



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.

01.06.2019

## **Заключение № 074/18-501-2**

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности  
несущих конструкций навесных фасадных систем,  
разработанных ООО «Компания Металл Профиль»**

## 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

доцент, к.х.н.

Сафонов Иван Александрович

научный сотрудник

Шевейко Ольга Владимировна

научный сотрудник

Ковалев Александр Федорович

инженер I категории, к.т.н.

Шибеева Татьяна Владимировна

Заявитель	<b>ООО «Компания Металл Профиль»</b>
Основание для проведения испытаний	Доп. соглашение №2 к договору № 074/18-501 от 07 июня 2018 г.
Задачи испытаний	Дать оценку устойчивости к атмосферной коррозии несущих конструкций навесных фасадных систем
Описание элементов системы	<p>Детали навесных фасадных систем, согласно спецификации элементов из альбома технических решений, изготовлены из:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) оцинкованной низкоуглеродистой стали;</li> <li>2) окрашенной оцинкованной стали;</li> <li>3) коррозионностойких сталей марок: <ul style="list-style-type: none"> <li>- AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T);</li> <li>- AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10);</li> <li>- AISI 202 (12X15Г7Н4Д)/ AISI 201 (12X15Г9НД); AISI 430 (12X17).</li> <li>- анкерные болты, изготовленные из оцинкованной или коррозионностойкой сталей.</li> </ul> </li> </ol>
Результаты исследований	Заключение № 074/18-501-2





**Цель работы:** оценка коррозионной стойкости и долговечности несущих конструкций навесных фасадных систем (НФС), разработанных ООО «Компания Металл Профиль» (табл.1).

Для анализа материалов, применяемых для изготовления навесных фасадных систем, с целью оценки коррозионной стойкости были использованы следующие материалы и документы:

1. Альбомы технических решений «Конструкция навесной фасадной системы с воздушным зазором»:
  - 1.1. "ВФ МП" с облицовками различного типа: профилированных листов, металлических сайдингов, линейных панелей, фасадных кассет "Puzzleton Z" и "Puzzleton";
  - 1.2. "ВФ МП ФЦ, НК, КП" для облицовки фиброцементными панелями, плитами из натурального или керамического гранита, керамической плиткой.
  - 1.3. "ВФ МП М" для крепления в межэтажные перекрытия с облицовками различного типа.
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 30246-2016 «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 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85)

**Образцы для испытаний:** на исследование предоставлены фрагменты НФС

**Подготовка образцов:** осуществлялась Заказчиком.

В соответствии с данными Альбомов технических решений основные детали несущих конструкций НФС с воздушным зазором "ВФ МП", "ВФ МП М", "ВФ МП ФЦ, НК, КП" выполняются по одному из следующих вариантов:

- низкоуглеродистой горячеоцинкованной стали, изготовленной по ГОСТ14918 или ГОСТ 52246;
- низкоуглеродистой оцинкованной стали с дополнительными атмосферостойкими полимерными покрытиями по ГОСТ 34180 или ГОСТ 9.401;
- коррозионностойких сталей AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T); AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10); AISI 202 (12X15Г7Н4Д)/AISI 201 (12X15Г9НД); AISI 430 (12X17).

Согласно ГОСТ 15150 условия эксплуатации навесных фасадных систем соответствуют У2: условия умеренного климата, под навесом, при воздействии воздушной среднеагрессивной среды по СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85).

Таблица 1.

<b>Конструкция вентилируемого фасада с облицовкой керамогранитом</b>	
<p>Система вентилируемого фасада ВФ МП ФЦ, НК, КП</p> <p>Узлы крепления керамогранита (вертикальная система) Горизонтальный стык плит облицовки</p> <p style="text-align: center;">Узел 9.2</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плитка (керамогранит)</li> <li>2. Заклепка или саморез <math>\varnothing 4,8 \times 28</math> (<math>\varnothing 5,5 \times 19</math>) с прокладкой из ЭПДМ-резины</li> <li>3. Несущая стена</li> <li>4. Кляммер рядовой (ККР-70x10 или ККРД-70x10)</li> <li>5. Вертикальные направляющие КПГ-60x44x3000 (КПГШ-60x81x3000)</li> <li>6. Заклепка стальная</li> <li>7. Крепежный элемент (марка по проекту)</li> <li>8. Кронштейн КК-Л или ККУ-Л с шайбой и паронитовой (изолоновой) прокладкой</li> <li>9. Теплоизоляция (по проекту)</li> <li>10. Дюбель тарельчатый</li> <li>11. Гидро-ветрозащитная мембрана (по проекту)</li> </ol>



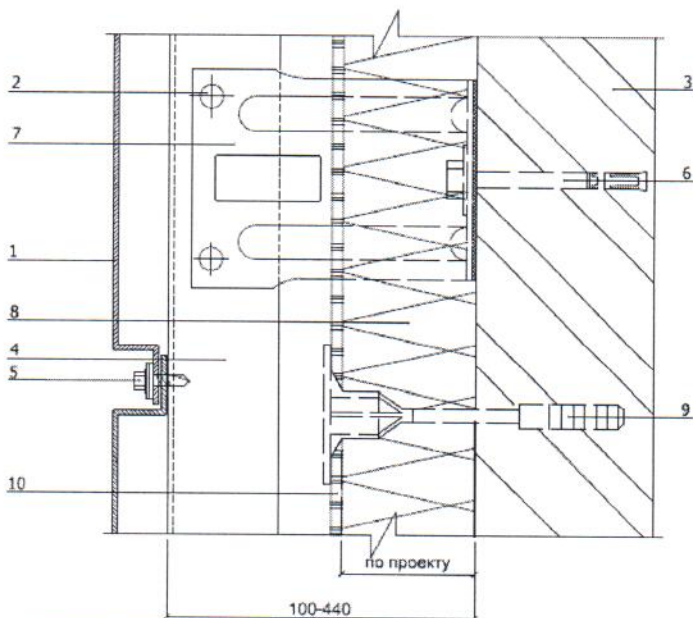
### Конструкция вентилируемого фасада с облицовкой фасадными кассетами

#### Система вентилируемого фасада ВФ МП

Узлы крепления Puzzleton Z

Вертикальный разрез

Узел 5.2



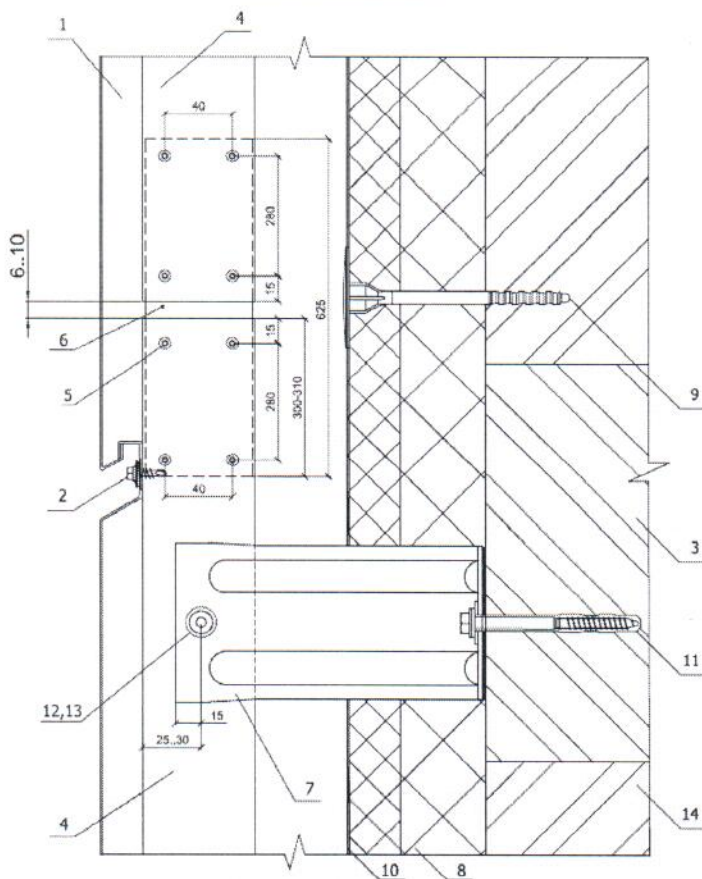
1. Фасадная кассета Puzzleton Z
2. Заклепка или саморез  $\varnothing 4,8 \times 28$  ( $\varnothing 5,5 \times 19$ ) с прокладкой из ЭПДМ-резины
3. Несущая стена
4. Вертикальные направляющие КПГ-60x44x3000 (КПГШ-60x81x3000)
5. Саморез  $\varnothing 4,8 \times 28$  с прокладкой из ЭПДМ-резины и цветной головкой
6. Крепежный элемент (марка по проекту)
7. Кронштейн КК-L или ККУ-L с шайбой и паронитовой (изолоновой) прокладкой (по проекту)
8. Теплоизоляция (по проекту)
9. Дюбель тарельчатый
10. Гидро-ветрозащитная мембрана (по проекту)

### Конструкция вентилируемого фасада с облицовкой фасадными кассетами

### Система вентилируемого фасада ВФ МП М

Узлы крепления фасадных кассет Puzzleton

Стык направляющих



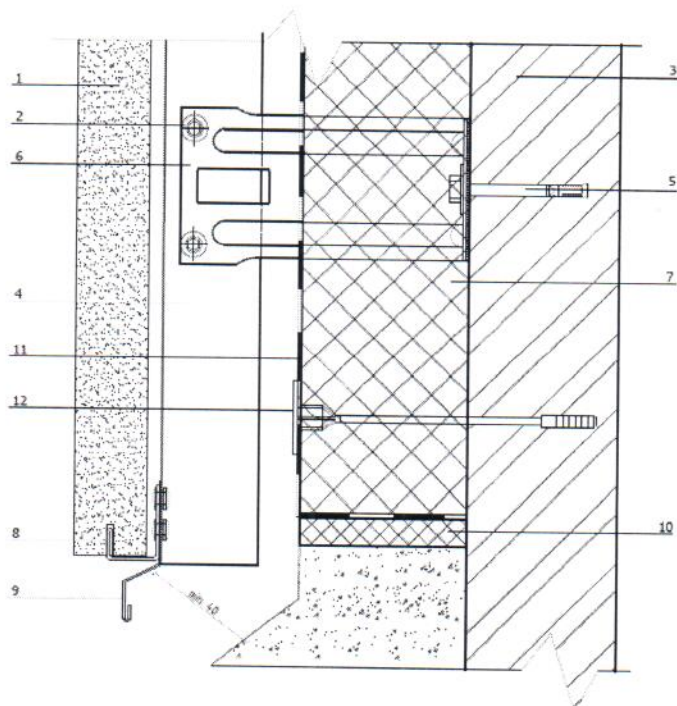
1. Фасадная кассета Puzzleton
2. Саморез  $\text{Ø}4.8 \times 28$  ( $\text{Ø} 5.5 \times 19$ ) с прокладкой из ЭПДМ-резины или заклепка  $4.0 \times 10$
3. Плита межэтажного перекрытия
4. Крепежный профиль КПС-64x60, КПС-62-58 или КПСШ-64x90, КПСШ-62x88
5. Заклепка  $4.8 \times 8$  (10)
6. Крепежный профиль стыковочный КПС-59x56 или КПСШ-59x86
7. Кронштейн крепежный межэтажный ККМ-L с шайбой и изоляционной (паронитовой) прокладкой (по проекту)
8. Теплоизоляция (по проекту)
9. Дюбель тарельчатый
10. Гидро-ветрозащитная мембрана (по проекту)
11. Анкер фасадный МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ  $10 \times L$  (по проекту)
12. Заклепка  $6.4 \times 12$
13. Шайба нержавеющая М6
14. Стена

**Конструкция вентилируемого фасада с облицовкой фиброцементными плитами, плитами из натурального гранита, керамической плиткой**



## Система вентилируемого фасада ВФ МП ФЦ, НК, КП

Узлы крепления плит из натурального гранита  
(вертикальная система)  
8.4 Цоколь



1. Плита из натурального гранита
2. Заклепка или саморез  $\varnothing 4,8 \times 28$  ( $\varnothing 5.5 \times 19$ ) с прокладкой из ЭПДМ-резины
3. Несущая стена
4. Вертикальные направляющие КППГ-60x44x3000, КППШ-60x81x3000 (по проекту)
5. Крепежный элемент (марка по проекту)
6. Кронштейн ККУ-L с шайбой и паронитовой (изолоновой) прокладкой
7. Теплоизоляция (по проекту)
8. Нижний крепежный профиль
9. Отлив цоколя (оц.с полимерным покрытием,  $t=0.5 - 1.2$  мм)
10. Уплотнитель цоколя для МП СП (по проекту)
11. Гидро-ветрозащитная мембрана (по проекту)
12. Дюбель крепления теплоизоляции

### Методики исследований

1. Оценка внешнего вида проведена визуально в соответствии с ГОСТ 9.407-2015 «ЕСЗКС. Покрyтия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида». Степень коррозионных повреждений оценивали в соответствии с ГОСТ 9.311-87 «Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Метод оценки коррозионных поражений».

2. Ускоренные коррозионные испытания проведены по ГОСТ 9.308-85 «Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний» в испытательных камерах влажности (КВ), сернистого газа (КСГ) и соляного тумана (КСТ) с целью определения скорости коррозии и сроков службы элементов в средах слабой и средней (влажные и среды с повышенным содержанием сернистого газа и хлоридов) степеней агрессивности.

- **Метод 6.** Метод испытаний при повышенных значениях относительной влажности воздуха и температуры с периодической конденсацией влаги: в камере влажности при относительной влажности 98 % и температуре в камере 40 °С.

- **Метод 8.** Метод испытаний при повышенных значениях относительной влажности и температуры, воздействии сернистого газа и периодической конденсации влаги: в камере



сернистого газа при относительной влажности 98%, температуре в камере 40 °С и воздействии SO<sub>2</sub> концентрация – 0,75 г/м<sup>3</sup>.

- **Метод** испытаний при повышенных значениях относительной влажности и температуры, воздействии соляного тумана и периодической конденсации влаги: в камере соляного тумана при периодическом распылении 3 %-го раствора NaCl при относительной влажности 98 % и температуре в камере 40 °С).

Цикл испытаний (24 часа): 8 ч – выдержка в камерах; после отключения искусственной атмосферы образцы выдерживаются в камерах в течение 16 часов.

Время выдержки образцов в камерах - 30 суток.

2.2. ГОСТ 9.401-91 «Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов»:

**метод 16:** определение стойкости покрытия к комплексному воздействию климатических факторов (переменной температуры, повышенной влажности и сернистого газа) открытой промышленной атмосферы умеренного и холодного климатов (УХЛ2 по ГОСТ 9.104-79, II тип атмосферы по ГОСТ 15150-69). Метод 16 предусматривает проведение 15 циклов испытаний. Для прогнозирования срока службы испытания должны продолжаться до достижения критических значений оценок в баллах по защитным свойствам.

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 по ГОСТ 9.401-91 методы 16.

Аппаратура	Режим испытаний		Продолжительность испытаний, час
	Температура, °С	Относительная влажность, %	
Камера влаги	40±2	97±3	2
Камера сернистого газа (концентрация SO <sub>2</sub> 5± 1 мг/м <sup>3</sup> )	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

2) ГОСТ 9.401-91 **метод Б:** определение стойкости покрытия к воздействию нейтрального соляного тумана по распространению коррозии от надреза. Коррозионные испытания образцов с надрезами проводились в климатической камере соляного тумана с постоян-



ным распылением 3%-ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40° С в течение 500 часов.

3. Металлографический анализ проведен на комплексе «Альтами МЕТ». Шлифы изготовлены в поперечном сечении образцов.

4. Адгезию покрытий определяли в соответствии с ГОСТ 15140-78 «Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии» по методу решетчатых надрезов адгези-метром с пятью лезвиями.

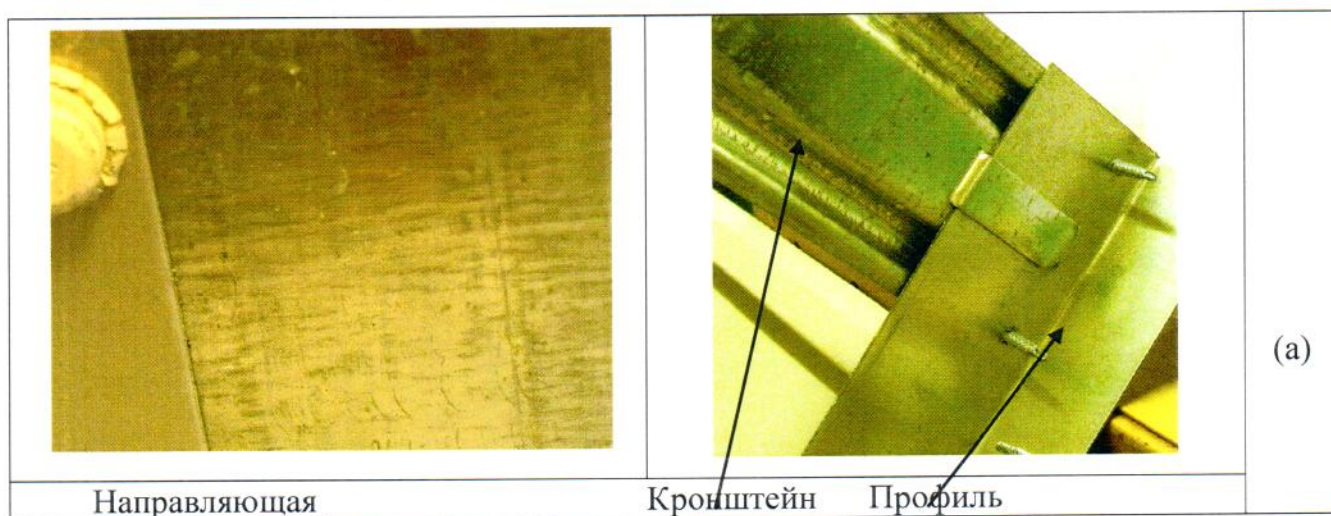
Экспертиза технических решений по антикоррозионной защите металлических элементов фасадной системы проведена в соответствии со Сводом правил СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85).

## Результаты исследования

### 1. Оцинкованная сталь

В результате исследования *внешнего состояния* установлено, что поверхности оцинкованных деталей в состоянии поставки чистые без признаков нарушения сплошности покрытия с хорошо видимым рисунком кристаллизации. Цвет покрытия серебристо-серый полублестящий, наплывы цинка отсутствуют, что соответствует требованиям ГОСТ 14918-80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия».

На стальных оцинкованных направляющих, кронштейнах с шайбами, профилях и кляммерах к концу испытаний после выдержки в камере влажности (рис.1а) наблюдается помутнение поверхности, а после воздействия сернистого газа (рис.1б) и соляного тумана (рис.1в) - появление белого налета, типичного для коррозии цинкового покрытия и точек ржавчины (рис. 1б) на торцах оцинкованных деталей.





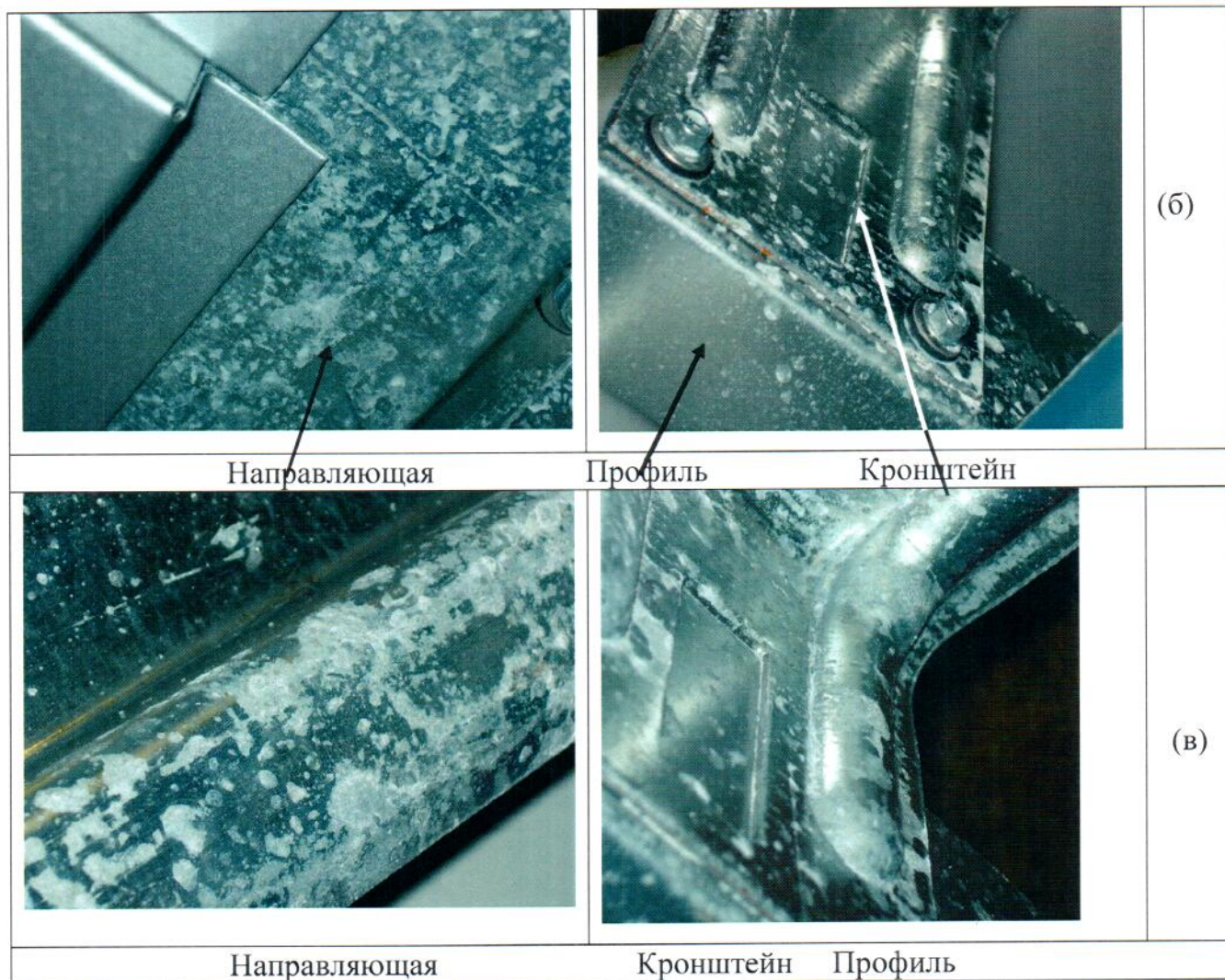


Рис.1. Внешний вид оцинкованных направляющих, кронштейнов, кляммеров и профилей после испытания в течение 30 суток в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в).

Оцинкованные стальные саморезы за время испытаний также подверглись коррозионному повреждению во всех экспериментальных камерах, однако степень их повреждений различна. В камерах влажности (рис. 2а), сернистого газа (рис. 2б) и соляного тумана (рис. 2в) наблюдается появление налета «белой коррозии» цинкового покрытия, площадь повреждений составляет около 5%, 40% и 100 % соответственно.

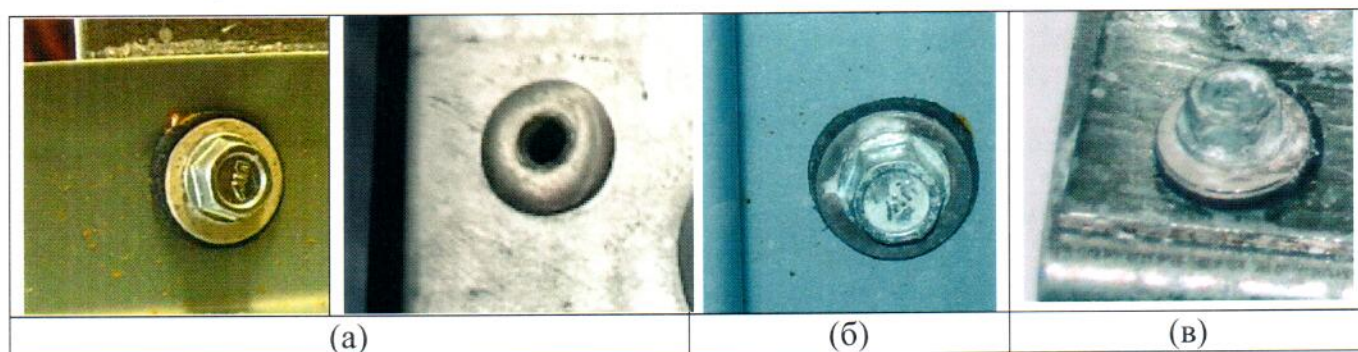


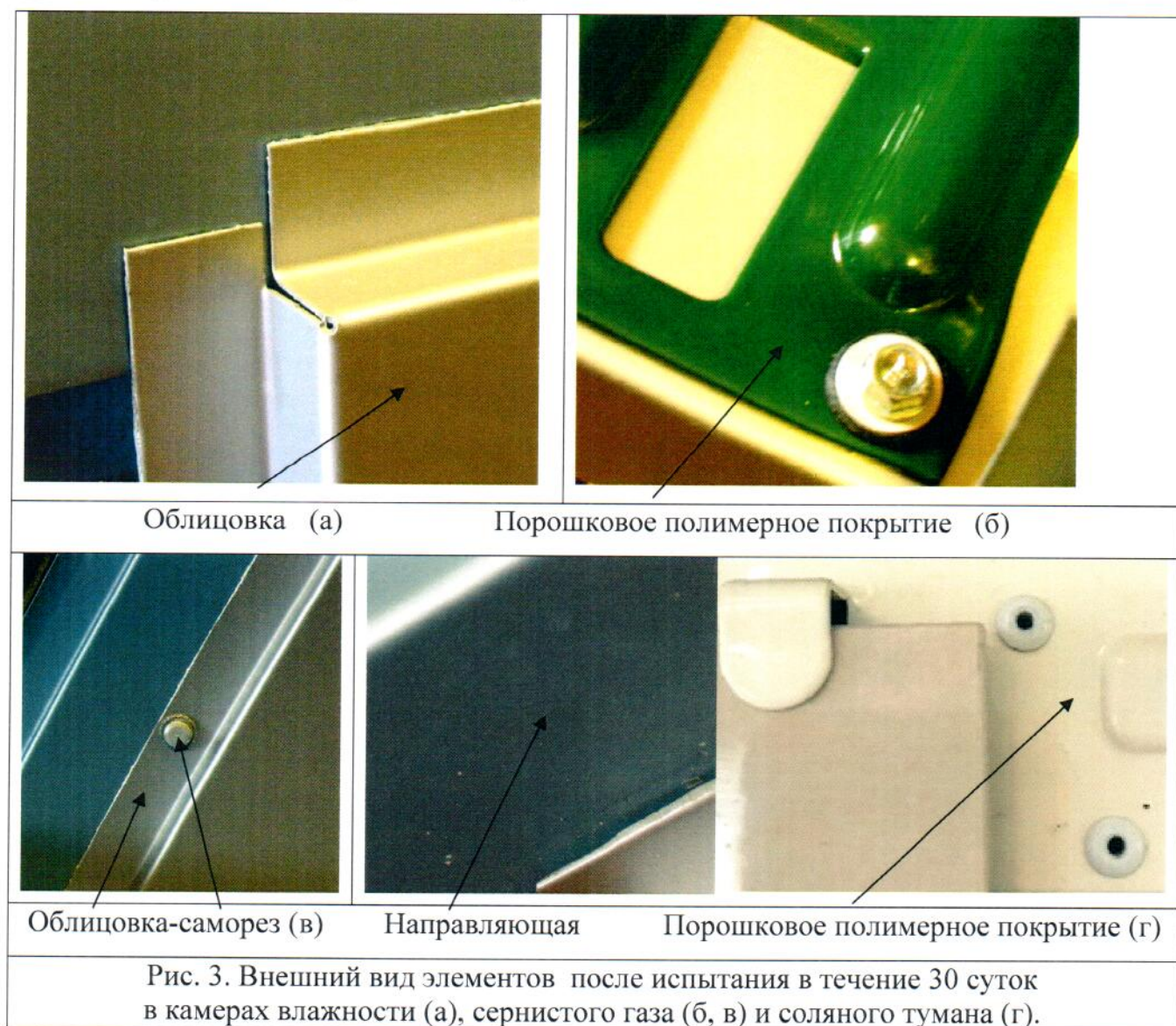
Рис.2. Внешний вид оцинкованных стальных саморезов и заклепок после испытания в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в) в течение 30 суток.



## 2. Оцинкованная окрашенная сталь

В результате исследования поверхностей окрашенных кронштейнов, профилей и кляммеров в состоянии поставки установлено, что по внешнему виду порошковое полимерное покрытие на элементах подсистемы (кронштейны, профили, кляммеры) и полиэфирное покрытие (полиэстер) на элементах облицовки ровное, однородное, полублестящее, с локальными механическими включениями, что соответствует требованиям ГОСТ 9.032-74 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения».

После испытаний в камерах влажности (рис.3а), сернистого газа (рис.3б, в), соляного тумана (рис.3 г) в течение 30 суток изменений внешнего вида окрашенных деталей с полимерным порошковым покрытием и полиэфирным не зафиксировано, покрытия сохранились ровными без признаков вспучивания и отслаивания.





Однако, как в камере влажности (рис.4а), так и в средах сернистого газа (рис. 4б) и соляного тумана (рис. 4в) на двадцатый, пятнадцатый и десятый день испытаний соответственно наблюдается появление единичных пятен ржавчины  $d \sim 1$  мм на поверхностях и торцах окрашенных полиэфирной эмалью элементов конструкции, а также – множественных точек ( $d \sim 0,1$  мм) и потеков коррозии стали в зонах крепления декоративных панелей и направляющих стальными оцинкованными саморезами.

При применении вытяжных заклепок из коррозионностойких сталей коррозионных повреждений не зафиксировано.

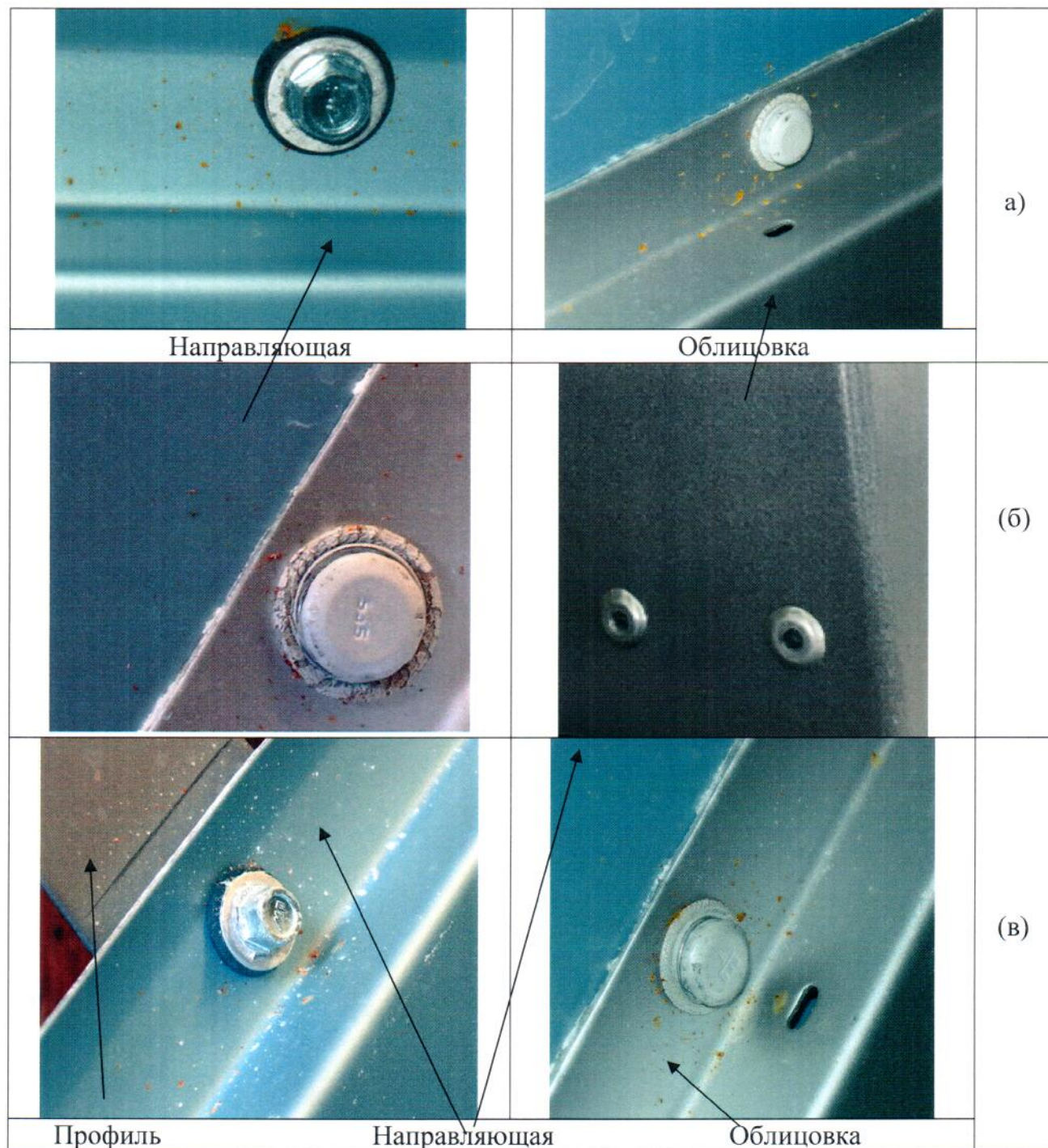


Рис.4. Внешний вид элементов после испытания в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в) в течение 30 суток.



По варианту 1, в результате металлографического анализа установлено, что покрытие на исследуемых окрашенных деталях (рис.5) двухслойное, состоящее из подслоя цинка толщиной 18-20 мкм (1 класса цинкования) и слоя полимерного покрытия, толщина которого на кронштейнах составляет не менее 45 мкм.

По варианту 2, в результате металлографического анализа установлено, что покрытие на исследуемых окрашенных деталях (рис.5) двухслойное, состоящее из подслоя цинка толщиной 10-12 мкм (2 класса цинкования) и слоя полимерного покрытия, толщина которого на кронштейнах составляет ~ 60 мкм.

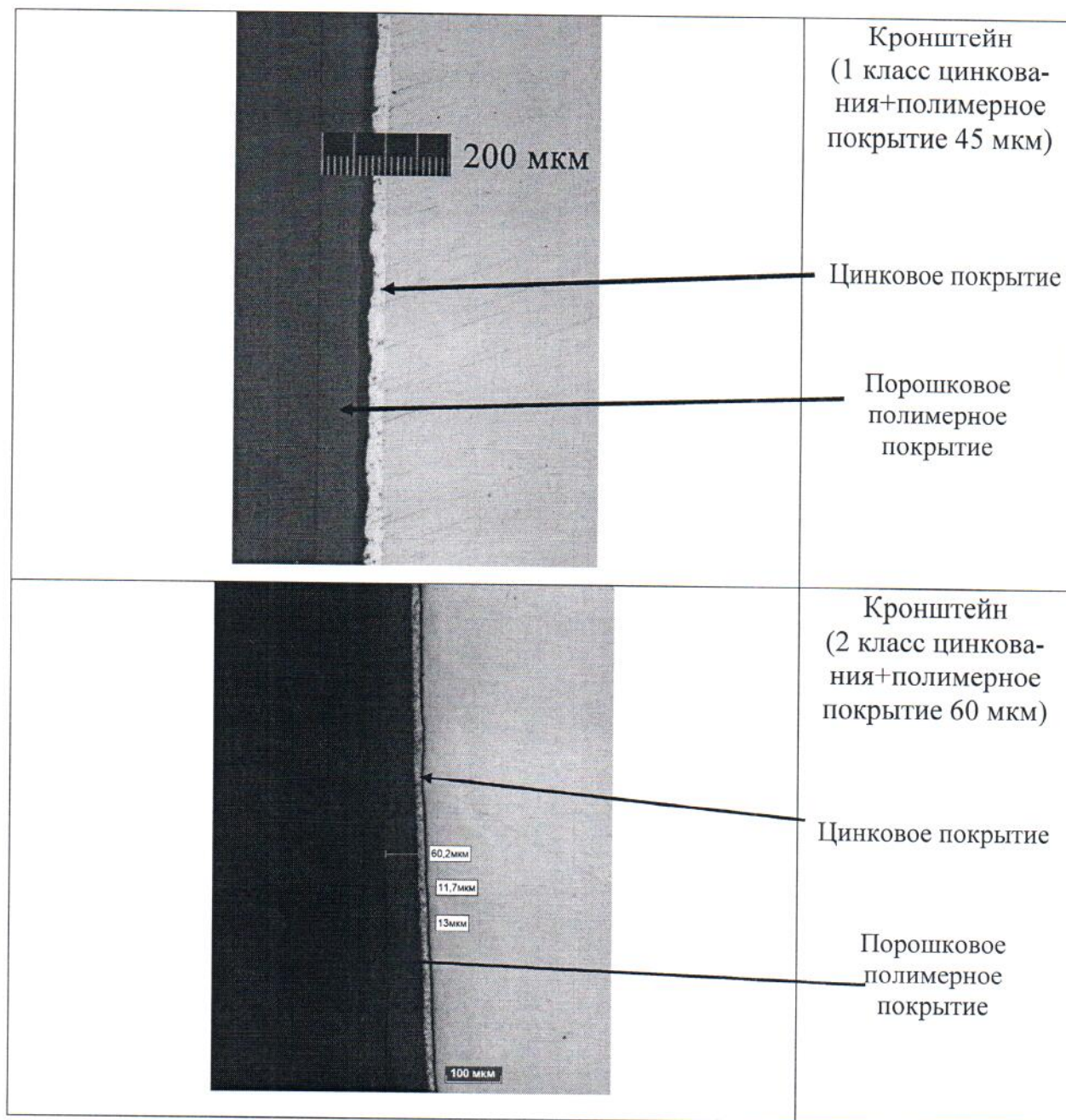


Рис.5. Состояние стальных окрашенных кронштейнов в состоянии поставки.



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

Слой полимерных покрытий обладает высокой адгезией к металлической основе, что подтверждено результатами тестов по «методу решетчатого надреза». В результате исследований на образцах отслаивания покрытия на точках пересечения насечек не выявлено, что соответствует нулевому (наивысшему) 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.

Исследования по определению стойкости покрытия к воздействию климатических внешних факторов проводили по ГОСТ 9.401-91 по методу Б - распространение коррозии от надреза. После воздействия коррозионно-агрессивной атмосферы в зонах царапин после снятия краски коррозионные повреждения не выявлены, что соответствует требованиям ГОСТ, согласно которым распространение коррозии от надреза не должно превышать 2 мм.

Для оценки защитно-декоративных свойств покрытий и определения срока службы проведены ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9.401-91 по методу б. Оценку состояния покрытия в процессе и после испытаний проводили по ГОСТ 9.407-2015 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида».

После 80 циклов испытаний на поверхностях деталей коррозионных повреждений не обнаружено, что соответствует 0 баллу оценки защитных свойств (А30). При оценке декоративных свойств покрытия по ГОСТ 9.407-2015 зафиксировано локальное посветление, что соответствует АД1 (Ц1 – едва различимое изменение цвета).

Покрытие, толщина которого составляет не менее 45 мкм, выдержало более 80 циклов испытаний, что гарантирует с учетом коэффициента ускорения 47 (по ГОСТ 9.401-91 прил. 10) порядка 15 лет в средах слабой агрессивности.

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.



Срок службы системы покрытий по экспертному прогнозу по варианту 1 для цинкового толщиной 18-20 мкм (1 класс цинкования) и полимерного порошкового, толщина которого составляет не менее 45 мкм, неагрессивных и слабоагрессивных средах составит не менее 50 лет.

В средах средней агрессивности срок службы цинкового покрытия 1 класса составит не менее 10 лет, полимерного покрытия толщиной не менее 60 мкм составит порядка 22 лет. Следовательно, с учетом коэффициента 1,7 срок службы вышеуказанного комбинированного покрытия составит  $(8+22) \times 1,7 = 51$  год в условиях умеренного и холодного климата в среднеагрессивной среде по СП 28.13330.2017.

Срок службы системы покрытий по варианту 2 для цинкового (толщиной 10-15 мкм) и полимерного порошкового, толщина которого составляет не менее 60 мкм, покрытия в средах слабой агрессивности составит не менее 50 лет.

В средах средней агрессивности под навесом срок службы цинкового покрытия 2 класса составит не менее 5 лет, полимерного покрытия толщиной не менее 60 мкм составит порядка 22 лет. Следовательно, с учетом коэффициента 1,7 срок службы вышеуказанного комбинированного покрытия составит  $(5+22) \times 1,7 = 45,9$  года в условиях умеренного и холодного климата в среднеагрессивной среде по СП 28.13330.2017.

Таким образом, в результате проведенных испытаний установлено, что в ходе коррозионных испытаний при контроле качества защитных цинкового и полимерного порошкового покрытий на образцах отклонений от норм не выявлено, применяемая система защитных покрытий на низкоуглеродистой стали обеспечивает хорошую коррозионную стойкость металлоконструкций и допускает эксплуатацию навесных фасадных систем в неагрессивной, слабо- и среднеагрессивных средах.

#### **Коррозионностойкие стали.**

**Аустенитные стали.** В соответствии с альбомами технических решений для изготовления несущих конструкций навесных фасадных систем применяются 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  $1000-1150^{\circ}\text{C}$  с быстрым охлаждением. Высокая коррозионная стойкость сталей обусловлена однородной аустенитной структурой и высоким содержанием хрома (~ 18 %), который на поверхности деталей образует защитную пассивную пленку. Однако нарушение режима термообработки может вызвать



снижение коррозионной стойкости: при воздействии внешней среды стальные детали могут приобретать склонность к межкристаллитной коррозии и со временем тускнеть. Особенно сильное потускнение наблюдается в условиях влажной и промышленной сред, что связано с образованием очень тонкой сетки ржавчины по границам зерен кристаллов, получивших склонность к межкристаллитной коррозии.

Скорость общей коррозии исследуемых сталей в условиях воздействия промышленных сред средней агрессивности составляет менее 0,01 мкм/год.

**Хромомарганцевоникелевые стали типа AISI 202 (12X15Г7Н4Д) и AISI 201 (12X15Г9НД)**, в которых никель частично заменен марганцем при сохранении аустенитной структуры (микроструктура материала представляет собой  $\gamma$ - твердый раствор аустенита). Марганец относится к элементам, не склонным к пассивации, поэтому скорость коррозии вышеуказанных сталей определяется содержанием в них хрома.

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, стали хромоникелевые AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T), AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10) и хромомарганцевоникелевые AISI 202 и AISI 201 стали аустенитного класса рекомендуется использовать для изготовления несущих конструкций и кляммеров в навесных фасадных системах в условиях сред слабой и средней степеней агрессивности сроком не менее 50 лет.

**Ферритные стали.** Для изготовления деталей несущих конструкций применяются коррозионностойкие стали ферритного класса AISI 430 (12X17). Основу структуры сталей составляет коррозионно-неустойчивое  $\alpha$ -железо, взаимодействие которого с внешней атмосферой приводит к образованию пленки продуктов коррозии.

Сталь AISI 430 (X17) имеет низкую стойкость к питтинговой коррозии (ПК) в хлоридсодержащих средах. ПК один из опасных видов коррозионного разрушения, характерного для условий, когда пассивное состояние может частично нарушено.

Стали 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 средней степени агрессивности сроком не менее 50 лет.

Крепежные элементы (заклепки, самонарезающие винты и фасадные анкера), используемые для соединения деталей НФС, изготовлены из коррозионностойких сталей А2 (Х18Н10 - возможно легирование медью, молибденом, титаном и т.д.) сроком не менее 50 лет.

В средах неагрессивной, слабой и средней агрессивности в системе возможно использование заклепок, самонарезающих винтов и фасадных анкеров, изготовленных из углеродистой стали с дополнительными антикоррозионными покрытиями, рекомендованными ФЦС.

Таким образом, с учетом проведенных исследований и требований СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85) предлагаемые технические решения обеспечивают защиту от коррозии элементов несущих конструкций навесных фасадных систем в условиях неагрессивных, слабо- и среднеагрессивных сред.

### **Выводы**

1. Металлические элементы навесных фасадных систем, разработанные ООО «Компания Металл Профиль», устойчивы к атмосферной коррозии в неагрессивной, слабоагрессивной и среднеагрессивной средах в соответствии с СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85).

2. В результате проведенного анализа установлено, что несущие конструкции навесных фасадных систем, изготовленные по варианту 1 из оцинкованной (18-20мкм) 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. Срок службы несущих конструкций навесных фасадных систем, изготовленных из оцинкованных сталей (1 класс цинкования) с дополнительным полимерным порошко-



вым покрытием толщиной не менее 60 мкм в средах средней агрессивности составит не менее 50 лет.

4. Элементы навесных фасадных систем, изготовленные по варианту 2 из оцинкованной (10-15 мкм) и окрашенной (не менее 60 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 40 лет.

5. Несущие конструкции системы, изготовленные из низкоуглеродистых оцинкованных 1 и 2 классов сталей, могут эксплуатироваться в условиях неагрессивных и слабоагрессивных сред в течение не менее 30 и 15 лет соответственно.

6. 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 несущих конструкций для эксплуатации сроком не менее 50 лет в средах слабой и средней агрессивности.

7. Стали типа AISI 430 рекомендуется использовать для изготовления направляющих, кронштейнов и кляммеров в навесных фасадных системах для эксплуатации в средах слабой и средней агрессивности сроком не менее 50 лет.

8. В процессе эксплуатации в среднеагрессивной среде с повышенным содержанием хлоридов необходимо предусмотреть обязательную периодическую (1 раз в 10 лет) выборочную экспертную оценку состояния металлоконструкций, изготовленных из оцинкованных окрашенных сталей и сталей типа AISI 430, для определения степени и характера коррозионных повреждений с учетом изменения коррозионной агрессивности среды для конкретного климатического района.

9. Срок службы стальных облицовок, используемых для навесных фасадных систем, в данном заключении не рассматривался, так как данные исследования были проведены ранее и имеются соответствующие Заключения.

10. Вариант исполнения несущих конструкций навесных фасадных систем, изготовленных из оцинкованной стали с дополнительным полимерным порошковым покрытием (или без него) или коррозионностойких сталей выбирается согласно проекта в зависимости от условий эксплуатации и рекомендациями ФЦС.

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



**АКТ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ № 01/2019**  
для проведения сертификационных испытаний  
от **21.02.2019**

на исследование коррозионной стойкости и долговечности несущих конструкций навесных фасадных систем, разработанных ООО «Компанией Металл Профиль»

обозначение нормативных документов (ГОСТы, НПБ и др.)

Адрес: 125212, г. Москва, ул. Адмирала Макарова, д.29. ОГРН: 1117746818111. Телефон: +74952256151. Факс: +74952256151. E-mail: [mp@metallprofil.ru](mailto:mp@metallprofil.ru), научным сотрудником «МИСиС» А.Ф. Ковалевым

должность, инициалы, фамилия лица, уполномоченного на отбор образцов

отобраны образцы продукции, изготовленной по ТУ 5285-002-37144780-2012, и принятой службой качества  
ИД (технические условия, ТД изготовителя и т.п.)

Отобранные образцы по конструкции, составу и технологии изготовления идентичны продукции, поставляемой потребителю.

NN п/п	Наименование продукции	Ед. изм.	№ партии	Размер партии (количество)	Дата изготовле ния	Количество (масса) отобранных образцов	
						для испытаний	контроль- ных
1.	Фрагмент фасада "ВФ МП"	Шт.	-	-	15.02.19		
2.	Фрагмент фасада "ВФ МП ФЦ, НК, КП"						
3.	Фрагмент фасада "ВФ МП М" для крепления в межэтажные перекрытия						

Отбор образцов производится в соответствии с решением по заявке № 0010-РЗ/Дб от 11.02.19

Отобранные образцы упаковываются согласно технической документации

или этикетки

маркируются этикеткой «МИСиС»

или маркировки

комплекуются документацией Альбомы технических решений: ВФ МП; ВФ МП ФЦ, НК, КП и ВФ МП М. Инструкция по сборке

паспорт качества, ТУ, ГОСТ, технические характеристики

и передаются в ОС в соответствии с условиями договора (контракта) № Доп.соглашение №2 от 21.02.19 к Договору №074/18-501 от «07» июня 2018

Условия хранения (складские)

Испытанные образцы подлежат утилизации

Контрольные образцы подлежат ответственному хранению у заказчика

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ**

1. Наименование продукции, тип (марка) и т. п. Конструкции навесных фасадных систем с воздушным зазором ВФ МП ; ВФ МП ФЦ, НК, КП и ВФ МП М ( для крепления в межэтажные перекрытия)

2. Наименование страны-изготовителя Россия

3. Наименование фирмы-изготовителя, юридический (фактический) адрес ООО "Компания Металл Профиль". Адрес: 125212, г. Москва, ул. Адмирала Макарова, д.29. ОГРН: 1117746818111. Телефон: +74952256151. Факс: +74952256151. E-mail: [mp@metallprofil.ru](mailto:mp@metallprofil.ru)

4. Коды: ОК 034-2014 (ОКПД2) 25.11.23 ТНВЭД \_\_\_\_\_

5. Дополнительная информация (при необходимости) \_\_\_\_\_

Представленная продукция идентифицирована (не может быть идентифицирована) с образцом и (или) ее описанием

Подписи участников отбора

Научный сотрудник «МИСиС»

А.Ф. Ковалев

м.п.

**ОЗНАКОМЛЕН**

Ведущий технический специалист

ООО «Компания Металл Профиль» Ачкасова Ю.А.

представитель изготовителя

м.п.

