

«Утверждаю»

Проректор по науке и инновациям,
проф., д.т.н.



Филонов М. Р.


19.06.2018

Заключение № 1431072

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности
материалов узлов крепления навесных фасадных систем под
природный камень»**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель,
заведующий кафедрой металлургии
стали 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



Шевейко Ольга Владимировна

научный сотрудник



Ковалев Александр Федорович

инженер I категории



Шibaева Татьяна Владимировна

ДЛЯ ОЗНАКОМЛЕНИЯ

Заявитель	Иностранное частное торговое- производственное унитарное предпри- ятие «МеталлАртСтрой»
Основание для проведения испытаний	Договор № 1431072 от 04.06.2018 г.
Задачи испытаний	Дать оценку устойчивости к атмосфер- ной коррозии материалов и элементов навесных фасадных систем с облицов- кой под природный камень
Описание элементов системы	Элементы НФС, согласно спецификаци- ям из альбомов технических решений, изготовлены из коррозионностойких сталей ферритного и аустенитного клас- сов
Испытательное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> - камера соляного тумана; - бинокулярный микроскоп МБС-200; - металлографический комплекс «Аль- тами МЕТ»;
Результаты исследований	Заключение № 1431072



Цель работы: оценка коррозионной стойкости и долговечности материалов деталей навесных фасадных систем «МАС» с облицовкой под природный камень.

На исследование поступил фрагмент навесной фасадной системы (НФС), состоящий из крепежного элемента (кронштейна/КН), соединительного уголка/СУ, профиля направляющего/ПФ, прутка нарезного/ПН, стержня/СЛ, гайки/ГЛ, болта/БЛ, шайбы/ШЛ, нейлоновой трубки/НТ, винтовой пластины/ВП (рис. 1).

Отбор и изготовление образцов проводились представителями Заказчика.



Рис. 1. Внешний вид фрагмента конструкции, поступившего на исследование

Для анализа материалов, применяемых для изготовления НФС с облицовкой под природный камень, с целью оценки их коррозионной стойкости были использованы следующие нормативные документы:

1. Альбом технических решений «Система навесных вентилируемых фасадов «МАС» для облицовки плитами из природного камня со скрытым способом крепления».
2. 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".
3. Свод правил СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

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 28.13330.2017.

В соответствии с данными Альбомов технических решений основные узлы подконструкций НФС состоят из следующих деталей:

1. Элементы НФС, согласно спецификациям из альбомов технических решений, изготовлены из коррозионностойких сталей:

- аустенитного класса 08(12)X18H10(9)(T) (AISI 304, AISI 321, AISI 316);

- ферритного класса 12X17 (AISI 430).

2. Стержни, шайбы, болты, гайки, винтовые пластины из коррозионностойких сталей А2 и А4.

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

При исследовании были выполнены следующие работы:

1. Ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ Р 52763-2007 «Методы испытаний на стойкость к климатическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие соляного тумана».

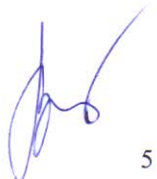
Определение стойкости покрытий к воздействию соляного тумана: образцы помещают в камеру соляного тумана и выдерживают при температуре $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и концентрации хлористого натрия в непрерывно распыляемом 5% растворе в течение 720 часов.

2. Спектральный анализ.

3. Анализ внешнего состояния поверхностей образцов.

4. Металлографический анализ.

5. Прогнозирование сроков службы несущих конструкций НФС.



Результаты исследования

В результате *спектрального анализа* установлено, что материал исследуемых деталей соответствует коррозионностойким сталям аустенитного класса марки 08X18H9 (AISI 304) для кронштейнов и сталям ферритного класса марки 12X17 (AISI 430) для направляющих в соответствии с ГОСТ 5632-2014 «Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки». Химический состав сталей и результаты *спектрального анализа* приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав исследуемых сталей

Образец	Содержание элементов, % масс.												
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	Ti	V	Nb
Кронштейн AISI 304	0,072	0,47	1,05	0,016	0,012	18,52	8,6	0,16	0,46	0,045	0,05	0,097	0,04
Направляющая AISI 430	0,06	0,43	0,38	0,013	0,008	16,98	0,14	0,042	0,013	0,007	0,003	0,054	0,033

Исследование внешнего состояния поверхностей элементов во время и после испытаний проводили визуально.

В результате анализа установлено, что поверхности стальных деталей в состоянии поставки гладкие, полуматовые, с механическими повреждениями в виде царапин (рис. 2а). Кронштейны изготовлены с применением сварки (рис.2б).

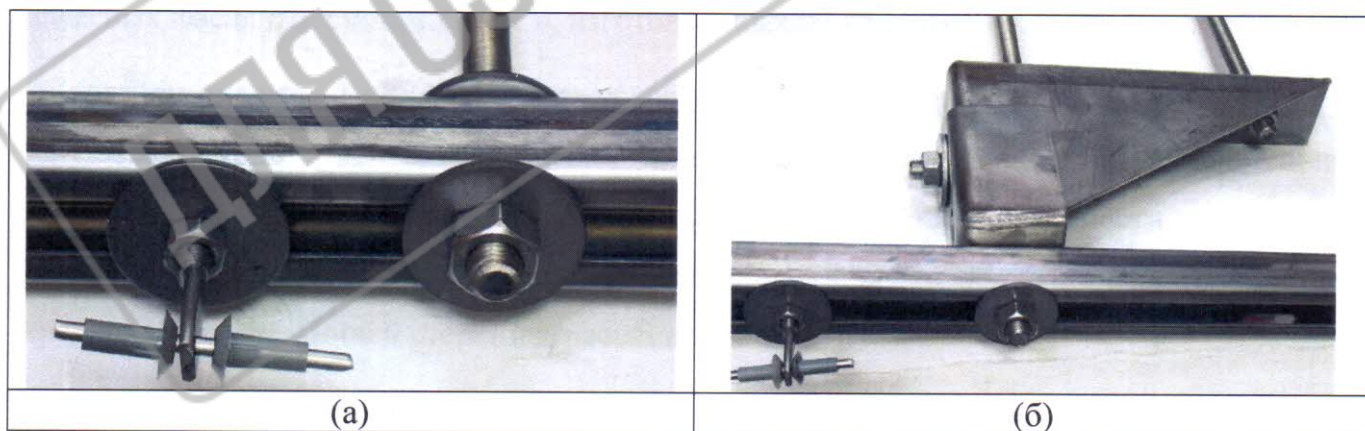


Рис. 2. Внешний вид элементов (а, б) конструкции

После испытаний в камере соляного тумана в течение 720 часов исследуемых элементов коррозионных повреждений не зафиксировано. Внешний вид скоб со шпильками, болтов, гаек сохранился практически без изменений, на их поверхности выявлено помутнение. Локальные пятна ржавчины обнаружены на кронштейнах в зонах сварных соединений (рис. 3 а, б).

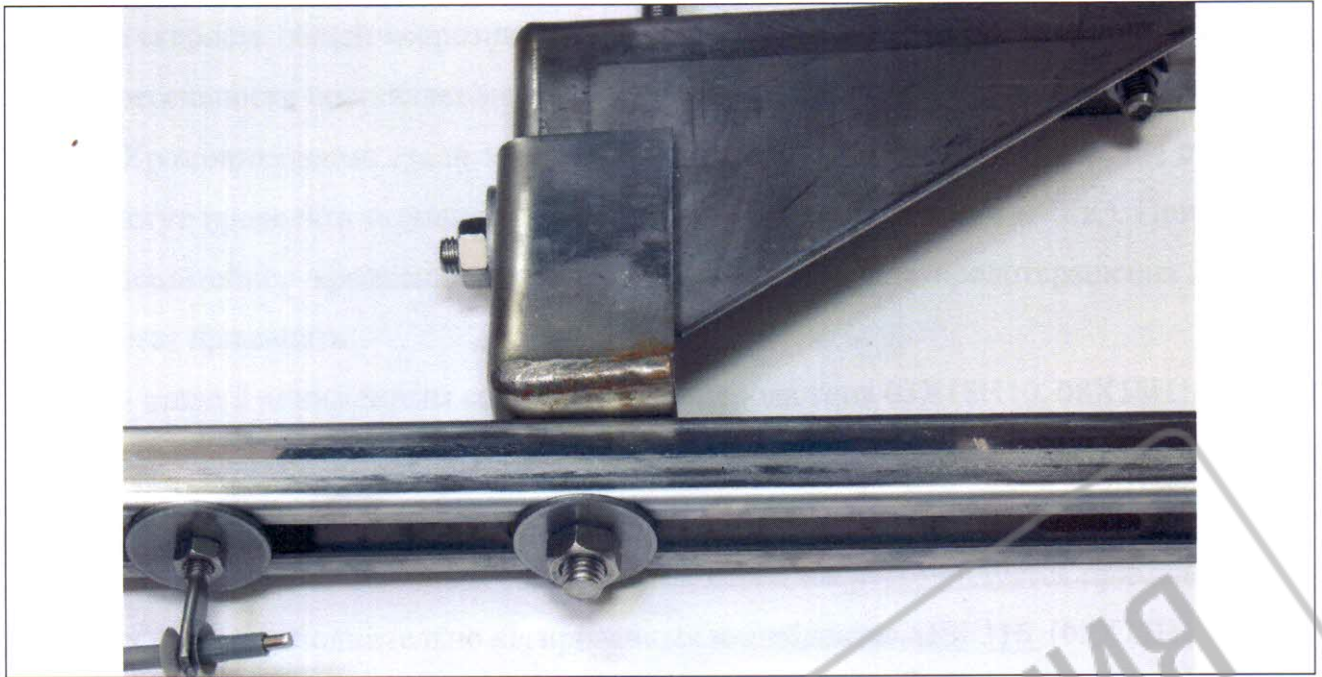


Рис. 3. Внешний вид направляющих и кронштейнов в зоне сварного соединения после испытаний в КСТ в течение 720 часов

В результате *металлографических исследований* в материале деталей направляющей и кронштейнов, изготовленных из сталей AISI 430 и AISI 304 соответственно, после выдержки в КСТ коррозионных повреждений не выявлено.

Анализ результатов исследования

Целью работы является исследование коррозионной стойкости и долговечности навесных фасадных систем «МАС», изготовленных из коррозионностойких сталей.

При анализе были проведены ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ Р 52763-2007. Конструктивные особенности навесных фасадных систем исключают попадание атмосферных осадков (дождевой или снеговой влаги) на поверхности деталей, что позволяет прогнозировать неизменность величины скорости коррозии при условии сохранения существующей степени агрессивности среды.

Аустенитные коррозионностойкие стали. В соответствии с альбомами технических решений для изготовления деталей (элементов НФС) навесных фасадных систем применяются коррозионностойкие хромоникелевые стали аустенитного класса AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T), AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10), AISI 316 (08X17H13M2).

Высокая коррозионная стойкость вышеуказанных сталей обусловлена однородной аустенитной структурой и высоким содержанием хрома (~18 %), который на поверхности деталей образует защитную пассивную пленку. Ранее проведенные исследования показа-

ли, что скорость общей коррозии исследуемых сталей в условиях воздействия сред средней агрессивности составляет менее 0,01 мкм/год.

Хромоникелевые стали хорошо свариваются, но сварные соединения сталей этого типа могут проявлять склонность к межкристаллитной коррозии (МКК). При изготовлении кронштейнов крепления вентилируемых фасадов для предотвращения МКК рекомендуется применять:

- стали с пониженным содержанием углерода типа 03X18H10, 08X18H10 или AISI 304L;

- стали, легированные титаном типа X18H10T или ниобием.

В средах с повышенным содержанием хлоридов рекомендуется применение аустенитных сталей дополнительно легированных молибденом AISI 316 (08X17H13M2).

Скорость общей коррозии вышеуказанных сталей в условиях воздействия сред слабой и средней степеней агрессивности составляет менее 0,01 мкм/год.

Ферритные коррозионностойкие стали. В соответствии с технической документацией направляющие и кронштейны изготовлены из коррозионностойких сталей ферритного класса AISI 430 (12X17), основной структуры является коррозионно-неустойчивое α -железо, при взаимодействии которого с внешней средой происходит образование продуктов коррозии (ржавчины).

Сталь AISI 430 (12X17) имеет склонность к питтинговой коррозии (ПК) в хлорид-содержащих средах. ПК один из опасных видов коррозионного разрушения, характерного для условий, когда пассивное состояние может частично нарушаться. Этому виду коррозии подвергаются весьма ограниченные участки металла, когда вся остальная поверхность устойчива и находится в пассивном состоянии, что приводит к образованию глубоких поражений – питтингов. Поверхности питтингов, которые являются анодами, разрушаются с высокой скоростью за счет контакта с остальной поверхностью, находящейся в пассивном состоянии и представляющей из-за ее относительно большой площади почти неполяризуемый катод.

Стали 12X17 имеют меньший запас пластичности и обладают меньшей способностью к холодной пластической деформации. Поэтому при изготовлении деталей из ферритных сталей рекомендуется избегать малых радиусов закруглений (меньше R 1 мм) и больших углов гибки (больше 120°).



Скорость общей коррозии исследуемых сталей в средах средней агрессивности (при повышенном содержании SO₂ и нормальном влажностном режиме) составляет менее 0,08 мм/год. Так как коррозия указанных сталей в вышеуказанных средах протекает относительно равномерно, то это позволяет использовать приведенные данные для оценки долговечности деталей.

Несмотря на ряд ограничений по механическим свойствам и коррозионной стойкости стали AISI 430 (12X17) рекомендуется использовать для изготовления направляющих и кронштейнов при эксплуатации в средах слабой и средней степеней агрессивности.

Следовательно, в результате исследования установлено, что коррозионностойкие стали аустенитного (AISI 304, AISI 321, AISI 316) и ферритного (AISI 430) классов обладают высокой коррозионной стойкостью к общей коррозии в слабо- и среднеагрессивных средах за счет высокого содержания хрома, способного на поверхности деталей образовывать защитную пассивную пленку. Однако, из пассивного состояния возможно протекание наиболее опасных локальных видов коррозии, в частности питтинговой. Вместе с тем, как показали результаты исследований, степень развития питтинговых повреждений вглубь материала деталей, изготовленных как из сталей аустенитного, так и ферритного классов, эксплуатирующихся «под навесом», незначительно, что обусловлено их репассивацией.

В соответствии с проектной документацией для изготовления крепежных элементов используются аустенитные коррозионностойкие стали А2 или А4 по ГОСТ 5632-72.

Таким образом, стали аустенитного и ферритного классов обладают высокой коррозионной стойкостью и обеспечивают срок службы несущих конструкций навесных фасадных систем не менее 50 лет в условиях сред слабой и средней степеней агрессивности.

Выводы

1. В результате проведенного анализа установлено, что элементы несущих конструкций навесных фасадных систем «МАС» устойчивы к атмосферной коррозии в неагрессивной, слабо- и среднеагрессивной средах в соответствии с СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85).

2. В результате проведенных исследований, оценки качества и скорости коррозии материалов элементов НФС установлено, что несущие конструкции, изготовленные из

коррозионностойких сталей AISI 430 (12X17), могут эксплуатироваться в условиях слабо- и среднеагрессивных (при повышенной влажности и (или) повышенном содержании сернистого газа) и (при повышенной влажности и (или) повышенном содержании хлоридов) сред сроком не менее 50 лет.

3. Стали AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10), AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T), AISI 316 (08X17H13M2) рекомендуется использовать для изготовления несущих конструкций со сроком эксплуатации не менее 50 лет в средах слабой и средней агрессивности.

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

ДЛЯ ОЗНАКОМЛЕНИЯ

ДЛЯ ОЗНАКОМЛЕНИЯ



10 стр.

Соблюдено и пронумеровано

НИТУ «МИСиС»