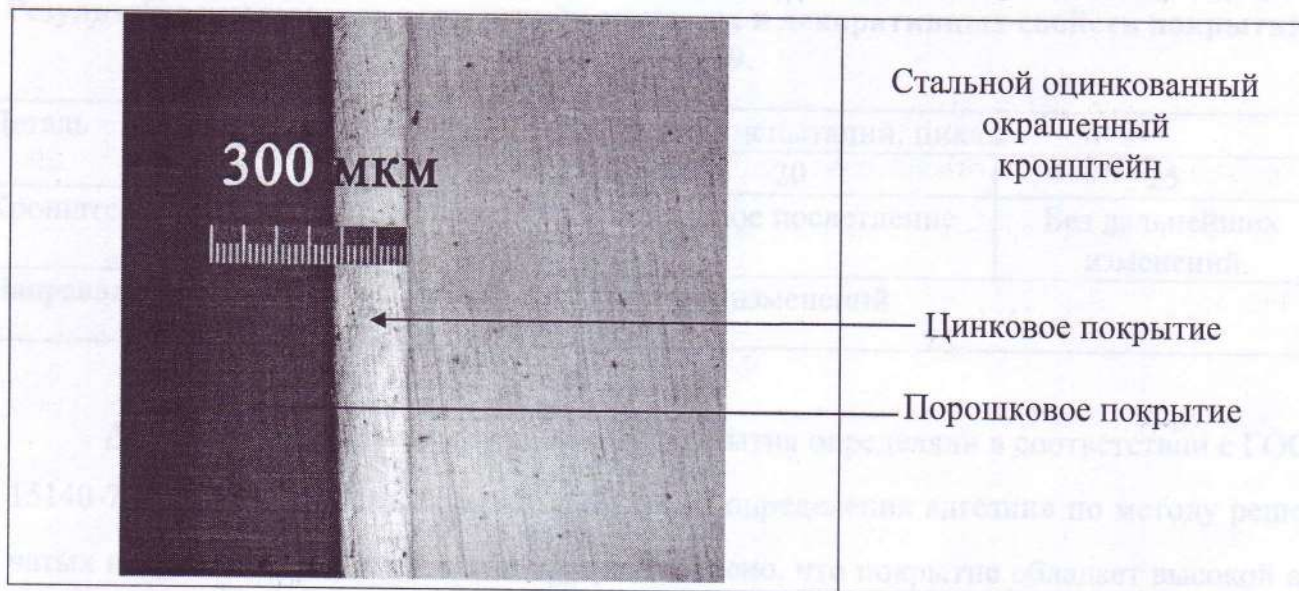


Рис. 3. Состояние материала стальных оцинкованных кронштейнов в состоянии поставки.

Ускоренные климатические испытания защитных свойств покрытия проводили по ГОСТ 9.401-91 по методу 9, имитирующему все климатические применения. (Определение стойкости покрытий к воздействию переменной температуры, повышенной влажности, соляного тумана и солнечного излучения). Режим испытаний, последовательность перемещения и время выдержки образцов в климатических камерах в одном цикле приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Аппаратура	Режим испытаний		Продолжительность испытаний, час
	Температура, °C	Относительная влажность, %	
Камера влаги	55±2	97±3	5
Камера соляного тумана (концентрация 5±1г/л)	40±2	97±3	3
Камера влаги	55±2	97±3.	5
Аппарат искусственной погоды	60±3	Не нормир.	10
Выдержка на воздухе	15-30	Не более 80.	1
Итого			24

Результаты испытаний по методу 9 свидетельствуют о том, что изменений внешнего вида порошкового покрытия не зафиксировано, что свидетельствует о сохранении защитных свойств покрытия в течение более 25 циклов испытаний.

Результаты ускоренных испытаний защитных и декоративных свойств покрытий приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты ускоренных испытаний защитных и декоративных свойств покрытий по методу 9.


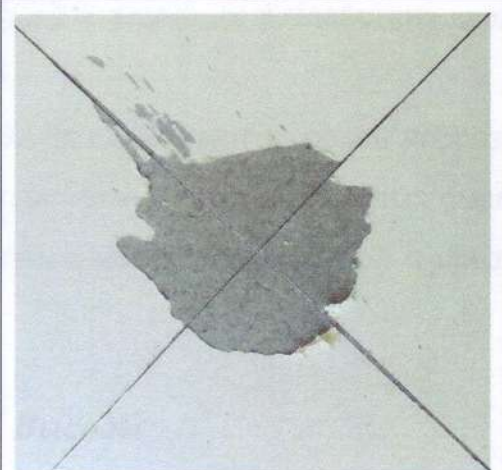
Деталь	Результаты испытаний, циклы		
	10	20	25
Кронштейн	Без изменений	Точечное посветление	Без дальнейших изменений
Направляющая	Без изменений		

Адгезию полимерного порошкового покрытия определяли в соответствии с ГОСТ 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии» по методу решетчатых надрезов. В результате анализа установлено, что покрытие обладает высокой адгезией к металлической основе: на образцах как в исходном состоянии, так и после климатических испытаний отслаивания покрытия на точках пересечения насечек не выявлено, что соответствует высшему (нулевому) баллу по классификации ISO и требованиям метода А по ГОСТ 15140, согласно которого адгезия покрытия должна составлять не более 3 балл.

Исследования по определению стойкости покрытий при воздействии климатических внешних факторов проводили по ГОСТ 9.401-91 по методу Б - распространение коррозии от надреза. Детали с надрезами выдерживали в камере соляного тумана при постоянном распылении 3% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре 40°С в течение 240 часов.

После воздействия коррозионно-агрессивной атмосферы в зонах царапин после снятия краски коррозионных повреждений не зафиксировано (табл.3), что соответствует требованиям ГОСТ, согласно которым распространение коррозии от надреза не должно превышать 2 мм.

Внешний вид в зоне надреза после испытаний в камере соляного тумана

Внешний вид после 240 часов испытаний	Распространение коррозии от надреза	мм
		0

В ходе коррозионных испытаний при контроле качества защитных цинкового и порошкового покрытий на образцах отклонений от норм не выявлено. В результате проведенных исследований установлено, что полимерное порошковое покрытие толщиной не менее 50 мкм, нанесенное на оцинкованную (70-100 мкм) сталь, обеспечивает атмосферостойкость деталей навесных систем в условиях умеренного и холодного климатов в течение порядка 15-ти лет.

Срок службы системы покрытий рассчитывается по формуле: $(X1+X2) \times 1,7$,
где X1 – срок службы цинковых покрытий;
X2 – срок службы лакокрасочных покрытий;
1,7 – коэффициент увеличения продолжительности службы комбинированных покрытий.

Таким образом, в результате проведенных испытаний установлено, что применяемая система защитных покрытий на низкоуглеродистой стали обеспечивает высокую коррозионную стойкость металлоконструкции и допускает эксплуатацию фасадных систем «Стоун-Строй» в течение не менее 50 лет в неагрессивных, слабо- и среднеагрессивных средах по СП 28.13330.2012.

Коррозионностойкие стали. В соответствии с альбомами технических решений для изготовления деталей навесных фасадных систем «Стоун-Строй» применяются коррозионностойкие хромоникелевые стали аустенитного класса **AISI 321** (08X18H10T и 12X18H10T) или **AISI 304** (08X18H9 и 08X18H10).

Высокая коррозионная стойкость которых обусловлена однородной аустенитной структурой и высоким содержанием хрома (~18 %), который на поверхности деталей образует защитную пассивную пленку. Ранее проведенные исследования показали, что скорость общей коррозии исследуемых сталей в условиях воздействия сред средней агрессивности составляет менее 0,01 мкм/год.

Таким образом, стали аустенитного класса обладают высокой коррозионной стойкостью и обеспечивают срок службы несущих конструкций навесных фасадных систем не менее 50 лет в условиях городских промышленных сред слабой и средней степеней агрессивности (в том числе приморских).

Выводы

1. В результате проведенного анализа установлено, что металлические элементы навесных фасадных систем «Стоун-Строй» устойчивы к атмосферной коррозии в неагрессивной, слабо- и среднеагрессивной средах в соответствии с СП 28.13330.2012 (СНиП 2.03.11-85).

2. В результате проведенных без учета механических нагрузок испытаний, оценки качества и скорости коррозии материалов элементов НФС «Стоун-Строй» установлено, что несущие конструкции системы, изготовленные из низкоуглеродистых оцинкованных (70-100 мкм) и окрашенных (более 50 мкм) сталей, могут эксплуатироваться в условиях сред слабой и средней степеней агрессивности сроком не менее 50 лет.

3. В результате оценки качества и скорости коррозии сталей AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T), AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10) установлено, что вышеуказанные стали рекомендуется использовать для изготовления деталей НФС для эксплуатации сроком не менее 50 лет в средах слабой и средней агрессивности (в том числе приморских).

4. Анализ результатов и выводы относятся только к исследованным деталям без учета воздействия других элементов строительных конструкций.

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



НИТУ «МИСИС»

Собораторовано и пронумеровано

10 стр.



Dr. Eng. Boris O.B. [illegible]
tel. 8 (495) 381-23-74
e-mail: [illegible]