



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.

04.06.2018

**Заключение № 028/16-503-6**

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности  
стальных анкеров ФИКСАР АНК с покрытием  
Magni 1000h»**

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель,  
заведующий кафедрой металлургии  
стали и защиты металлов,  
проф., д.т.н.

Дуб Алексей Владимирович

Ответственный исполнитель,  
научный сотрудник

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

Шibaева Татьяна Владимировна

Заказчик	ООО «Крона Рециклинг»
Основание для проведения исследований	Договор № 028/16-503 от «01» июня 2016 г
Дата проведения исследований	начало 04 мая 2018 г. окончание 04 июня 2018 г.
Задачи испытаний	Оценки коррозионной стойкости стальных анкеров с покрытием Magni 1000h
Образцы	Крепежные элементы: анкеры ФИКСАР АНК из низкоуглеродистой стали с покрытием Magni 1000h
Оборудование	- камера влажности; - камера сернистого газа; - камера соляного тумана; - металлографический комплекс Альтами МЕТ
Нормативные документы	- ГОСТ 9.307-89 «ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля» - ГОСТ 9.308-85 «ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические органические. Методы ускоренных коррозионных испытаний» - ГОСТ 9.302-88 «ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля» - ГОСТ 9.311-87 «ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Метод оценки коррозионных поражений» - Свод правил СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).
Результаты исследований	Заклочение № 018/13-503-6

На исследование поступили анкеры ФИКСАР АНК двух типоразмеров 12x120 (рис.1а) и 10x95 (рис.1б), изготовленные из углеродистых сталей с покрытием Magni 1000h, с клипсой из коррозионностойкой стали.

Отбор образцов проводился представителями Заказчика.

**Цель работы:** определение коррозионной стойкости и долговечности анкеров ФИКСАР АНК при эксплуатации в неагрессивной, слабоагрессивной и среднеагрессивной средах в соответствии с СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85).

**При исследовании были выполнены следующие работы:**

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

**Проведение ускоренных коррозионных испытаний**

1. По ГОСТ 9.401-91 «Покрyтия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов»:
  - а) соляного тумана (постоянное распыление 5%-го раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 35<sup>0</sup> С) в течение 1000 часов;
  - б) тест Кестерниха (периодическое распыление SO<sub>2</sub> при относительной влажности 98% и температуре в камере 35<sup>0</sup>) - 20 циклов;
2. По ГОСТ 9.308-85 «Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний» в климатических камерах, имитирующих различные атмосферные условия в течение 30 суток:
  - а) влажности при относительной влажности 98% и температуре 40<sup>0</sup> С;
  - б) сернистого газа при относительной влажности 98%, температуре в камере 40<sup>0</sup> С и воздействии SO<sub>2</sub> концентрация - 0,75 г/м<sup>3</sup>;
  - в) соляного тумана при периодическом распылении 3% -ного раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40<sup>0</sup> С.

### ***Результаты исследования***

Исследование *внешнего состояния поверхностей деталей* во время и после испытаний проводили визуально. Оценку состояния покрытия в процессе и после испытаний проводили в соответствии с ГОСТ 9.407-2015 «ЕСЗКС. Покрyтия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида».

*Внешнее состояние поверхностей анкеров* до, во время и после испытаний оценивалось визуальным методом. Степень коррозионных повреждений оценивали в соответствии с ГОСТ 9.311-87 ЕСЗКС. «Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Метод оценки коррозионных поражений».

Покрытие Magni 1000h на анкерах ФИКСАР АНК в состоянии поставки (рис.1а, б) светло-серого цвета, равномерное, гладкое, без наплывов и признаков нарушения сплошности покрытия, что соответствует требованиям ГОСТ 9.307-89 «ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля».

	ФИКСАР АНК 12x120  (а)
	ФИКСАР АНК 10x95  (б)

Рис. 1. Внешний вид анкеров ФИКСАР АНК, поступивших на исследование

Внешний вид анкеров после 1000 часов выдержки в камере влажности практически не изменился, признаки коррозии покрытия в виде локальных темных пятен, площадь которых не превышает 5 % от общей площади деталей, выявлены лишь к концу испытаний (рис. 2 а).

После воздействия сернистого газа (рис.2 б) 20 циклов теста Кестерниха обнаружено помутнение и тонкий белый налет, характерный для цинковой составляющей покрытия, на резьбовых частях деталей.

После выдержки в камере соляного тумана (рис.2 в) на стойкость к воздействию соляного тумана проводили в течение 1000 часов на деталях наблюдается сплошной белый налет и отдельные темные точки; на шайбах зафиксированы признаки коррозии основного материала в виде ржавчины.

ФИКСАР АНК 12x120	ФИКСАР АНК 10x95
Камера влажности	
	
(а)	





Рис. 2. Внешний вид анкеров ФИКСАР АНК после испытаний в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в).

С целью оценки состояния материала исследуемых деталей вблизи поверхностей, а также определения качества покрытия, глубины и характера коррозионных повреждений проводили *металлографический анализ* с применением бинокулярного микроскопа Альтами-МЕТ.

Исследование проводили на анкерах в состоянии поставки (рис.3а); после испытаний в камере сернистого газа (рис.3б) и соляного тумана (рис.3в). Шлифы были приготовлены в продольном и поперечном сечениях.

Покрытие на анкерах равномерно по толщине, которая составляет 25-30 мкм (рис. 3а). После выдержки в камере соляного тумана коррозионных повреждений не выявлено (рис.3б); после выдержки в камере сернистого газа обнаружено частичное повреждение защитного слоя (рис.3в).

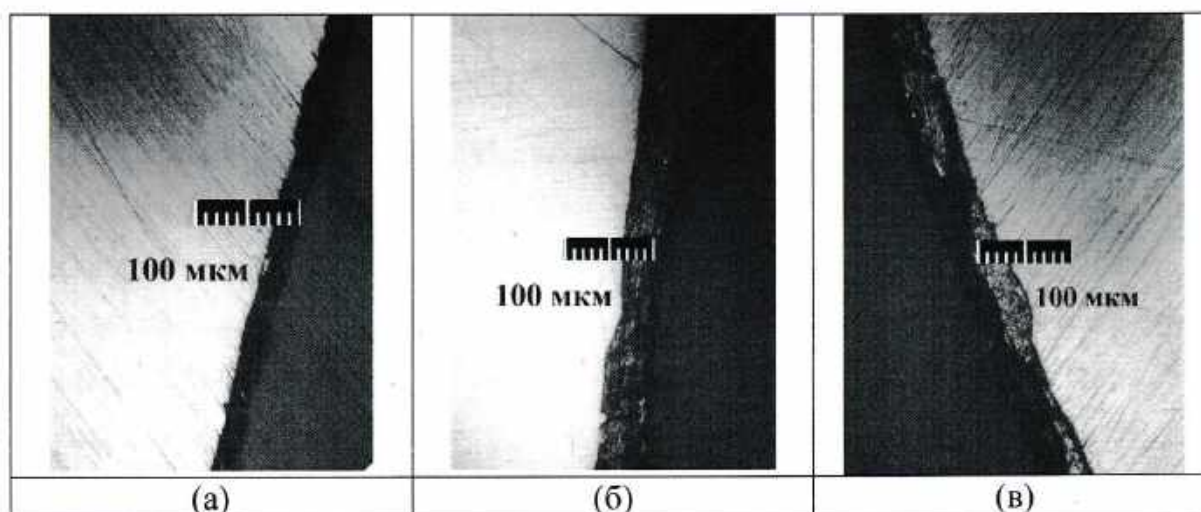
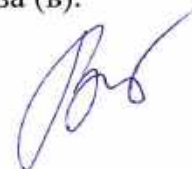


Рис.3. Состояние материала анкеров ФИКСАР АНК в состоянии поставки (а), после испытаний в камере соляного тумана (б) и сернистого газа (в).



### Анализ результатов исследования:

Целью работы является исследование коррозионной стойкости анкеров ФИКСАР АНК с покрытием Magni 1000h, которые предназначены для невидимого крепления декоративных панелей в навесных вентилируемых фасадах. Экспертиза технических решений по антикоррозионной защите металлических элементов фасадной системы проведена в соответствии с СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии».

При анализе проведены ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9.401-91 и ГОСТ 9.308-85 в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана с целью оценки защитных свойств и скорости коррозии защитных покрытий. Оценка состояния образцов и деталей производилась методами визуального анализа с применением бинокулярного микроскопа Альтами-MET и металлографического анализа.

Анкеры с покрытием Magni 1000h, толщина которого составляет 20-25 мкм, благодаря электропроводности и наличию металлических частиц, является анодным и обеспечивает электрохимическую защиту стальных деталей за счет растворения цинковой составляющей покрытия в процессе эксплуатации.

Оценку коррозионной стойкости покрытия Magni 1000h проводили по методу воздействия нейтрального соляного тумана. В результате исследования установлено, что покрытие обеспечивает защиту от воздействия коррозионно-агрессивной среды без признаков коррозии покрытия в течение не менее 1000 часов. После воздействия сернистого газа выявлено частичное повреждение слоя Magni 1000h без признаков коррозии стальной основы.

Аппроксимация коррозионного поражения на длительный срок эксплуатации позволяет установить, что скорость коррозии покрытия Magni 1000h на углеродистой стали в условиях сред слабой и средней агрессивности (в соответствии со Сводом правил СП 28.13330.2012) под навесом составит не более 0,1 мкм/год и 0,3 мкм/год соответственно. Оценка долговечности стальных анкеров с покрытием Magni 1000h позволяет установить, что срок их службы в слабо- и среднеагрессивных средах (в соответствии со Сводом правил СП 28.13330.2012) составит порядка 50 лет.

### **Выводы**

1. Анкеры ФИКСАР АНК с покрытием **Magni 1000h** 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 проведенных испытаний и оценки качества установлено, что анкеры с покрытием **Magni 1000h** (20-25 мкм) могут эксплуатироваться в средах слабой и средней агрессивности сроком порядка 50 лет.
3. Анализ результатов и выводы относятся только к испытанным анкерам без учета воздействия других элементов строительных конструкций, для крепления которых они предназначены.

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

