

«Утверждаю»

Проректор,
проф., д.т.н.


Филионов М. Р.
21.09.2013



Заключение № 052/13-503

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности
материалов узлов крепления навесной фасадной системы
«PRiMET»**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

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



Дуб Алексей Владимирович

Ответственный исполнитель



Волкова Ольга Владимировна

Исполнители:

зав. лабораторией ЗМиТП



Обухова Татьяна Анатольевна

научный сотрудник



Ковалев Александр Федорович

научный сотрудник



Шевейко Ольга Владимировна

инженер I категории



Сафонов Иван Александрович

Заявитель	ООО «Ю-МЕТ»
Основание для проведения испытаний	Договор № 052/13-503 от 09.09.2013 г.
Задачи испытаний	Дать оценку устойчивости к атмосферной коррозии материалов и элементов навесной фасадной системы «PRiMET»
Описание элементов системы	<p>1. Детали системы (кронштейны, профили горизонтальные и вертикальные), согласно спецификациям элементов из альбомов технических решений, изготовлены из:</p> <ul style="list-style-type: none"> - углеродистой оцинкованной стали; - окрашенной оцинкованной стали. <p>2. Кляммеры из коррозионностойких сталей</p> <p>3. Заклепки, изготовленные из коррозионностойкой сталей.</p> <p>4. Анкерные болты, изготовленные из оцинкованной и коррозионностойкой сталей</p>
Испытательное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> - камера соляного тумана; - бинокулярный микроскоп МБС-200; - металлографический комплекс «Альтами МЕТ»
Результаты исследований	Заключение № 052/13-503



Для анализа материалов, применяемых для изготовления навесных фасадных систем (НФС) "PRiMET", на предмет оценки их коррозионной стойкости были использованы следующие материалы и нормативные документы:

1. Альбом технических решений «Навесной теплоизоляционной фасадной системы с воздушным зазором "PRiMET" под облицовку керамогранитными плитами». Выпуск 11-3337, 2013 г.
2. ГОСТ 9.039-74 "Коррозионная агрессивность атмосферы".
3. 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".
4. ГОСТ 14918-80 "Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий".
5. ГОСТ 30246-94 "Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций".
6. Свод правил СП 28.13330.2012 "Защита строительных конструкций от коррозии" (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).
7. Сертификаты соответствия на порошковое покрытие.

Цель работы: оценка коррозионной стойкости и долговечности материалов деталей навесной фасадной системы "PRiMET".

При исследовании были выполнены следующие работы:

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

Проведение ускоренных коррозионных испытаний

Ускоренные испытания крепежных деталей проводились в течение 240 часов в климатической камере соляного тумана (постоянное распыление 5% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 35⁰ С) в соответствии с ГОСТ 9.308-85 «Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний».



Анализ результатов исследования

В соответствии с данными технической документации исследуемая фасадная система предназначена для решения комплексных задач по облицовке и утеплению наружных стен строящихся и реконструируемых зданий. Облицовочные панели выполнены из керамогранитных плит. Система предназначена для зданий и сооружений I II и III уровней ответственности. Применение фасадной системы допускается на жилых зданиях высотой до 75 м.

В соответствии с ГОСТ 15150-69 условия эксплуатации фасадных систем соответствуют УХЛ2 (условия умеренного и холодного климата, под навесом) при воздействии воздушных сред разной степени агрессивности, которая устанавливается для конкретных групп материалов в зависимости от их стойкости к воздействию комплекса климатических факторов, по СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

В соответствии с данными Альбома технических решений основные узлы подконструкции НФС " PRiMET " (рис.1), состоящие из:

- кронштейнов, горизонтальных и вертикальных профилей, выполненных по одному из следующих вариантов:

1) низкоуглеродистой оцинкованной стали;

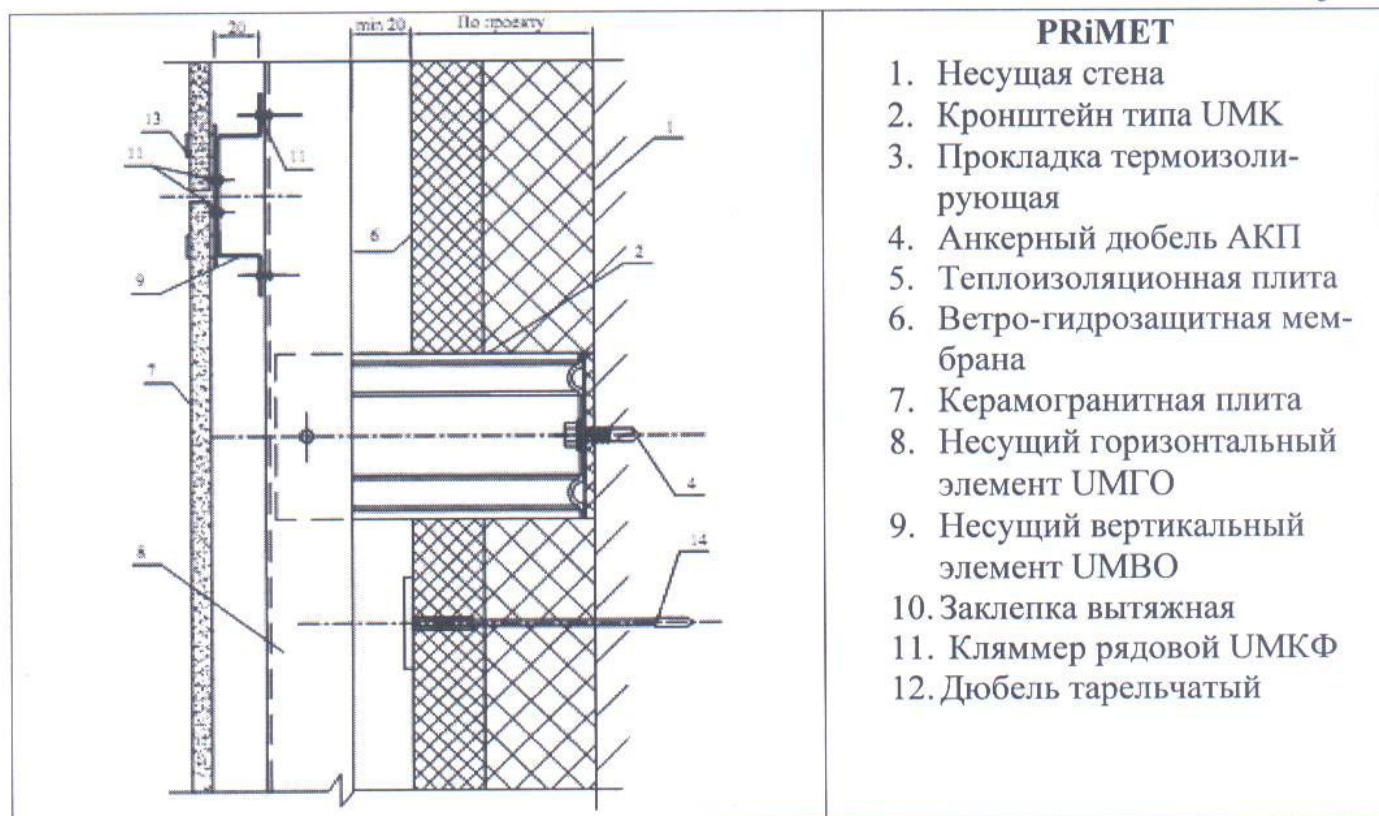
2) низкоуглеродистой оцинкованной стали с дополнительным атмосферостойким полимерным порошковым покрытием;

- кляммеров из коррозионностойких сталей 08(12)X18H10(T) или 12X15Г9НД;

- заклепок из коррозионностойких сталей;

- анкеров крепления кронштейнов, изготовленных из низкоуглеродистых сталей с дополнительным антикоррозионным покрытием.



**PRiMET**

1. Несущая стена
2. Кронштейн типа УМК
3. Прокладка термоизолирующая
4. Анкерный дюбель АКП
5. Теплоизоляционная плита
6. Ветро-гидрозащитная мембрана
7. Керамогранитная плита
8. Несущий горизонтальный элемент УМГО
9. Несущий вертикальный элемент УМВО
10. Заклепка вытяжная
11. Кляммер рядовой УМКФ
12. Дюбель тарельчатый

Рис.1. Общий вид системы «PRiMET».

Экспертиза технических решений по антикоррозионной защите металлических элементов фасадной системы проведена в соответствии со Сводом правил 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Оцинкованная сталь. В соответствии с данными, представленными в технической документации, кронштейны, горизонтальные и вертикальные профили, выполнены из:

- листовой низкоуглеродистой (08пс) оцинкованной по ГОСТ 14918-80 стали 2-го класса, толщина цинкового слоя составляет 10-18 мкм;
- оцинкованной стали с дополнительным атмосферостойким полимерным порошковым покрытием торговой марки «PULVER» толщиной более 45 мкм.

Внешнее состояние поверхностей деталей во время и после испытаний оценивалось визуально и методом оптической фрактографии с использованием бинокулярного микроскопа МБС-200 и металлографического комплекса Альтами МЕТ (по ГОСТ 9.311-87).

В результате анализа установлено, что покрытие на оцинкованных профилях и кронштейнах серебристо-блестящее, равномерное, гладкое, без признаков нару-

шения сплошности, что соответствует требованиям ГОСТ 9.307–89 «ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля».

Оценку коррозионной стойкости цинкового покрытия проводили по методу воздействия нейтрального соляного тумана. В результате исследования установлено, что покрытие обеспечивает защиту от воздействия коррозионно-агрессивной среды в течение не менее 240 часов. На поверхностях кронштейнов и направляющих (рис.2) после выдержки в соляном тумане выявлен белый налет, типичный для коррозии цинкового покрытия в начальной стадии. Признаков коррозии стальной основы на деталях с горячим цинковым покрытием не зафиксировано.

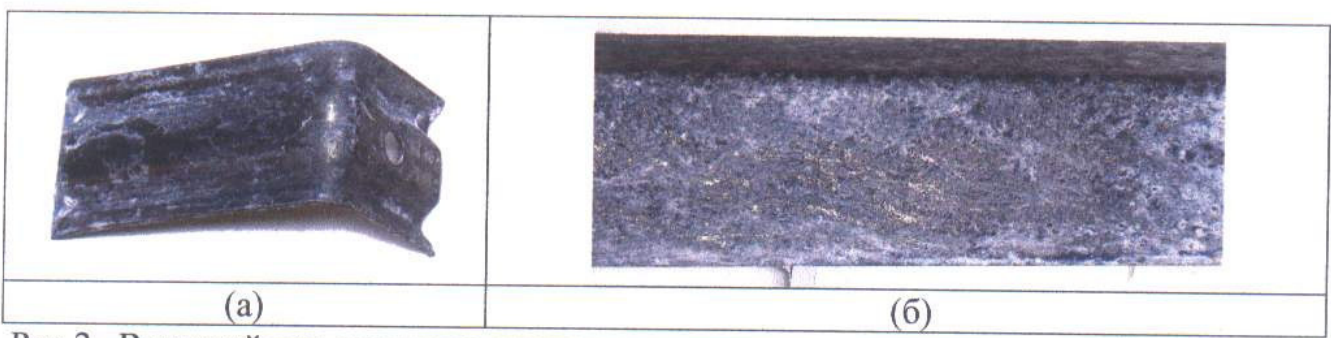


Рис.2. Внешний вид стальных оцинкованных направляющих и кронштейнов после испытаний в камере соляного тумана в течение 240 часов.

С целью оценки толщины покрытия и состояния материала исследуемых деталей вблизи поверхностей проводился *металлографический анализ* (ГОСТ Р 51694 метод № 5). Шлифы были приготовлены как в продольных, так и в поперечных сечениях образцов.

Анализ показал, что покрытие на всех исследуемых деталях равномерное и обладает хорошей адгезией из-за прочной диффузионной связи с основным металлом. Структура покрытия состоит из двух слоев: внутреннего, который представляет собой сплав типа интерметаллид и наружного - цинкового покрытия. Толщина защитного слоя составляет 18-20 мкм (рис.3 а, б).

Горячие покрытия за счет диффузионной связи с металлом обладают высокой коррозионной стойкостью, которая, в атмосферных условиях также определяется химической активностью цинка, скоростью образования защитной пленки продуктов коррозии цинка и ее устойчивостью во времени.

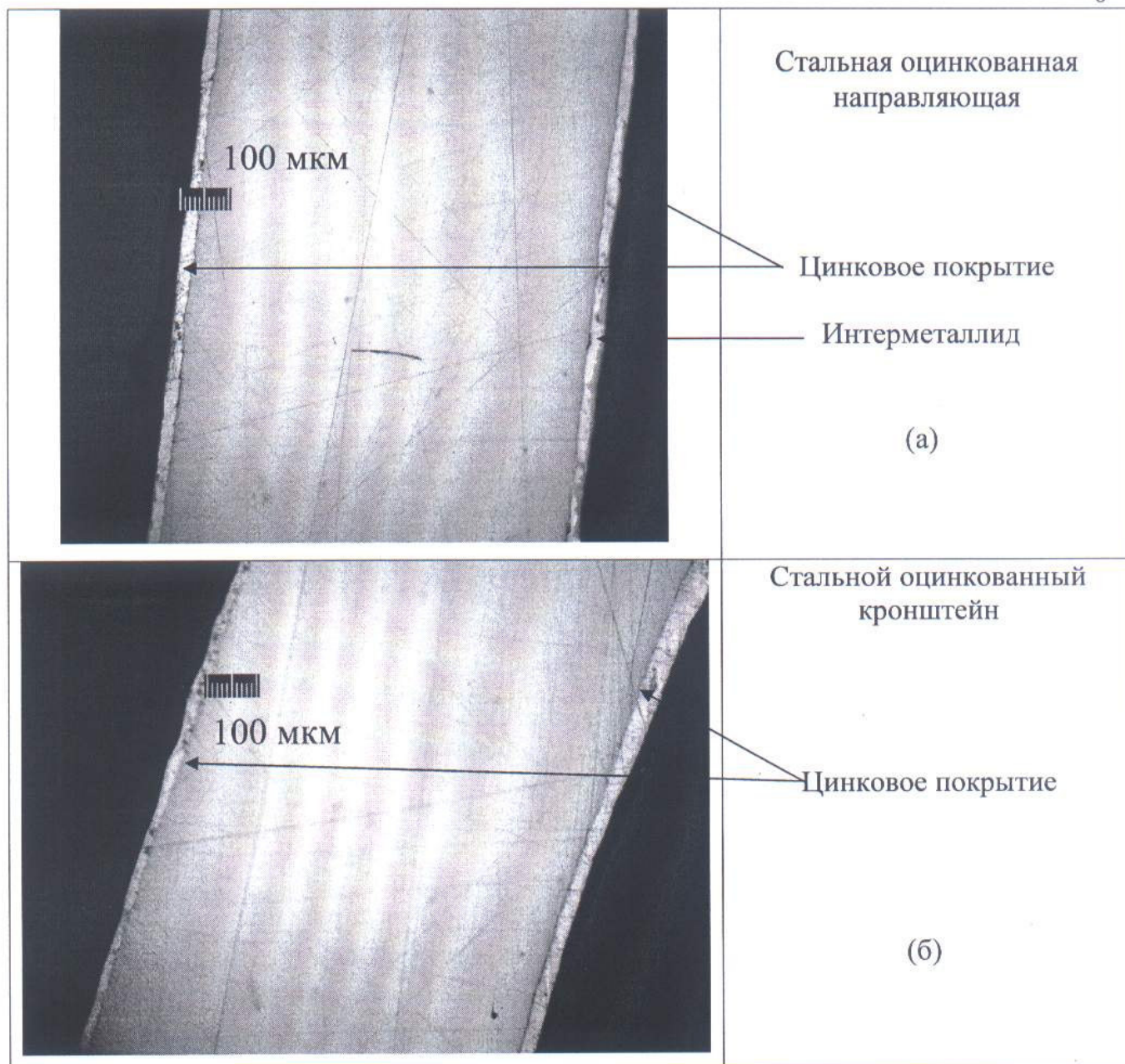


Рис. 3. Состояние материала стальных оцинкованных направляющих (а) и кронштейнов (б).

Конструктивные особенности навесных систем практически исключают попадание атмосферных осадков на поверхности несущей конструкции. Поэтому во время эксплуатации образующиеся продукты коррозии цинка тормозят развитие коррозионного процесса, так как препятствуют взаимодействию металла с агрессивной средой. Пленка, образующаяся на поверхности цинка, определяет конечную скорость течения процесса коррозии.

Аппроксимация коррозионного поражения на длительный срок эксплуатации позволяет установить, что скорость атмосферной коррозии горячего цинкового покрытия в среднеагрессивной среде составит не более 1,5 мкм/год в течение первых 2-5 лет эксплуатации и уменьшится до 1,0 мкм/год в последующие годы за счет процессов сво-

бодной коррозии и образования защитной пленки на поверхности цинка. Это означает, что за 10 лет реальной эксплуатации толщина слоя цинка уменьшится на 10-12 мкм.

Скорость коррозии горячего цинкового покрытия в слабоагрессивных средах составляет 0,5-0,7 мкм/год. Учитывая, кроме коррозионной стойкости цинкового слоя, и устойчивость самой стальной основы можно заключить следующее: в средах слабой агрессивности относительная долговечность стальных оцинкованных деталей в условиях реальной эксплуатации при толщине защитного слоя 18-20 мкм составит порядка 30 лет.

Оцинкованная окрашенная сталь. В соответствии с данными, представленными в технической документации, для окрашивания деталей фасадной системы "PRiMET" применяется атмосферостойкое полимерное порошковое покрытие торговой марки «PULVER». По данным, представленным в сертификатах качества, исследуемое покрытие, толщина которого составляет не менее 45 мкм, относится к типу порошковых покрытий на смоляной основе. В соответствии с техническими условиями оно должно быть равномерным, беспористым, устойчивым к воздействию коррозионно-агрессивных сред.

Основная противокоррозионная защита окрашенной оцинкованной стали реализуется за счет цинкового, а дополнительная - за счет лакокрасочных покрытий, применение которых увеличивает коррозионную стойкость оцинкованной стали в 2-4 раза в зависимости от типа и технологии нанесения ЛКП. Дополнительное нанесение защитных порошковых покрытий увеличит срок службы деталей на 15-20 лет.

Таким образом, установлено, что система защитных покрытий (цинковое покрытие толщиной 18-20 мкм и ЛКП толщиной не менее 45 мкм) на кронштейнах, горизонтальных и вертикальных профилях, изготовленных из низкоуглеродистой стали, обеспечивает достаточную коррозионную стойкость металлоконструкции и допускает эксплуатацию в составе НФС в средах слабой агрессивности в течение не менее 50 лет.

Элементы крепления. В соответствии с альбомом технических решений для изготовления кляммеров в системе используются коррозионностойкие стали по ГОСТ 5582-75. Для длительной эксплуатации системы рекомендуется применение кляммеров, изготовленных из сталей аустенитного класса, таких как 08X18H10 (AISI 304, AISI 304L), 12X18H10T (AISI 321), 12X15Г9НД (AISI 201).



В соответствии с проектной документацией для изготовления заклепок используются коррозионностойкие стали А2 (заклепки, анкерные болты) по ГОСТ 5632-72.

В средах слабой степени агрессивности в НФС возможно использование анкерных болтов, изготовленных из низкоуглеродистой стали с дополнительными антикоррозионными покрытиями, в частности, цинковым термодиффузионным толщиной не менее 30 мкм или горячим цинковым покрытиями толщиной не менее 45 мкм.

Термодиффузионное покрытие представляет собой цинко-железистый сплав, который обладает более высокой коррозионной стойкостью, чем горячие и гальванические цинковые покрытия. Так как конструктивные особенности НФС практически исключают попадание атмосферных осадков в места соединений деталей с оцинкованными анкерами, то скорость коррозии термодиффузионного цинкового покрытия по экспертному прогнозу составит не более 0,5-0,7 мкм/год.

Как было показано выше, аппроксимация коррозионного поражения на длительный срок эксплуатации позволяет установить, что скорость атмосферной коррозии горячего цинкового покрытия составит не более 1 мкм/год за счет процессов свободной коррозии и образования защитной пленки на поверхности цинка.

Для крепления кронштейнов рекомендуется использование анкерных болтов, с цинксодержащими атмосферостойкими покрытиями типа Ruspert, Dacromet и Geomet.

Крепежные элементы, подвергающиеся воздействию агрессивных сред или атмосферных осадков, следует изготавливать из коррозионностойких материалов, прошедших техническую оценку пригодности, имеющих Технические Свидетельства и допущенных к применению в НФС.

Таким образом, предлагаемые технические решения обеспечивают защиту от коррозии элементов фасадной системы " PRiMET " в условиях слабо- и среднеагрессивных сред и соответствуют требованиям СНиП 2.03.11-85.



Выводы

1. В результате проведенного анализа установлено, что металлические элементы навесной фасадной системы " PRiMET " относительно устойчивы к атмосферной коррозии.

2. В результате проведенных без учета механических нагрузок испытаний, оценки качества и скорости коррозии материалов элементов НФС " PRIMETTM-Ф " установлено, что несущая конструкция системы, изготовленная из низкоуглеродистой оцинкованной (2-го класса) и окрашенной (более 45 мкм) стали, относительно устойчива к атмосферной коррозии и может эксплуатироваться в условиях:

- сред средней агрессивности сроком не более 35 лет;
- слабоагрессивных сред сроком не менее 50 лет;
- сильноагрессивных сред в течение порядка 25 лет.

3. Несущая конструкция системы " PRiMET ", изготовленная из низкоуглеродистой оцинкованной стали 2-го класса, может эксплуатироваться в условиях сред слабой агрессивности в течение порядка 30 лет.

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

