

«Утверждаю»

Проректор,

проф., д.т.н.



Филонов М. Р.

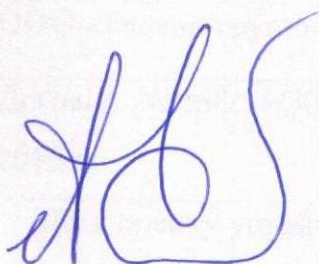
05.02.2016

Заключение № 068/15-503

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности
материалов узлов крепления навесных фасадных систем
«РОНСОН»**

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 «Ронсон-групп»
Основание для проведения испытаний	Договор № 068/15-503 от 11 ноября 2015 г.
Задачи испытаний	Дать оценку устойчивости к атмосферной коррозии материалов и элементов фасадных систем " РОНСОН "
Описание элементов системы	<p>Детали систем " РОНСОН ", согласно спецификации элементов из альбома технических решений, изготовлены из:</p> <ul style="list-style-type: none">1) окрашенной оцинкованной стали;2) коррозионностойких сталей марок:<ul style="list-style-type: none">- AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T);- AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10);- AISI 202 (12X15Г7Н4Д)/ AISI 201 (12X15Г9НД);- AISI 430 (12X17);- заклепки из коррозионностойкой стали;- анкерные болты, изготовленные из оцинкованной или коррозионностойкой сталей.
Результаты исследований	Заключение № 068/15-503

Для анализа материалов, применяемых для изготовления навесной фасадной системы (НФС) " **РОНСОН** ", на предмет оценки коррозионной стойкости были использованы следующие материалы и документы:

1. Альбомы технических решений навесных фасадных систем:
 - "РОНСОН – 100"
 - "РОНСОН – 200"
 - "РОНСОН – 300" с облицовкой плитами керамогранита видимым способом крепления.
 - "РОНСОН – 400" с облицовкой плитами керамогранита скрытым способом крепления.
 - "РОНСОН – 400" с облицовкой агломератными плитами и натуральным камнем.
 - "РОНСОН – 400" с облицовкой фасада многпустотной керамической плитой.
 - "РОНСОН – 500" с облицовочными элементами из клинкерной плитки и литьевого бетона.
2. ГОСТ 9.039-74 «Коррозионная агрессивность атмосферы».
3. ГОСТ 4986-79 «Лента холоднокатаная из коррозионно-стойкой и жаростойкой стали. Технические условия».
4. 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".
5. ГОСТ 30246-94 «Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций».
6. ГОСТ 9.401-91 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов».
7. 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 " **РОНСОН** " (табл.1).



<p>• Конструкция с облицовкой асбестоцементными, фиброцементными плитами или облицовочными плитами из каменной ваты Rockpanel с видимым креплением заклепками или скрытым на кляммерах или кляммерных планках типа «РОНСОН-100»</p> <p>Кронштейны, удлинители кронштейнов, профили, вставки соединительные из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оцинкованных сталей; - оцинкованной стали с полимерным покрытием; - коррозионностойкой стали AISI 304, AISI 201, AISI 430 без покрытия. - коррозионностойкой стали AISI 430 с полимерным покрытием. <p>Заклепки Анкеры, болтовые соединения</p>	<p>• Конструкция с облицовкой кассетного типа из композитных и металлических панелей, металлическим сайдингом типа «РОНСОН-200»</p> <p>Кронштейны, удлинители кронштейнов, профили, вставки соединительные, кронштейны кассетные из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оцинкованных сталей; - оцинкованной стали с полимерным покрытием; - коррозионностойкой стали AISI 304, AISI 201, AISI 430 без покрытия. - коррозионностойкой стали AISI 430 с полимерным покрытием. <p>Заклепки Анкеры, болтовые соединения</p>
<p>• Конструкция с облицовкой из керамогранитных плит с видимым креплением типа «РОНСОН-300»</p> <p>Кронштейны, удлинители кронштейнов, профили, вставки соединительные, из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оцинкованных сталей; - оцинкованной стали с полимерным покрытием; - коррозионностойкой стали AISI 304, AISI 201, AISI 430 без покрытия. - коррозионностойкой стали AISI 430 с полимерным покрытием. <p>Кляммеры из коррозионностойких сталей AISI 304, AISI 201 с полимерным покрытием</p> <p>Заклепки Анкеры, болтовые соединения</p>	<p>• Конструкция с облицовкой из керамогранитных плит со скрытым креплением, натуральным и искусственным камнем, многопустотных плит типа «РОНСОН-400»</p> <p>Кронштейны, удлинители кронштейнов, профили, вставки соединительные, элементы крепления плит, планки крепления камня, захваты из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оцинкованных сталей; - оцинкованной стали с полимерным покрытием; - коррозионностойкой стали AISI 304, AISI 201, AISI 430 без покрытия. - коррозионностойкой стали AISI 430 с полимерным покрытием. <p>Заклепки Анкеры, болтовые соединения</p>
<p>• Конструкция с облицовкой из клинкерных плит или литьевого бетона со скрытым креплением типа «РОНСОН-500»</p> <p>Кронштейны, удлинители кронштейнов, профили, вставки соединительные, профиль крепления фасадной плитки из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оцинкованных сталей; - оцинкованной стали с полимерным покрытием; - коррозионностойкой стали AISI 304, AISI 201, AISI 430 без покрытия. - коррозионностойкой стали AISI 430 с полимерным покрытием. <p>Заклепки Анкеры, болтовые соединения</p>	

Анализ результатов исследования

В соответствии с данными, представленными в технической документации, исследуемые фасадные системы предназначены для решения комплексных задач по облицовке и утеплению наружных стен зданий и сооружений различного назначения. В соответствии с ГОСТ 15150-69 условия эксплуатации фасадных систем соответствуют У2 (условия умеренного климата, под навесом) при воздействии воздушных неагрессивных, слабо- и среднеагрессивных сред по СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Основные узлы подконструкции систем "РОНCON" (рис.1) состоят из:

1. Кронштейнов, удлинителей кронштейнов, профилей, а так же элементов согласно спецификации из альбомов технических решений, изготовленных в двух вариантах исполнения:
 - из низкоуглеродистых оцинкованных окрашенных сталей;
 - коррозионностойких сталей AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T); AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10); AISI 201, AISI 430 (12X17) без дополнительной защиты;
 - коррозионностойких сталей AISI 430 (12X17) с полимерным покрытием.
2. Кляммеров из сталей AISI 304, AISI 201 с полимерным покрытием.
3. Заклепок из коррозионностойкой стали А2.
4. Анкерных дюбелей крепления кронштейнов из углеродистых с дополнительными антикоррозионными покрытиями и коррозионностойких (А2 или А4) сталей.

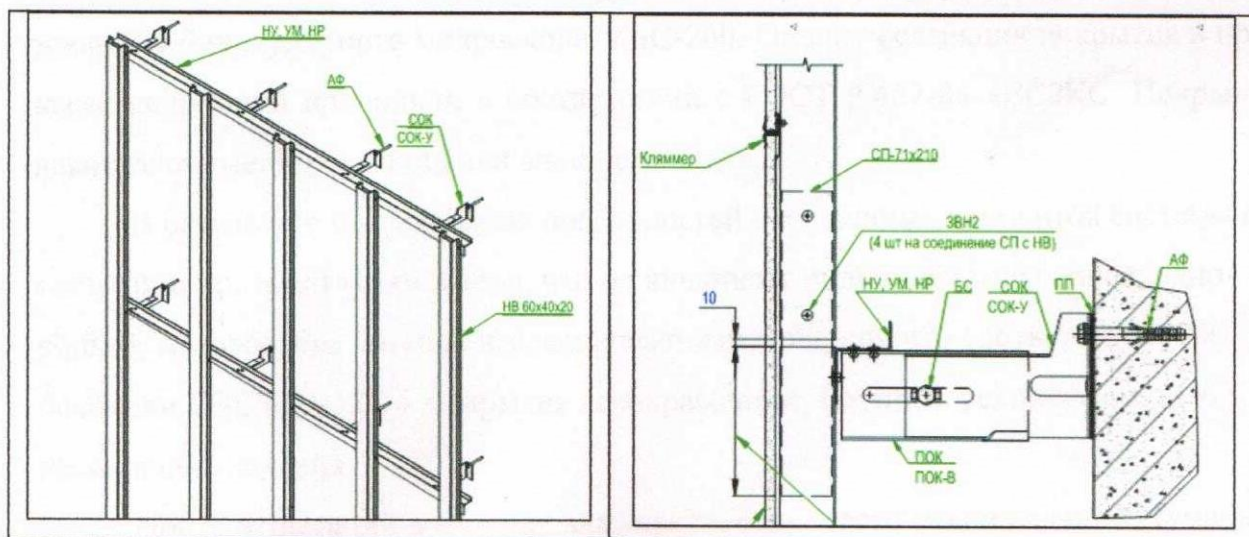


Рис.1. Общий вид системы "РОНCON -300".

Экспертиза технических решений по антикоррозионной защите металлических элементов фасадной системы проведена в соответствии со Сводом правил СП 28.13330.2012 (СНиП 2.03.11-85).

Проведение ускоренных коррозионных испытаний

Испытания проводились в течение 30 суток в климатических камерах в соответствии с ГОСТ 9.308-85 «Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных испытаний»:

- влажности, имитирующей слабоагрессивную среду (при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ С);
- сернистого газа, имитирующей городскую среднеагрессивную среду (при относительной влажности 98%, температуре в камере 40⁰ С и воздействии SO₂ концентрация - 0,75 г/м³);
- соляного тумана, имитирующей приморскую среднеагрессивную среду (периодическое распыление 3% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ С).

Оцинкованная окрашенная сталь. В соответствии с данными, представленными в технической документации, несущие конструкции систем " РОНСОН " выполнены из листовой низкоуглеродистой (08пс) оцинкованной стали 1-го и 2-го классов с дополнительным атмосферостойким порошковым покрытием, толщина которого составляет не менее 45 мкм.

Исследование *внешнего состояния* поверхностей деталей во время и после испытаний проводилось визуально и методом оптической фрактографии с использованием бинокулярного микроскопа МБС-200. Оценку состояния покрытия в процессе испытаний проводили в соответствии с ГОСТ 9.407-84 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида».

В результате исследования поверхностей окрашенных элементов системы в состоянии поставки установлено, что по внешнему виду покрытие ровное, однородное, матовое, без потеков и механических включений, что соответствует требованиям ГОСТ 9.032-74 Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения.

После испытаний в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана в течение всего времени испытаний внешний вид **окрашенных деталей** практически не изменился: покрытие сохранилось ровным без признаков вспучивания и отслаивания (рис. 2 а-в).

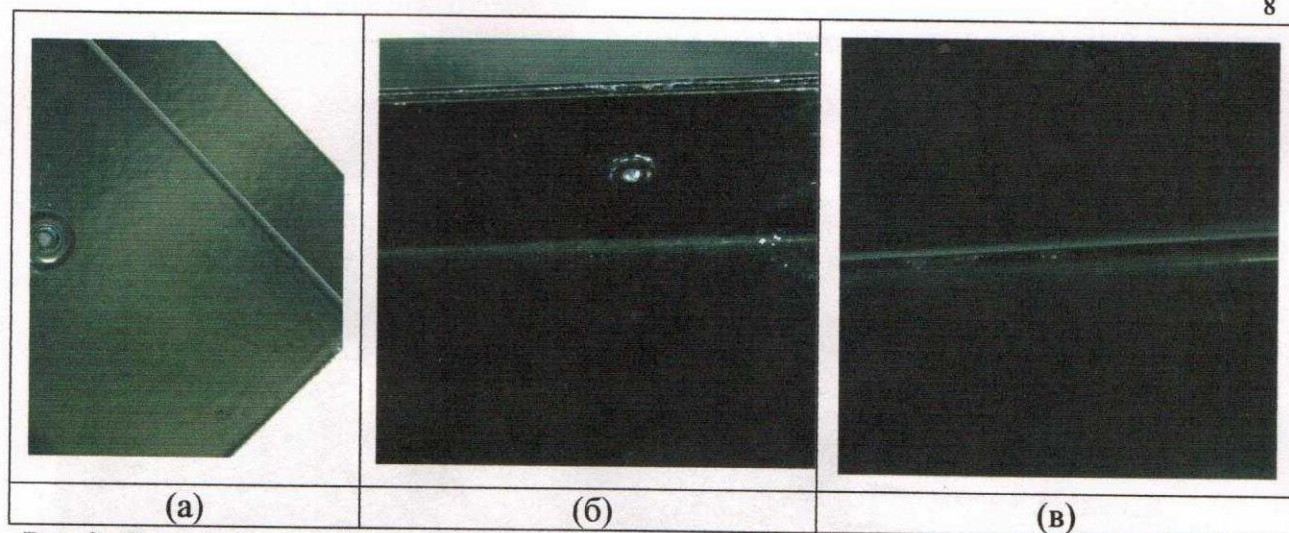


Рис.2 Внешний вид деталей, изготовленных из оцинкованной окрашенной стали, после испытаний в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в) в течение 30 суток.

С целью оценки внутреннего состояния материалов исследуемых деталей, качества покрытия, а также определения глубины и характера коррозионных повреждений проводился *металлографический анализ*.

Исследование проводилось на окрашенных профилях, взятых выборочно, после испытаний в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана в течение 30 суток. Шлифы были приготовлены в поперечном сечении профилей в месте их контакта.

Покрытие на исследуемых окрашенных деталях (рис.3) двухслойное, состоящее из подслоя цинка толщиной 18-25 мкм и слоя лакокрасочного покрытия, толщина которого составляет 45-60 мкм.

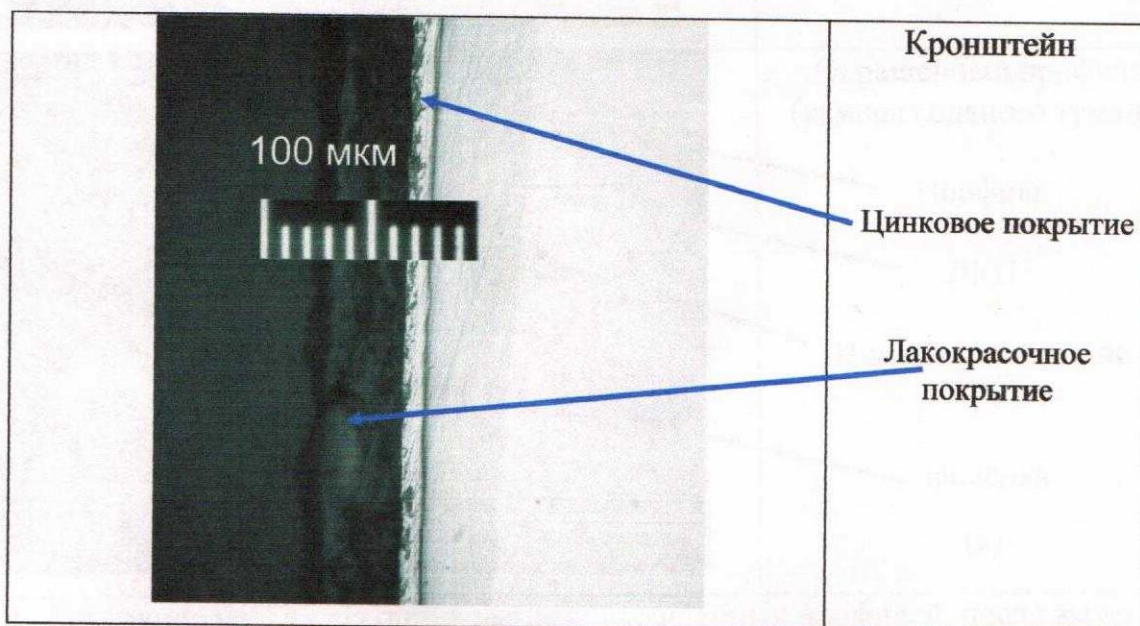


Рис.3. Состояние окрашенных кронштейнов в состоянии поставки.

В зоне заклепочного соединения на внутренних (контактных) поверхностях профилей после выдержки в испытательных камерах коррозионных повреждений не выявлено (рис.4).

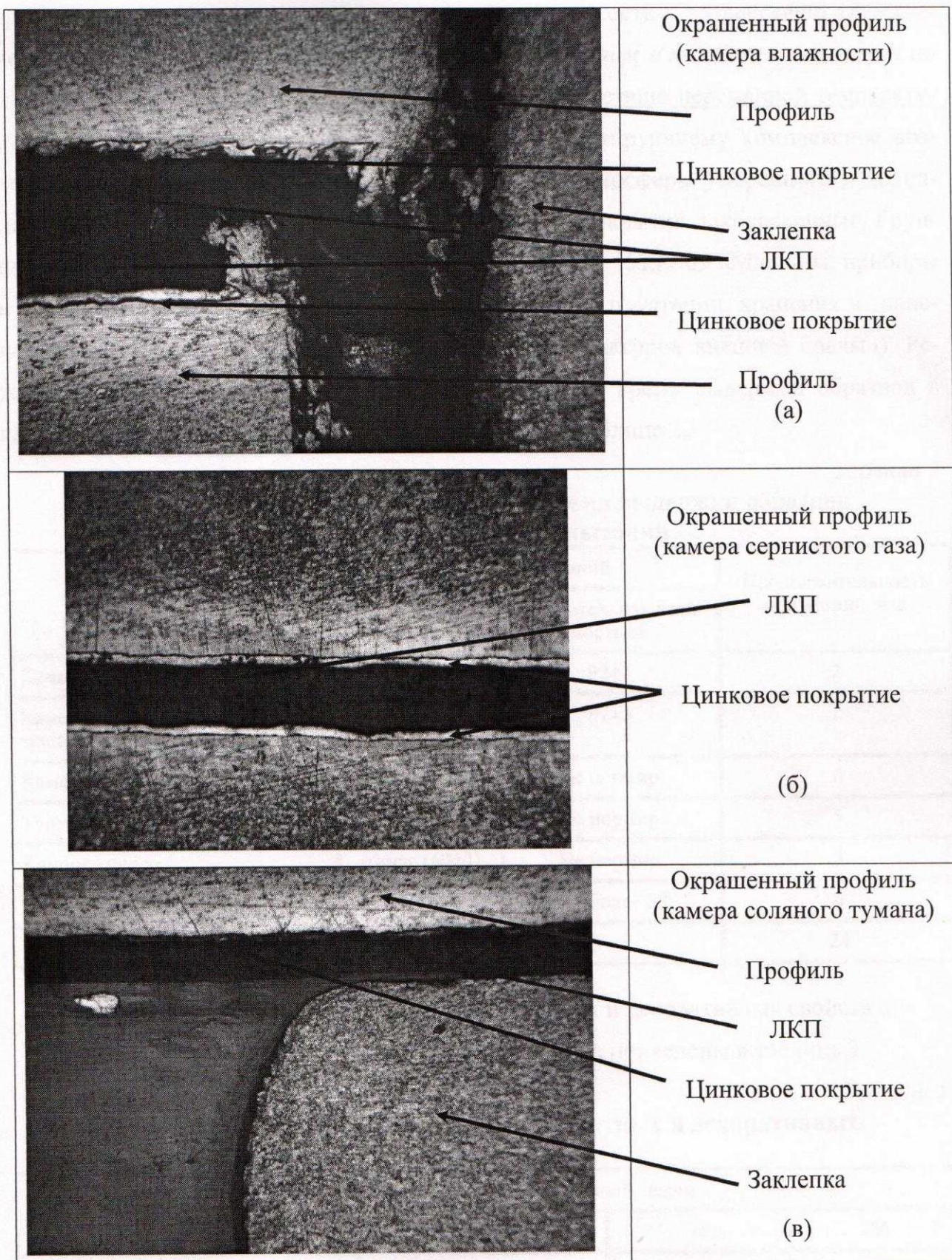


Рис.4. Состояние материала оцинкованных окрашенных профилей после выдержки в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана в течение 30 суток.

Проведение ускоренных климатических испытаний. Ускоренные климатические испытания декоративных и защитных свойств полимерного порошкового покрытия проводились по ГОСТ 9.401-91 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов» для условий эксплуатации в *умеренном и холодном климатах* по методу 16 (Определение стойкости покрытий к воздействию переменной температуры, повышенной влажности и сернистого газа), имитирующему комплексное воздействие климатических факторов промышленной атмосферы умеренного и холодного климатов (УХЛ2, по ГОСТ 9.104-79 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации», II тип атмосферы по ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»). Режим испытаний, последовательность перемещения и время выдержки образцов в климатических камерах в одном цикле приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Последовательность перемещения и время выдержки образцов
в камерах и режимы испытаний**

Аппаратура	Режим испытаний		Продолжительность испытаний, час
	Температура, °C	Относительная влажность, %	
Камера влаги	40±2	97±3	2
Камера сернистого газа (концентрация SO ₂ 5± 1 мг/м ³)	40±2	97±3	2
Камера холода	минус (30±3)	Не нормир.	6
Термокамера	60±3	Не нормир.	5
Камера холода	минус (60±3)	Не нормир.	3
Выдержка на воздухе	15-30	Не более 80	6
Итого			24

Результаты ускоренных испытаний защитных и декоративных свойств покрытий в условиях умеренного и холодного климата приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Результаты ускоренных испытаний защитных и декоративных
свойств покрытий.**

Система покрытия	Результаты испытаний, циклы			
	10	50	70	100
Декоративное покрытие	Без изменений	Незначительное изменение цвета (посветление)	Растрескивание покрытия, не более 2%	Без дальнейших изменений

Оценку состояния покрытий в процессе и после испытаний проводили по ГОСТ 9.407-84 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида». Атмосферостойкость лакокрасочных покрытий определялась по декоративному виду и защитным свойствам.

В результате проведенных испытаний на исследуемых образцах коррозионных повреждений защитного слоя практически не выявлено, что соответствует баллу АЗ1 по ГОСТ 9.407. На поверхностях деталей после пятидесяти циклов испытаний выявлено незначительное изменение цвета (посветление), что соответствует баллу АД2 по шкале оценки декоративных свойств покрытий.

Исследования по определению стойкости покрытия под воздействием климатических внешних факторов проводилось по ГОСТ 9.401-91 по методу Б - распространение коррозии от надреза. Коррозионные испытания образцов с надрезами проводились в климатической камере соляного тумана с распылением 3% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40° С в течение 240 часов. После воздействия коррозионно-агрессивной среды в зонах царапин после снятия краски коррозионных повреждений не обнаружено, что соответствует требованиям ГОСТ, согласно которым распространение коррозии от надреза не должно превышать 2 мм.

Определение адгезии покрытий. Адгезию покрытия определяли в соответствии с ГОСТ 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии» по методу решетчатых надрезов.

Результаты проверки исходных и после климатических испытаний свойств покрытий приведены в таблице 4.

Таблица 4

Адгезия покрытий до и после климатических испытаний

Система покрытия	Адгезия, балл	
	исходная	после испытаний
Декоративное покрытие	0	0

Слой лакокрасочного покрытия обладает высокой адгезией к металлической основе, что подтверждено результатами тестов по «методу решетчатого надреза». В результате исследований на образцах как в исходном состоянии, так и после испытаний отслаивания покрытия на точках пересечения насечек не выявлено, что соответствует высшему баллу по классификации ISO.

Анализ результатов исследования показал, что, адгезия покрытий после климатических испытаний практически не изменилась и составляет 0 балл, что соответствует требованиям метода А по ГОСТ 15140, согласно которого адгезия покрытия по методу решетчатых надрезов должна составлять не более балла 3.

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 45 мкм, нанесенное на тонколистовую оцинкованную 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 08 пс (и ее аналогов) обеспечивает высокую коррозионную стойкость металлоконструкции и допускает эксплуатацию фасадных систем "РОНСОН":

- в неагрессивной и слабоагрессивной средах в течение не менее 50 лет;
- в среднеагрессивных средах в течение не менее 35 лет.

Коррозионностойкие стали.

Аустенитные стали. В соответствии с альбомами технических решений для изготовления несущих конструкций навесных систем "РОНСОН" используются коррозионностойкие хромоникелевые стали аустенитного класса AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T) или AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10).

Вышеуказанные стали обладают высокой коррозионной стойкостью в атмосферных условиях после закалки на аустенит с 1000-1150⁰С с быстрым охлаждением. Однако, после неправильного режима термообработки при воздействии атмосферы стали могут приобретать склонность к межкристаллитной коррозии и при воздействии коррозионно-агрессивной среды будут изменять свой вид - тускнеть. Особенно сильное потускнение наблюдается в условиях влажной и промышленной

атмосфер, что связано с образованием очень тонкой сетки ржавчины по границам зерен кристаллов, которые получили склонность к межкристаллитной коррозии.

Высокая коррозионная стойкость сталей обусловлена однородной аустенитной структурой и высоким содержанием хрома (~18 %), который на поверхности деталей образует защитную пассивную пленку. Это объясняется диаграммой на рис.5, где даны схематичные анодные кривые для железа и хрома в сернокислых растворах.



Рис.5 Сопоставление анодных поляризационных кривых для железа и хрома с разными пассивационными характеристиками

При эксплуатации коррозионностойких сталей в окислительных средах, в том числе, в атмосферных условиях сплав должен находиться в области (б) потенциалов, так как пассивность хрома приводит к накоплению его атомов на поверхности. Следовательно, при потенциале пассивного состояния компонентов E_x поверхность сплава Fe-Cr будет состоять, в основном, из атомов хрома, или точнее, их кислородного соединения, т.е. пассивной пленки с преимущественным содержанием хрома. Добавки никеля существенно улучшает такие технологические свойства, как прочность и вязкость, а также обеспечивает хорошую свариваемость этих сталей. При изготовлении деталей на срезках могут возникать локальные изменения структуры стали, например, частичное фазовое превращение γ -аустенита в α -мартенсит, приводящие со временем к появлению ржавчины. Вышеуказанные повреждения практически не влияют на механическую прочность и долговечность деталей, так как структура основного материала сохранилась однородной и не подвержена электрохимическим процессам коррозии.

Ранее проведенные исследования показали, что скорость общей коррозии исследуемых сталей в условиях воздействия промышленных атмосфер средней агрессивности составляет менее 0,01 мкм/год.

Таким образом, стали аустенитного класса **AISI 321** (08X18H10T и 12X18H10T) и **AISI 304** (08X18H9 и 08X18H10), обладают высокой коррозион-

ной стойкостью и обеспечивают срок службы несущей конструкции навесных фасадных систем не менее 50 лет в условиях городских промышленных сред слабой и средней степеней агрессивности (в том числе приморских).

В качестве альтернативы аустенитным хромоникелевым сталям служат хромомарганцевоникелевые *стали типа AISI 202 (12X15Г7Н4Д) и AISI 201 (12X15Г9НД)*, в которых никель частично заменен марганцем при сохранении аустенитной структуры (микроструктура материала представляет собой γ - твердый раствор аустенита). Марганец относится к элементам, не склонным к пассивации, поэтому скорость коррозии вышеуказанных сталей в атмосферных условиях определяется содержанием в них хрома. Кроме того, в состав сталей для повышения коррозионной стойкости и пластичности введена медь. Технологические свойства сталей марок AISI 202 и AISI 201 примерно такие же, как у AISI 321 и AISI 304: они хорошо поддаются холодной штамповке, а также хорошо свариваются и не склонны к горячим трещинам при сварке.

В результате ранее проведенных исследований установлено, что марганцовистые стали при длительном воздействии хлоридсодержащих сред подвержены точечной коррозии переходящей в язвенную с выраженной локализацией – повреждениями, как правило, занято не более 1 % всей поверхности образцов.

Таким образом, хромомарганцевоникелевые стали аустенитного класса AISI 202 и AISI 201 рекомендуется использовать в средах со слабой и средней степенью агрессивности для изготовления профилей, кронштейнов и кляммеров в навесных фасадных системах.

Ферритные стали. В соответствии с технической документацией кронштейны и профили изготовлены из коррозионностойких сталей ферритного класса **AISI 430 (12X17)**. Особенности которых является то, что основу структуры составляет коррозионно-неустойчивое α -железо, взаимодействие которого с внешней средой приводит к образованию пленки продуктов коррозии. Свойства сталей зависят от количественного соотношения α - и γ -фаз. В случае, когда ферритная составляющая преобладает, сталь приобретает большую склонность к росту зерна при перегреве, что приводит к крупнозернистости и хрупкости. В связи с этим горячая обработка давлением должна заканчиваться при температурах $\sim 790^{\circ}\text{C}$ для получения более мелкого зерна. Последующий отжиг при $760-800^{\circ}\text{C}$ после го-

рячей обработки сообщает стали необходимую величину зерна, хорошие механические и технологические свойства, а также стойкость против коррозии.

Ранее проведенные коррозионные и электрохимические исследования показали, что сталь AISI 430 (X17) имеет крайне низкую стойкость к питтинговой коррозии (ПК) в хлоридсодержащих средах. ПК один из опасных видов коррозионного разрушения, характерного для условий, когда пассивное состояние может частично разрушаться. Этому виду коррозии подвергаются весьма ограниченные участки металла, а вся остальная поверхность устойчива и находится в пассивном состоянии, что приводит к образованию глубоких поражений – питтингов. Поверхности которых являются анодами и 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. Кроме того, в обычных условиях стали AISI 430 находятся в зоне повышенного риска образования локальных дефектов и не имеют возможности репассивации питтингов в случае их зарождения. Таким образом, исследуемые стали не допускаются для эксплуатации в приморской атмосфере без дополнительной противокоррозионной защиты, так как они подвержены интенсивной локальной, в частности, питтинговой коррозии. В приморских средах рекомендуется применение сталей типа AISI 430 с дополнительной антикоррозионной защитой в виде полимерного порошкового покрытия толщиной не менее 50 мкм.

Стали AISI 430 (12X17) имеют меньший запас пластичности, чем аустенитные, и соответственно, 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°), что допустимо для изделий из хромоникелевых аустенитных сталей.

Скорость коррозии исследуемых сталей в промышленной среде средней агрессивности и нормальном влажностном режиме составляет менее 0,08 мм/год. Так как коррозия указанных сталей в промышленной среде протекает относительно равномерно, то это позволяет использовать приведенные данные для оценки долговечности деталей.

Таким образом, несмотря на ряд ограничений по механическим свойствам и коррозионной стойкости стали AISI 430 (12X17) возможно использовать для изготовления направляющих и кронштейнов при эксплуатации в средах слабой и сред-


ней степени агрессивности. В приморских средах рекомендуется дополнительное окрашивание стальных порошковым полимерным покрытием.

Для изготовления кляммеров в системе " РОНСОН -300 " используются коррозионностойкие стали по ГОСТ 4986-79. Для длительной эксплуатации систем рекомендуется применение сталей аустенитного класса, таких как 08X18H10 (AISI 304, AISI 304L), 12X18H10T (AISI 321), 12X15Г9НД (AISI 201). С целью повышения коррозионной стойкости на наружную поверхность кляммеров со стороны облицовки фасада рекомендуется наносить защитное лакокрасочное покрытие.

Крепежные элементы (заклепки, самонарезающие винты и фасадные анкеры), используемые для соединения деталей НФС, изготовлены из коррозионно-стойких сталей А2 (X18H10 - возможно легирование медью, молибденом, титаном и т.д.).

В слабоагрессивных средах для крепления кронштейнов в НФС, изготовленных из окрашенной оцинкованной стали, возможно использование анкеров, изготовленных из углеродистой стали с цинковым термодиффузионным покрытием толщиной не менее 30 мкм или горячим цинковым покрытием толщиной порядка 45 мкм. Диффузионные цинковые покрытия представляет собой цинко-железистый сплав, который обладает высокой коррозионной стойкостью, которая обусловлена тем, что структура цинкового покрытия является однородной и, следовательно, мало подвержена коррозионным процессам. Кроме того, во время эксплуатации на покрытии образуются продукты коррозии цинка, создающие барьерный эффект, тормозящие развитие коррозионного процесса и препятствующие разрушению слоя защитного покрытия. Аппроксимация коррозионного поражения на длительный срок эксплуатации позволяет установить, что скорость атмосферной коррозии диффузионных цинковых покрытий в среднеагрессивной атмосфере составит не более 2 мкм/год.

По результатам исследований и испытаний образцов, аналогичных применяемым, а также литературным данным и данным, полученным в результате многолетних испытаний лаборатории коррозии металлов Московского института стали и сплавов допустимо рекомендовать для элементов НФС, изготовленных из коррозионностойких сталей безремонтный срок службы в городских средах слабой и средней агрессивности не менее 50 лет при условии сохранения зафиксированной загрязненности атмосферы в районах строительства объектов.



Таким образом, предлагаемые технические решения обеспечивают защиту от коррозии элементов фасадной системы "РОНСОН" в условиях слабо- и среднеагрессивных сред.

Выводы

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

2. В результате проведенного анализа установлено, что элементы навесных фасадных систем "РОНСОН", изготовленные из оцинкованной (18- 25 мкм) и окрашенной (не менее 45 мкм) низкоуглеродистой стали могут эксплуатироваться в составе подконструкции НФС:

- в неагрессивной и слабоагрессивной средах в течение не менее 50 лет;
- в среднеагрессивных средах в течение не менее 35 лет.

3. В результате оценки качества и скорости коррозии сталей AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T), AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10), AISI 202 (12X15Г7Н4Д) и AISI 201 (12X15Г9НД) установлено, что вышеуказанные стали допустимо использовать для изготовления кронштейнов, профилей, кляммеров в НФС для эксплуатации сроком не менее 50 лет в средах слабой и средней агрессивности (в том числе приморских).

4. Стали типа AISI 430 (без применения сварных соединений) допустимо использовать для изготовления профилей и кронштейнов (исполнение УХЛ2 по ГОСТ 15150-69) в навесных фасадных системах для эксплуатации:

- в средах слабой и средней агрессивности (промышленных) сроком не менее 50 лет;
- в приморских среднеагрессивных средах при применении дополнительной антикоррозионной защиты в виде полимерного порошкового покрытия (не менее 50 мкм) сроком порядка 50 лет.

5. Стали типа AISI 430 допустимо использовать для изготовления профилей и кронштейнов (исполнение УХЛ2 по ГОСТ 15150-69) в навесных фасадных системах для эксплуатации в средах слабой и средней агрессивности (кроме приморских) сроком не менее 50 лет.

6. По истечении вышеуказанных сроков эксплуатации необходимо предусмотреть возможность периодических осмотров несущей конструкции для оценки коррозионного состояния материалов с целью дальнейшей эксплуатации системы.

7. Для обеспечения требуемой долговечности системы навесного фасада необходимо предусмотреть возможность обязательного периодического (1 раз в 5 – 10 лет) осмотра характерных узлов подконструкции.

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



НИТУ «МИСиС»

Сброшюровано и пронумеровано

18 стр.

