

«Утверждаю»

Генеральный директор
ООО «ЭкспертКорр-МИСиС»



Казакевич А. В.

10.12.2007

Заключение № Э1-46/07

**«Оценка коррозионной стойкости и долговечности
материалов и элементов фасадной системы NFT-SL Rapid»**

Заявитель	ООО "ВД ФАССАДЕНБАУ"
Основание для проведения испытаний	Письмо-заявка от 14.10.07 Договор № Э1-46/07 от 31.10.07
Акт отбора образцов	от 1.11.2007
Дата проведения испытаний	начало 6 ноября 2007 г. окончание 6 декабря 2007 г.
Задачи испытаний	Проверить качество и дать оценку коррозионного состояния материалов фасадных системы NFT-SL Rapid при воздействии различных экспериментальных атмосфер
Испытательное оборудование	- камера влажности; - камера сернистого газа; - камера соляного тумана; - камера для испытаний на склонность к МКК; - установка для локального спектрального анализа; - металлографический комплекс
Образцы	Фрагменты системы, состоящие из: 1. – направляющих, кронштейнов (несущих и поддерживающих) и удлинителей кронштейнов, изготовленных из неанодированных алюминиевых сплавов типа 6063 и АМг2; – болтов из коррозионностойкой стали. 2. – горизонтальных профилей и аграф, изготовленных из алюминиевого сплава типа 6063; – фиксаторов и каилов из коррозионностойкой стали.
Результаты испытаний	Приложения 1-3
Результаты исследований	Заключение № Э1-46/07

Работа проводилась по договору № Э1-46/07 от 31 октября 2007 г.

На исследование поступили фрагменты навесной фасадной системы (НФС) NFT-SL Rapid, состоящие из:

- направляющих, кронштейнов, горизонтальных профилей и аграф, изготовленных из алюминиевых сплавов;
- болтов, фиксаторов и каилов из коррозионностойкой стали.

Отбор и изготовление образцов проводился представителями Заказчика.

Цель работы: проверить качество и дать оценку коррозионного состояния деталей навесной фасадной системы NFT-SL Rapid.

При исследовании были выполнены следующие работы:

- ускоренные коррозионные испытания;
- испытания на межкристаллитную коррозию (МКК);
- спектральный анализ;
- анализ внешнего состояния поверхности деталей конструкции;
- металлографический анализ.

Проведение ускоренных коррозионных испытаний

Испытания проводились в течение 30 суток в климатических камерах, имитирующих различные атмосферные условия в соответствии с ГОСТ 9.308-85:

- в камере влажности - имитация чистой атмосферы (при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ С);
- в камере сернистого газа - имитация промышленной атмосферы (при относительной влажности 98%, температуре в камере 40⁰ С и воздействии SO₂);
- в камере соляного тумана – имитация приморской атмосферы (периодическое распыление 3% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ С).

Результаты испытаний представлены в протоколах (прил. 1-3).

Для выявления склонности алюминиевых сплавов к межкристаллитной коррозии проводились дополнительные ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9.021-74 «ЕСЗКС. Алюминий и сплавы алюминиевые. Методы ускоренных испытаний на межкристаллитную коррозию». Алюминиевые кронштейны выдерживались в течение суток в растворе, содержащем 3%-ный хлористый натрий и 1%-ную соляную кислоту, при температуре 20 °С. Образцы после испытания на склонность к МКК исследовались металлографически (на шлифах).

Анализ результатов исследования

В результате *спектрального анализа* установлено, что материал исследуемых деталей, взятых выборочно, соответствует для направляющих и кронштейнов – алюминиевому сплаву типа 6063, для удлинителей кронштейнов – сплаву АМг2 (прил. 4).

Исследование *внешнего состояния поверхностей* деталей проводилось визуально и методом оптической фрактографии с использованием бинокулярного микроскопа МБС-200.

В результате анализа установлено, что после испытаний в атмосферах влажности (рис. 1 а) и сернистого газа (рис. 1 б, в) в течение 30 суток на поверхностях кронштейнов, направляющих, горизонтальных профилей и аграф наблюдается незначительное помутнение и единичные пятна серого цвета, характерные для поверхностной коррозии алюминиевых сплавов. После воздействия атмосферы соляного тумана кроме поверхностной коррозии в виде пятен темно-серого цвета, площадь повреждения которых составляет до ~30%, также выявлены множественные точки, типичные для питтинговой коррозии алюминия в хлорсодержащих средах (рис. 1г).

Болты и каилы из коррозионностойкой стали не претерпели видимых изменений во всех лабораторных атмосферах (рис. 1б, в).

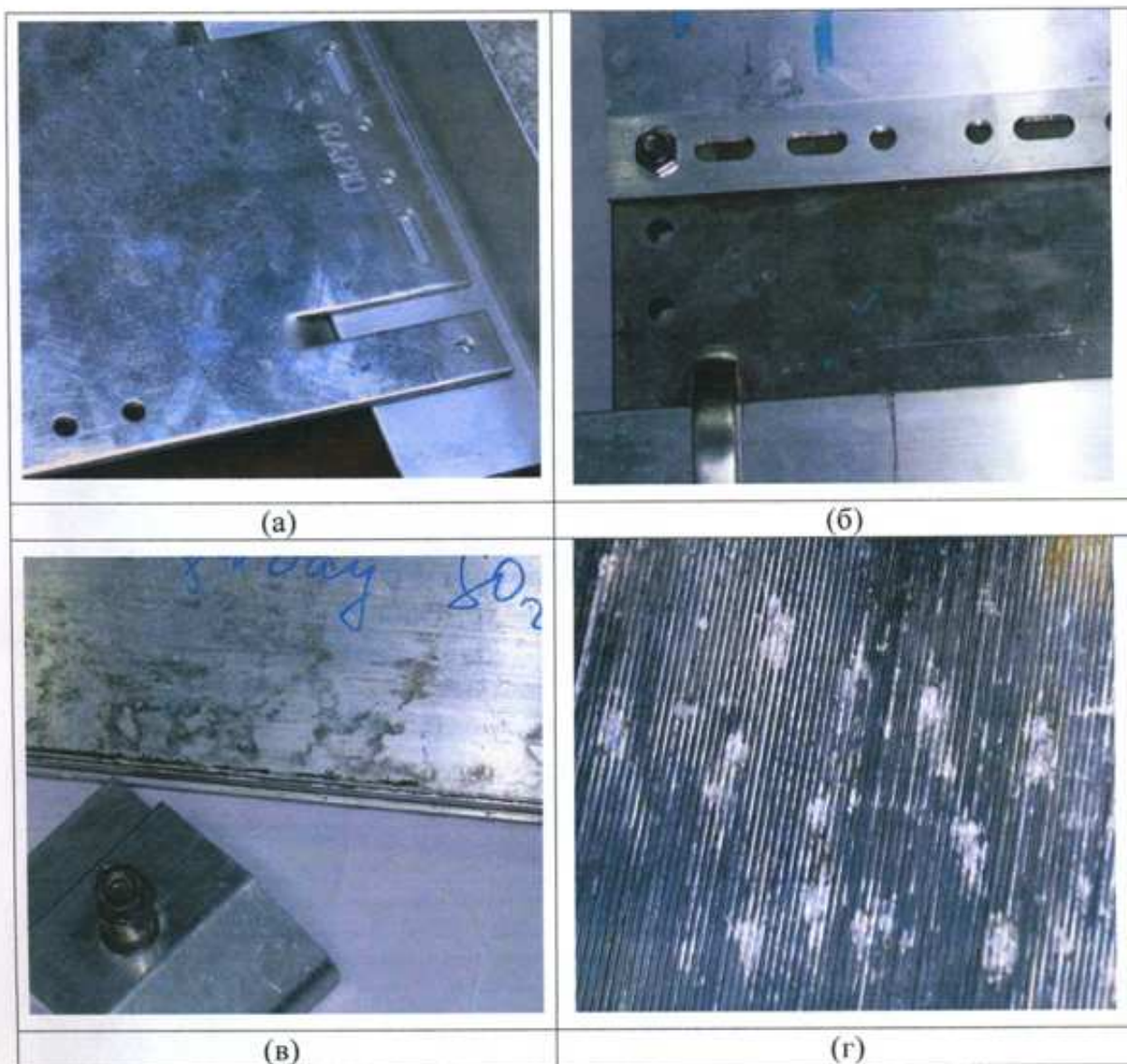


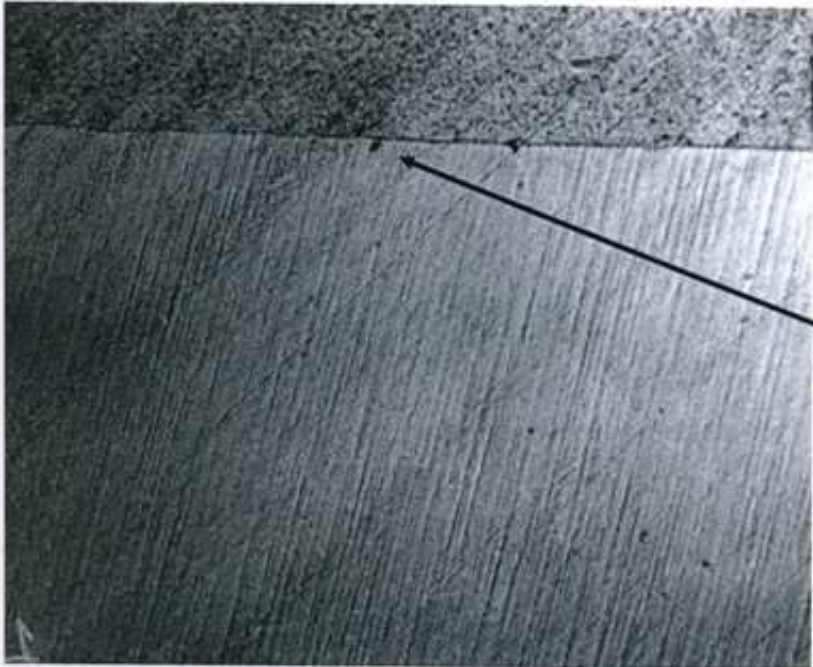
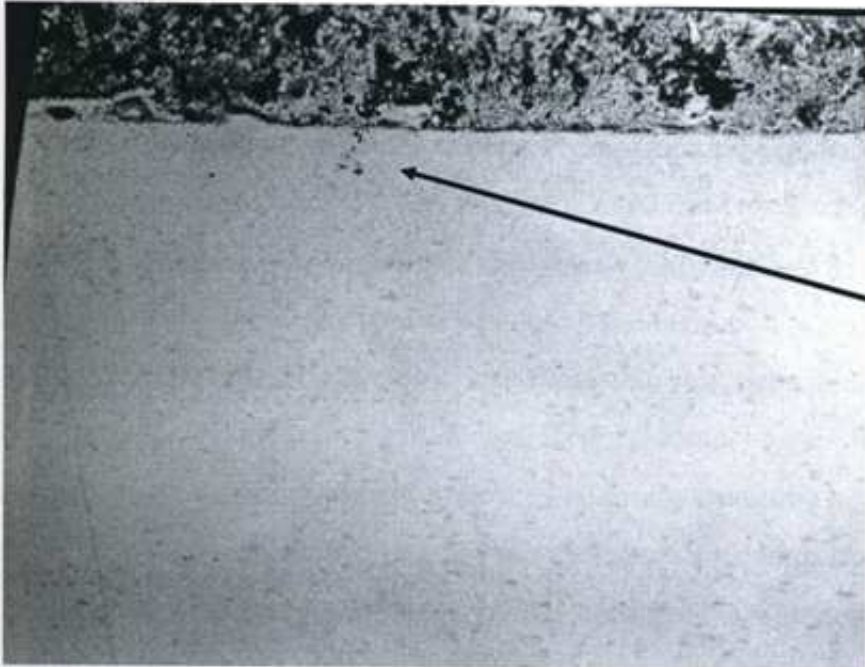
Рис.1 Внешний вид алюминиевых деталей после испытаний в камерах влажности (а), сернистого газа (б,в) и соляного тумана (г) в течение 30 суток.

С целью оценки состояния материала исследуемых деталей вблизи поверхностей, а также определения глубины и характера коррозионных повреждений проводился *металлографический анализ*.

Исследование проводилось на направляющих, горизонтальных профилях и кронштейнах, взятых выборочно, после испытаний в течение 30 суток в камерах сернистого газа и соляного тумана, а также на кронштейнах после испытания на склонность к межкристаллитной коррозии (МКК). Шлифы были приготовлены как в зоне контакта с болтами из коррозионностойкой стали, так и вдали от них.

В результате проведенного анализа установлено, что в материале **кронштейнов** после испытаний на склонность к межкристаллитной коррозии выявлены

лишь единичные язвы, глубина которых составляет до 5 мкм (рис.2а). После выдержки в камере сернистого газа на **горизонтальных профилях** обнаружены локальные трещины межкристаллитной коррозии глубиной до 75 мкм (рис.2б,в).

	<p>Алюминиевый кронштейн</p> <p>Коррозионные язвы</p> <p>(а)</p>
	<p>Алюминиевый горизонтальный профиль</p> <p>Трещины МКК</p> <p>(б)</p>

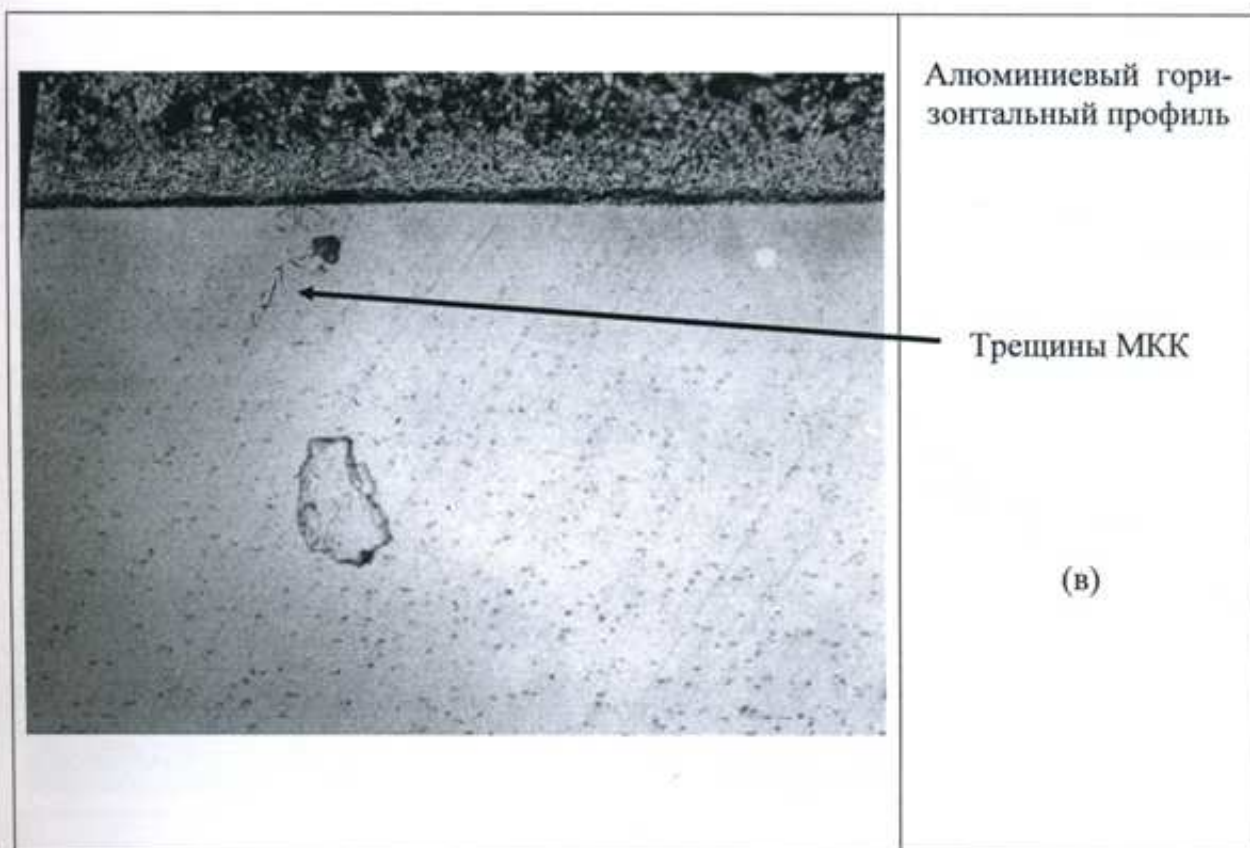
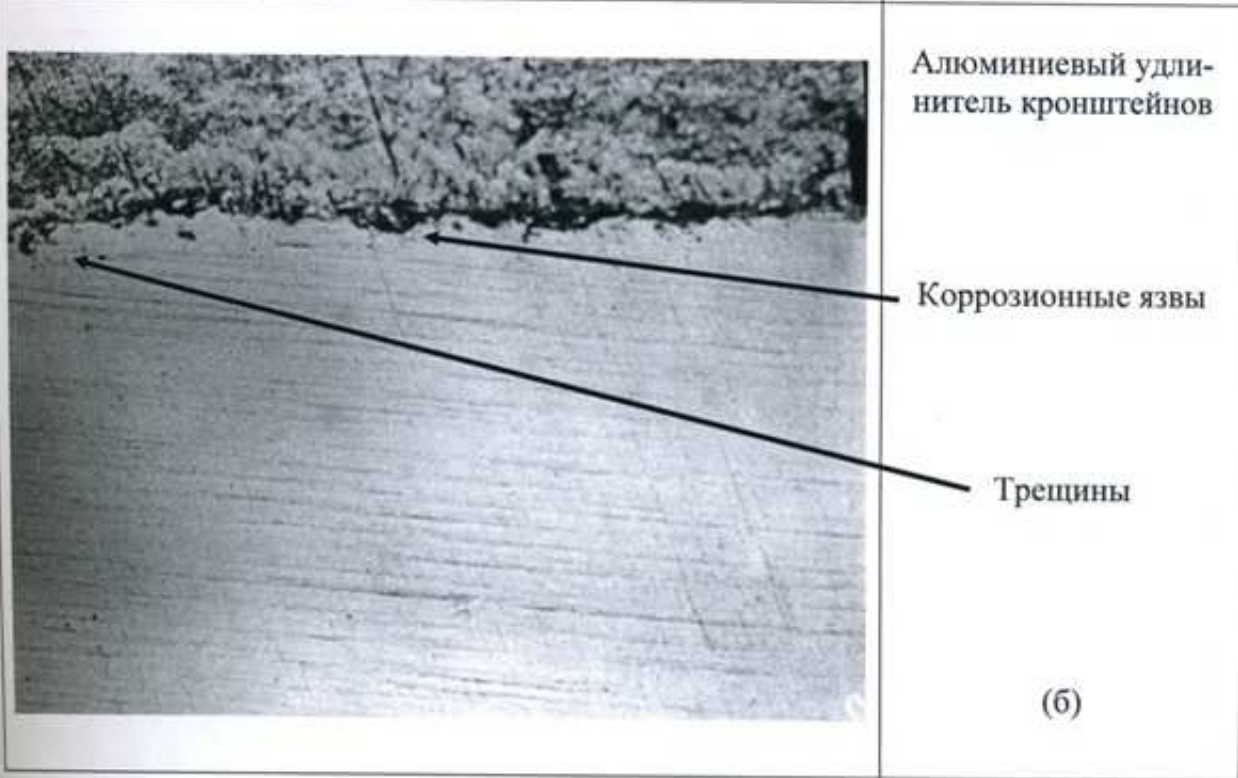
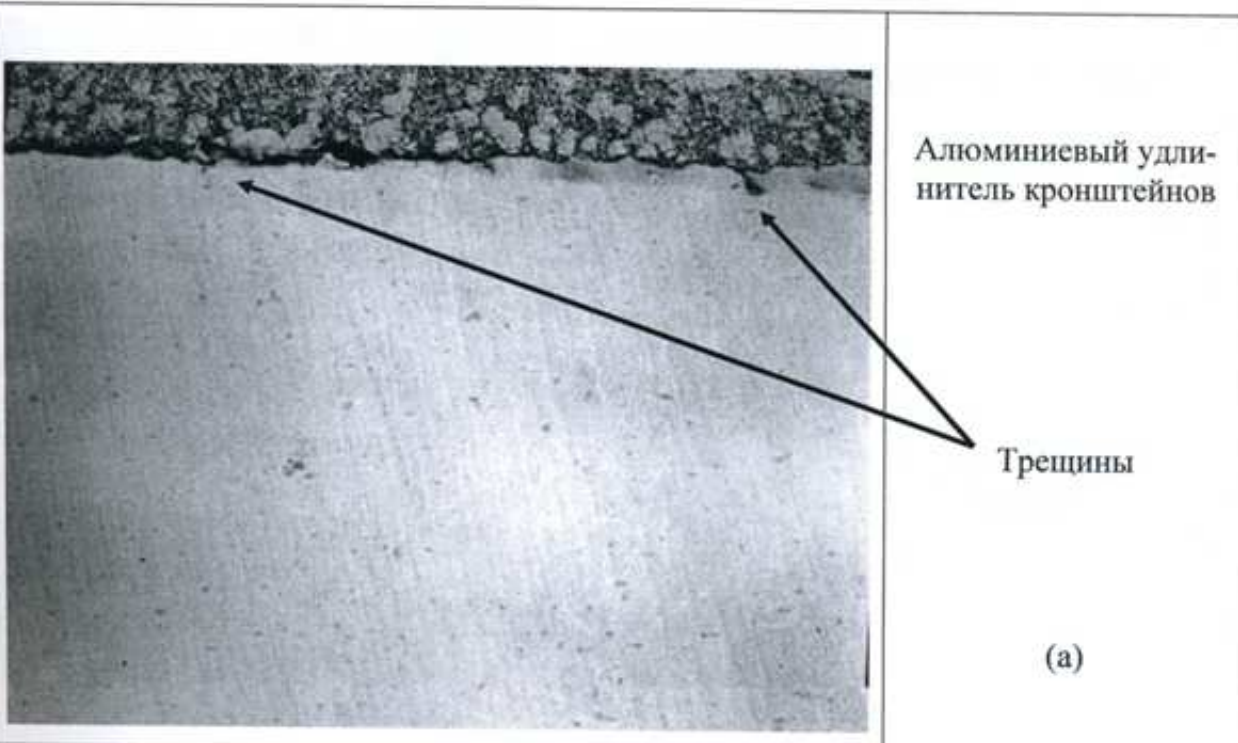
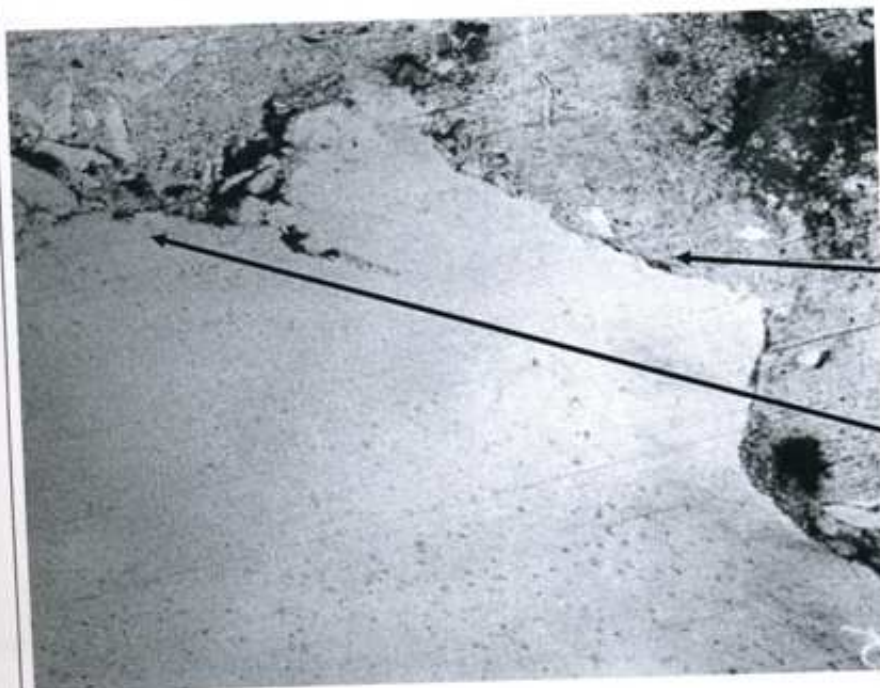


Рис. 2. Состояние материала алюминиевых кронштейнов (а) и горизонтальных профилей (б, в) после испытаний на склонность к МКК (а) и в камерах сернистого газа (б, в) в течение 30 суток, $\times 200$.

В зоне контакта алюминиевых кронштейнов с болтами из коррозионностойкой стали после испытаний в камере сернистого газа выявлены множественные язвенные повреждения и мелкие трещины глубиной до 7 мкм (рис.3а,б). Аналогичные повреждения обнаружены в материале направляющих (рис.3в, г) и кронштейнов (рис.3д) после воздействия атмосферы соляного тумана.

Использование контактов коррозионностойкая сталь – алюминиевые сплавы относительно безопасно лишь в слабоагрессивных средах. В агрессивных промышленных атмосферах коррозионностойкие стали склонны усиливать коррозию алюминиевых сплавов. Поэтому в случае применения для длительной эксплуатации данного соединения участки контактов должны быть надежно изолированы.



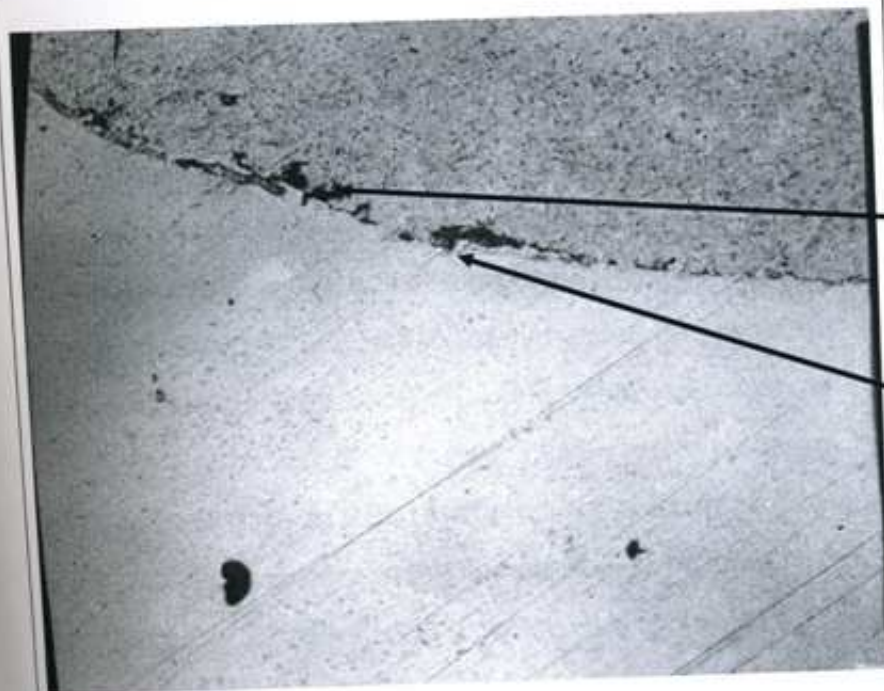


Алюминиевая направ-
ляющая

Коррозионные язвы

Трещины

(в)



Алюминиевая направ-
ляющая

Коррозионные язвы

Трещины

(г)

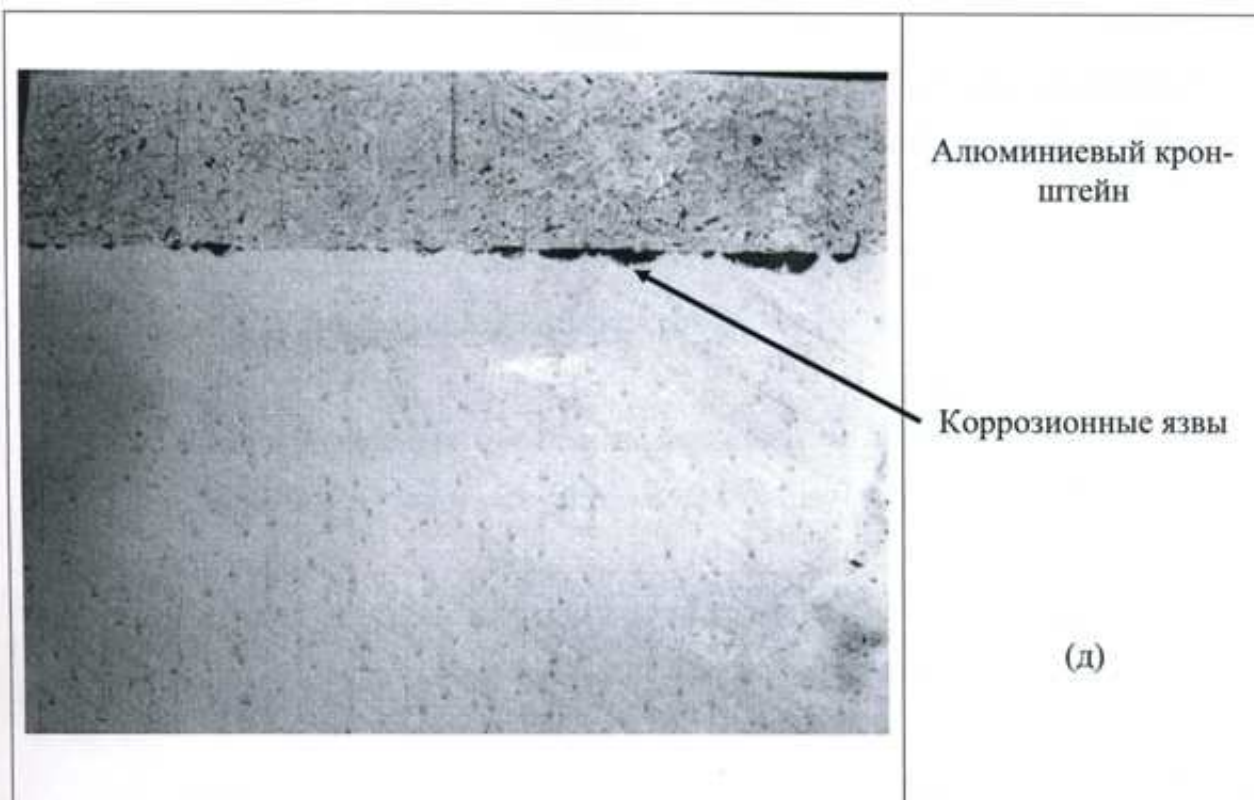


Рис. 4. Состояние материала алюминиевых кронштейнов (а, б, д) и направляющих (в, г) в зоне контакта с болтами из коррозионностойкой стали после испытаний в камерах сернистого газа (а, б) и соляного тумана (в-д).

Таким образом, по результатам исследований установлено, что скорость коррозии, аппроксимированная на длительный срок эксплуатации, составляет $\sim 0,6-0,8$ мкм для исследованного неанодированного алюминиевого сплава типа 6063 и $\sim 0,4-0,6$ – для сплава АМг2 (при условии обнаружения лишь общей коррозии без признаков межкристаллитной). Вследствие незначительной склонности к МКК сплава типа 6063, использованного для изготовления кронштейнов и направляющих, их допустимо использовать для изготовления деталей фасадной системы NFT-SL Rapid. Вследствие обнаруженных коррозионных повреждений в горизонтальных профилях, возникших под действием атмосферы, содержащей сернистый газ, можно прогнозировать безремонтный срок службы несущей конструкции системы в городской промышленной атмосфере **средней агрессивности** не более 30 лет. Для увеличения долговечности системы необходимо учитывать требования СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» в части применения дополнительного анодирования и окрашивания алюминиевых конструкций при условии их эксплуатации в среднеагрессивной атмосфере.

Выводы

1. В результате испытаний (проведенных без учета механических нагрузок), оценки качества и скорости коррозии материалов элементов НФС «NFT-SL Rapid» установлено, что система относительно устойчива к атмосферной коррозии и может эксплуатироваться:

- в условиях промышленной атмосферы средней агрессивности сроком не более 30 лет;
- в условиях слабоагрессивной атмосферы сроком до 50 лет;
- в условиях среднеагрессивной приморской городской атмосферы сроком до 20 лет.

2. Для увеличения сроков эксплуатации системы в вышеуказанных атмосферах рекомендуется использовать алюминиевые сплавы типа 6063 и АМг2 с защитными антикоррозионными покрытиями.

3. При использовании в системе деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов 6063 и АМг2 с наличием анодного слоя толщиной 20-25 мкм, система «NFT-SL Rapid» может эксплуатироваться:

- в условиях промышленной атмосферы средней агрессивности сроком до 40 лет;
- в условиях слабоагрессивной атмосферы сроком до 50 лет;
- в условиях приморской городской атмосферы средней агрессивности сроком до 25 лет.

4. Применение после анодирования дополнительного окрашивания (например, полиэфирными или полиуретановыми композициями) позволит увеличить допустимый срок эксплуатации на 15-25 %.

5. Для снижения вероятности межкристаллитной коррозии алюминиевых деталей при контакте с винтами из коррозионностойкой сталью рекомендуется использовать дополнительные шайбы из анодированного алюминиевого сплава.

6. Анализ результатов относится только к испытанным деталям без учета воздействия других элементов строительных конструкций.

Эксперты



Волкова О.В.



Обухова Т.А.

Протокол осмотра
 Расположение зон осмотра фрагментов

- 1 – алюминиевые направляющие;
- 2 – алюминиевые кронштейны;
- 3 – болты из коррозионностойкой стали;
- 4 – горизонтальный профиль.

Приложение 1

Зоны (№)	Коррозионное состояние фрагментов НФС						
	Время испытаний в камере влажности, сутки						
1	2	5	7	15	20	25	30
2	Помутнение поверхностей						
3	Помутнение поверхностей						
4	Помутнение поверхностей						

Приложение 2

Зоны (№)	Коррозионное состояние фрагментов НФС						
	Время испытаний в камере сернистого газа, сутки						
1	2	5	7	15	20	25	30
2	Пятна серого цвета поверхностной коррозии (20%)						
3	Пятна и разводы белого цвета						
4	Темный налет локальными пятнами на 40%						

Зоны (№)		Коррозионное состояние фрагментов НФС						
		Время испытаний в камере соляного тумана, сутки						
		2	5	7	15	20	25	30
1	Помутнение поверхностей		Помутнение поверхностей	Единичные темные пятна и локальные питтинговые повреждения с объемными продуктами коррозии алюминия	Единичные темные пятна темно-серого цвета	Единичные темные пятна (20% площади поверхности)		
2	Помутнение поверхностей		Помутнение поверхностей	Единичные темные пятна и множественные питтинговые повреждения с объемными продуктами коррозии алюминия	Единичные темные пятна серого цвета.	Темные пятна (20% площади поверхности), потеки белого цвета около болтов		
3					Без изменений			
4	Без изменений		Без изменений	Помутнение поверхностей, питтинговые повреждения		Множественные пятна серого цвета 2мм		

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ ХС-00408-07

Материал: детали NFT-SL Rapid

Число образцов: 3

Шифр: « сплав Al »

Пробоотбор: выполнен Исполнителем.

Цель испытания: определение химического состава образцов.

Аналитические приборы: атомно-эмиссионный спектрометр «SpectrolabS, установка локального спектрального анализа.

Контроль правильности: посредством анализа стандартных образцов.

Результаты анализа:

Элемент	Среднее содержание, масс.% *)		
	Направляющая	Кронштейн	Удлинитель кронштейна
Al	Основа	Основа	Основа
Fe	0,35	0,37	0,40
Si	0,31	0,32	0,24
Mg	0,42	0,46	2,52
Mn	0,06	0,08	0,28
Ti	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен
Zn	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен
Cu	Не обнаружен	Не обнаружен	Не обнаружен

*) Средний результат из трех параллельных определений.

Материал направляющих и кронштейнов по содержанию легирующих элементов соответствует сплаву 6063.

Материал удлинителей кронштейнов по содержанию легирующих элементов соответствует сплаву АМг2.

Директор «ЭкспертКорр-МИСИС»

к.т.н.

Дата: 21.10.2007



Казакевич А.В.