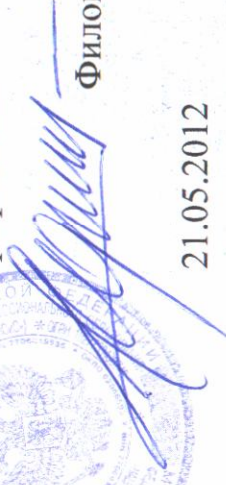


«Утверждаю»



Проректор,

проф., д.т.н.



Филонов М. Р.

21.05.2012

Заключение № 021/12-503

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности
материалов узлов крепления навесной фасадной системы
с воздушным зазором СОЮЗ-9000»**

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

инженер, к.х.н



Сафонов Иван Александрович

научный сотрудник



Шевейко Ольга Владимировна

научный сотрудник



Ковалев Александр Федорович

Заявитель	ООО «Союз-Про»
Основание для проведения испытаний	Письмо-заявка № 23 от 10 мая 2012г
Задачи испытаний	Дать оценку устойчивости к атмосферной коррозии материалов и элементов фасадной системы “СОЮЗ-9000”
Описание элементов системы	Кронштейны (КМК - изготовлен с применением сварки, К, КУ, КН) и профили (ВС, ВП, ВПУ, ПГ, ПЗ, ПЗ г) изготовлены из: 1) окрашенной оцинкованной стали; 2) коррозионностойких сталей марок: - AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T); - AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10); - AISI 202 (12X15Г7Н4Д)/ AISI 201 (12X15Г9НД); - AISI 430 (12X17). Кляммеры из окрашенных коррозионностойких сталей марок: - AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T); - AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10); - AISI 202 (12X15Г7Н4Д)/ AISI 201 (12X15Г9НД). - анкерные болты, изготовленные из оцинкованной или коррозионностойкой сталей.
Результаты исследований	Заключение № 021/12-503



Для анализа материалов, применяемых для изготовления навесных фасадных систем (НФС) "СОЮЗ-9000", на предмет оценки их коррозионной стойкости были использованы следующие материалы и документы:

1. Альбом конструктивных решений «Навесные вентилируемые фасадные системы "СОЮЗ -9000" с воздушным зазором».
2. Альбом общих конструктивных решений «Навесная фасадная система "СОЮЗ -9000" с воздушным зазором, минералватным утеплителем, с каркасом из стальных оцинкованных окрашенных профилей или из коррозионно-стойкой стали, облицовкой плитами из керамогранита и натурального камня».
3. ГОСТ 9.039-74 «Коррозионная агрессивность атмосферы».
4. ГОСТ 4986-79 «Лента холоднокатаная из коррозионно-стойкой и жаростойкой стали. Технические условия».
5. 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".
6. ГОСТ 30246-94 «Прокат тонколистовой рулонный с защитно-декоративным лакокрасочным покрытием для строительных конструкций».
7. ГОСТ 9.401-91 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов».
8. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Цель работы: оценка коррозионной стойкости и долговечности материалов деталей навесных фасадных систем "СОЮЗ-9000".

Анализ результатов исследования

В соответствии с данными, представленной технической документации, используемые фасадные системы предназначены для решения комплексных задач по облицовке и утеплению наружных стен зданий и сооружений различного назначения. Облицовочные панели выполнены из керамического гранита или натурального камня.



В соответствии с ГОСТ 15150-69 условия эксплуатации фасадной системы соответствуют У2 (условия умеренного климата, под навесом) при воздействии воздушных сред разной степени агрессивности по СНиП 2.03.11-85.

Основные узлы подконструкции системы "СОЮЗ-9000" (рис.1) состоят из:

1. Кронштейнов (КМК - изготовлен с применением сварки, К, КН, КУ, КМКУ) и профилей (ВС, ВП, ВПУ, ПГ, ПЗ, ПЗ г), изготовленных в двух вариантах исполнения:

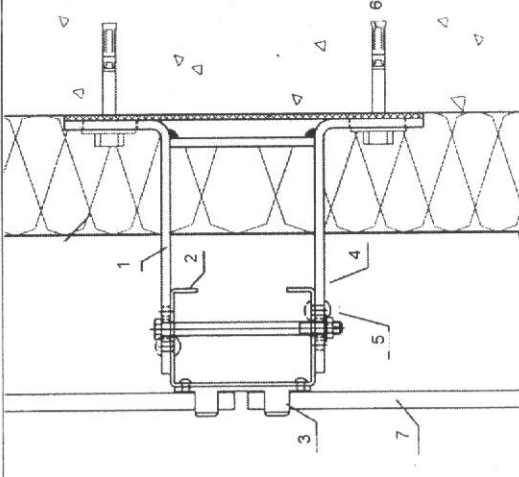
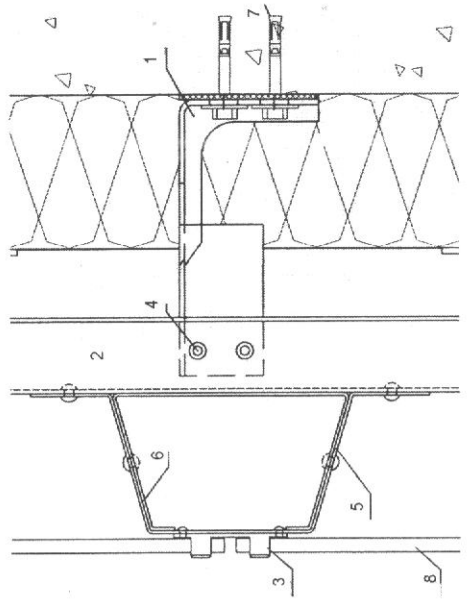
- из низкоуглеродистых оцинкованных окрашенных сталей;

- коррозионностойких сталей AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T); AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10); AISI 430 (12X17), AISI 403 (08X18T1).

2. Кляммеров из коррозионностойких окрашенных сталей AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T); AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10).

3. Заклепок из коррозионностойкой стали А2.

4. Анкерных дюбелей крепления кронштейнов из коррозионностойких (А2 или А4) или оцинкованных сталей.

	Вертикальный стык керамогранитных плит (горизонтальный разрез) 1. Кронштейн КМК 2. Профиль ВС 3. Кляммер основной КО 4. Закlepка (самонарезающий винт) 5. Крепежный элемент 6. Тарельчатый дюбель 7. Керамогранитная плита (а)
	Вертикальный стык керамогранитных плит (горизонтальный разрез) 1. Кронштейн КН 2. Профиль ПЗ 3. Кляммер основной КО 4. Закlepка (самонарезающий винт) 5. Профиль ВПУ 6. Промежуточный элемент 7. Анкерный дюбель (б)

for

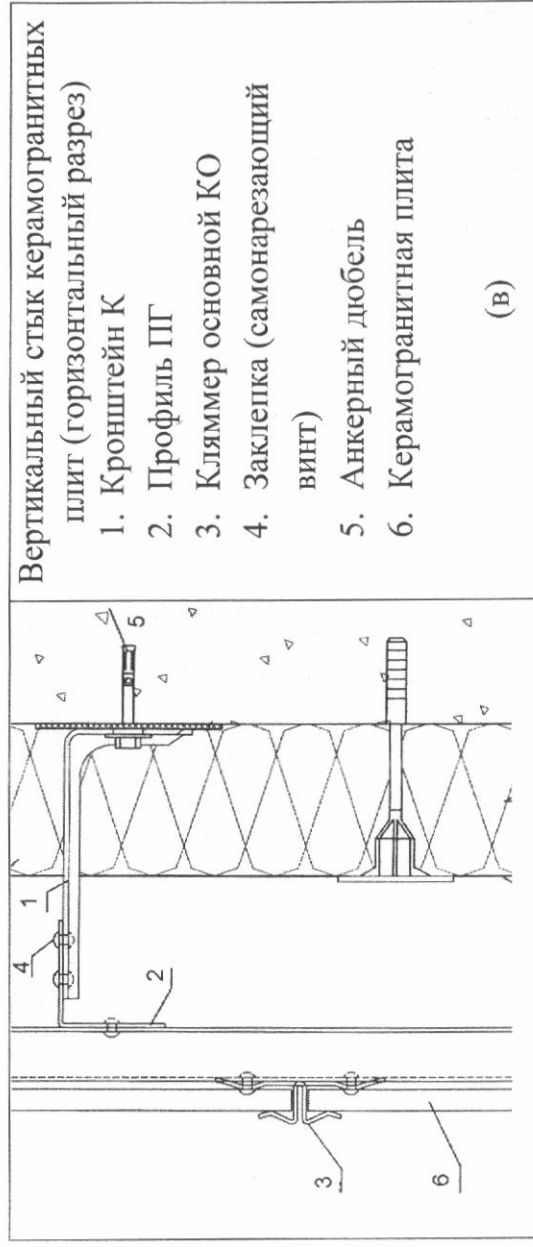


Рис.1. Основные узлы навесной фасадной системы "СОЮЗ-9000".

Экспертиза технических решений по антикоррозионной защите металлических элементов фасадной системы проведена в соответствии со СНиП 2.03.11-85.

Оцинкованная окрашенная сталь. В соответствии с данными, представленными в технической документации, **профили и кронштейны** фасадной системы «СОЮЗ-9000» выполнены из листовой низкоуглеродистой (08пс) оцинкованной стали 2-го класса по ГОСТ 14918-80 с дополнительным атмосферостойким полимерным покрытием толщиной 60-80 мкм.

В результате исследования поверхностей окрашенных элементов системы в состоянии поставки установлено, что по внешнему виду покрытие ровное, однородное, глянцевое, без потеков и механических включений.

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

В результате анализа установлено, что покрытие на исследуемых окрашенных деталях (рис.2) двухслойное, состоящее из слоев цинка толщиной 18-25 мкм и лакокрасочного покрытия толщиной ~ 80 мкм.

for

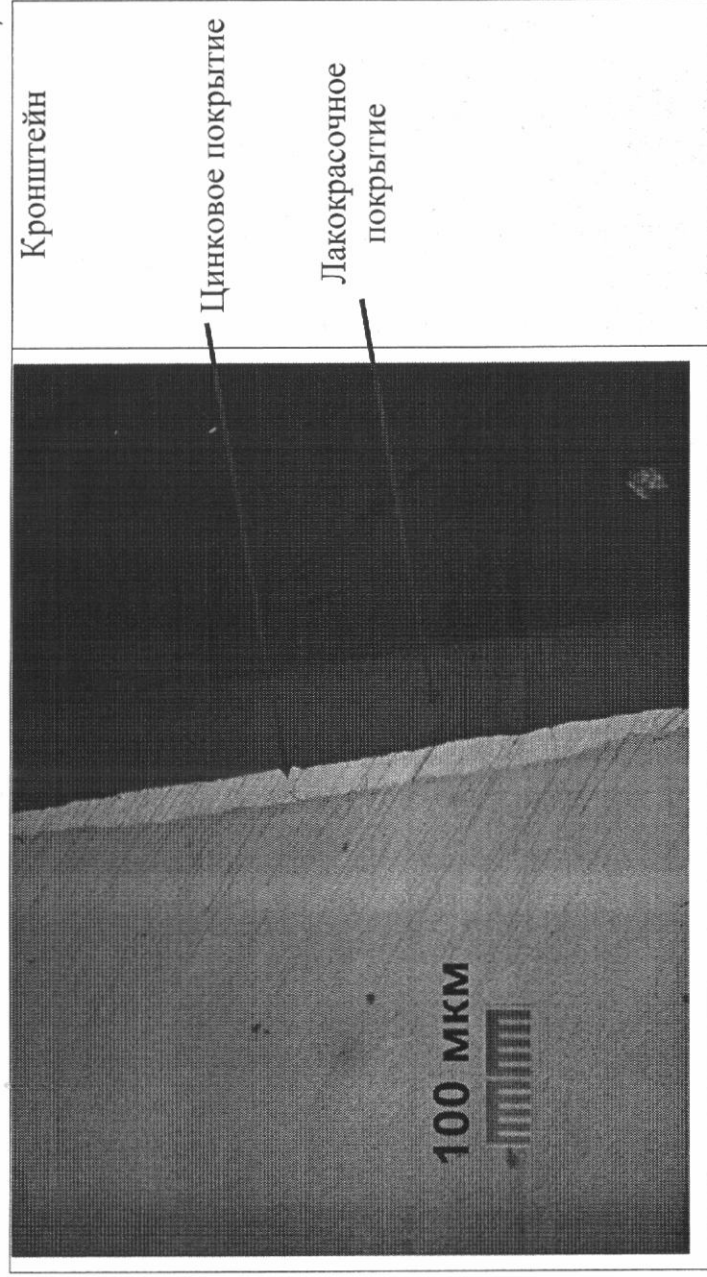


Рис.2 Состояние окрашенных кронштейнов в состоянии поставки.

Проведение ускоренных климатических испытаний. Ускоренные климатические испытания декоративных и защитных свойств покрытий 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 6 (Определение стойкости покрытий к воздействию переменной температуры, повышенной влажности, сернистого газа и солнечного излучения), имитирующему комплексное воздействие климатических факторов открытой промышленной атмосферы умеренного и холодного климатов (УХЛ1, 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»). Метод 6 предусматривает проведение 15 циклов испытаний покрытий. 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 1.

for

Последовательность перемещения и время выдержки образцов в камерах и режимы испытаний

Аппаратура	Режим испытаний		Продолжительность испытаний, час
	Температура, °С	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
Аппарат искусственной погоды	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 2.

Таблица 2

Результаты ускоренных испытаний защитных и декоративных свойств покрытий.

Система покрытия	Результаты испытаний, циклы				
	5	10	15	20	25
Декоративное покрытие	Без изменений				Незначительное потускнение
					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 не обнаружено, что соответствует АЗ1 по ГОСТ 9.407. На поверхностях деталей после шести циклов испытаний выявлено незначительное потускнение, без дальнейшего изменения внешнего вида, 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 - рас-



пространение коррозии от надреза. Коррозионные испытания образцов с надрезами проводились в климатической камере соляного тумана с периодическим распылением 3% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40° С в течение 240 часов. После воздействия коррозионно-агрессивной атмосферы 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 покрытий 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 3.

Таблица 3

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 деталях 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 лакокрасочного покрытий на образцах отклонений от норм не выявлено. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что покрытия толщиной 60-80 мкм, нанесенные на тонколистовую оцинкованную сталь, обеспечивают атмосферостойкость деталей навесных систем в условиях умеренного и холодного климата в течение более 20-ти лет.



Таким образом, в результате проведенных испытаний установлено, что применяемая система защитных покрытий на низкоуглеродистой стали 08 обеспечивает достаточную коррозионную стойкость металлоконструкций и допускает эксплуатацию фасадной системы:

- в неагрессивной и слабоагрессивной среде в течение не менее 50 лет;
- в среднеагрессивной среде в течение не менее 35 лет.

Коррозионностойкие стали.

Аустенитные стали. В соответствии с альбомом технических решений для изготовления кронштейнов, профилей и кляммеров в навесной системе используются коррозионностойкие хромоникелевые стали AISI 321 (08X18H10T и 12X18H10T) или AISI 304 (08X18H9 и 08X18H10) аустенитного класса.

Вышеуказанные стали обладают высокой коррозионной стойкостью в атмосферных условиях после закалки на аустенит с 1000-1150⁰C 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.2, где даны схематичные анодные кривые для железа и хрома в сернокислых растворах.

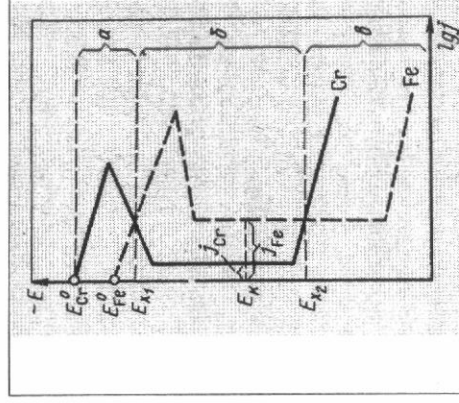


Рис.2 Сопоставление анодных поляризационных кривых для железа и хрома с разными пассивационными характеристиками

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 срезах могут возникать локальные изменения структуры стали, например, частичное фазовое превращение γ -аустенита в α -мартенсит, приводящие со временем к появлению ржавчины. Учитывая эту особенность коррозионностойких сталей, на наружную поверхность кляммеров со стороны облицовки фасада для улучшения внешнего вида деталей в системы "СОЮЗ-9000" предусмотрено нанесение лакокрасочного покрытия.

Кронштейны КМК в исследуемой системе изготовлены с применением электродуговой сварки. Стали типа AISI 304 и AISI 321 обладают хорошей свариваемостью. Однако, в зависимости от качества стали в зоне термического влияния по месту сплавления основного металла с наплавленным в процессе эксплуатации может возникать межкристаллитная коррозия. Это связано с тем, что нагрев стали вызывает образование карбидов хрома, которые, выделяясь преимущественно по границам зерен приводят к обеднению твердого раствора хромом и вызывают склонность стали к поражению коррозией, распространяющейся по границам зерен.

Склонность к межкристаллитной коррозии хромоникелевых сталей, используемых в навесных фасадных системах, может быть полностью устранена или сведена к минимуму применением следующих методов:

- закали стали на аустенит, состоящей из высокотемпературного нагрева и быстрого охлаждения;
- понижения содержания углерода до 0,07%;
- введения стабилизирующих карбидообразующих элементов – титана, ниобия и тантала.

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 коррозионной стойкостью и обеспечивают срок службы несущей конструкции навесной фасадной системы 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 рекомендуются использовать в средах со слабой и средней степенью агрессивности для изготовления направляющих, кронштейнов и кляммеров в навесных фасадных системах взамен сталей AISI 304 и AISI 321.

Ферритные стали. В соответствии с технической документацией кронштейны и направляющие, входящие в несущую конструкцию фасадной системы, изготовлены из коррозионностойких сталей ферритного класса AISI 430 (12X17 и AISI 403 (08X18T1)). Особенности которых является то, что основу структуры составляет коррозионно-неустойчивое α-железо, взаимодействие которого с внешней атмосферой 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 горячей обработки сообщает стали необходимую величину зерна, хорошие механические и технологические свойства, а также стойкость против коррозии.

Стали AISI 430 (12X17) являются ограниченно свариваемыми, так как обладают низкой пластичностью и ударной вязкостью и под влиянием нагрева при сварке склонны к значительному росту зерна. Введение в сталь титана способствует получению однофазной структуры при высоких температурах, а малая растворимость карбидов титана устраняет крупнозернистость при нагреве. Как показали ранее проведенные исследования, при рассмотрении структур переходных зон в сварных соединениях сталей 12X17 и 08X18T1 следует, что сталь с титаном не имеет мартенситной хрупкой составляющей по границам зерен, которая наблюдается у сталей X17, следовательно, добавка титана повышает коррозионную стойкость и снижает хрупкость сварного шва. Таким образом, кронштейны КМК, рекомендуемые изготавливать из сталей, стабилизированных титаном, который уменьшает рост зерна и, следовательно, снижает склонность сварных соединений к межкристаллитной 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 которые 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, AISI 403 находятся в зоне повышенного риска образования локальных дефектов и не имеют возможности репассивации питтингов в случае их зарожения. Таким образом, исследуемые стали не допускаются для эксплуатации в при-

морской атмосфере без дополнительной противокоррозионной защиты, так как они подвержены интенсивной локальной, в частности, питтинговой коррозии.

Стали 12X17 и 08X18T1 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 атмосфере 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) и AISI 403 (08X18T1) возможно использовать для изготовления направляющих и кронштейнов при эксплуатации в средах слабой и средней степени агрессивности.

Крепежные элементы (заклепки, самонарезающие винты и фасадные анкеры), используемые для соединения деталей НФС, изготовлены из коррозионно-стойких сталей А2 (X18Н10 - возможно легирование медью, молибденом, титаном и т.д.).

В слабоагрессивных средах для крепления кронштейнов в НФС, изготовленных из окрашенной оцинкованной стали, возможно использование анкерных болтов, изготовленных из углеродистой стали с цинковым термодиффузионным покрытием толщиной не менее 30 мкм или горячим цинковым покрытием толщиной порядка 50 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 поверхности 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 коррозийностойких 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 "СОЮЗ-9000" в условиях слабо- и среднеагрессивных сред.

Выводы

1. В результате проведенного анализа установлено, что элементы навесных фасадных систем, изготовленные из оцинкованной (18- 25 мкм) и окрашенной (не менее 80 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.

2. 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, направляющих и кляммеров в НФС для эксплуатации сроком не менее 50 лет в средах слабой и средней агрессивности (в том числе приморских).

3. Сталь типа AISI 430 (без применения сварных соединений) и AISI 403 допустимо использовать для изготовления направляющих и кронштейнов (исполнение УХЛ1 по ГОСТ 15150-69) в навесных фасадных системах для эксплуатации в средах слабой и средней агрессивности сроком не менее 50 лет.



4. В процессе эксплуатации в приморской среднеагрессивной среде необходимо предусмотреть обязательную периодическую (1 раз в 10 лет) выборочную экспертную оценку состояния металлоконструкций, изготовленных из сталей типа AISI 430, для определения степени и характера коррозионных повреждений с учетом изменения коррозионной агрессивности среды для конкретного климатического района.
5. По истечении вышеуказанных сроков эксплуатации необходимо предусмотреть возможность периодических осмотров несущей конструкции для оценки коррозионного состояния материалов с целью дальнейшей эксплуатации системы.
6. 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 Ольга Владимировна
Тел.: 8(495) 951-22-34

