



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.

01.12.2020

Заключение № 077/18-501-3

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности
анкеров с покрытием MAGNI 556E с шайбами с покрытием
цинк-никель»**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель,
Заведующий кафедрой металлургии
стали 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

Ковалев Александр Федорович

научный сотрудник

Шевейко Ольга Владимировна

инженер I категории, к.т.н.

Шibaева Татьяна Владимировна

Заявитель	ООО ГК «ФИКСАР»
Основание для проведения испытаний	Договор № 077/18-501
Задачи испытаний	Определение качества и оценка устойчивости к атмосферной коррозии анкеров со стальными шайбами с покрытием цинк-никель.
Образцы	Анкеры и гайки из углеродистых сталей с покрытием MAGNI 556E Шайбы с покрытием цинк-никель Cr+3
Оборудование	- камера влажности КЛИМАТИКПРО КТ-ТХВ-80; - камера сернистого газа; - камера соляного тумана; - микроскоп ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet»
Документы и материалы	1. ГОСТ Р ИСО 10683-2013 «Изделия крепежные. Неэлектролитические цинк-ламельные покрытия» 2. ГОСТ 9.301-86 «Покрyтия металличеcкие и неметаллические неорганические. Общие требования» 3. ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов, категории, условия эксплуатации в части воздействия климатических факторов» внешней среды» 4. Свод правил СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).
Результаты исследований	Заключение №077/18-501-3

Цель работы: оценка качества и коррозионной стойкости материалов анкеров с гайками и шайбами при эксплуатации в средах слабой и средней степени агрессивности по СП 28.13330.2017.

Отбор образцов: осуществлялся Заказчиком согласно Акту отбора образцов от 15 октября 2020 г. (Приложение 1).

На исследование поступили образцы (рис.1):

- №1 анкеры с гайками, изготовленные из углеродистых сталей с покрытием MAGNI 556E;

- №2 шайбы с покрытием цинк-никель (Zn-Ni Cr+3).

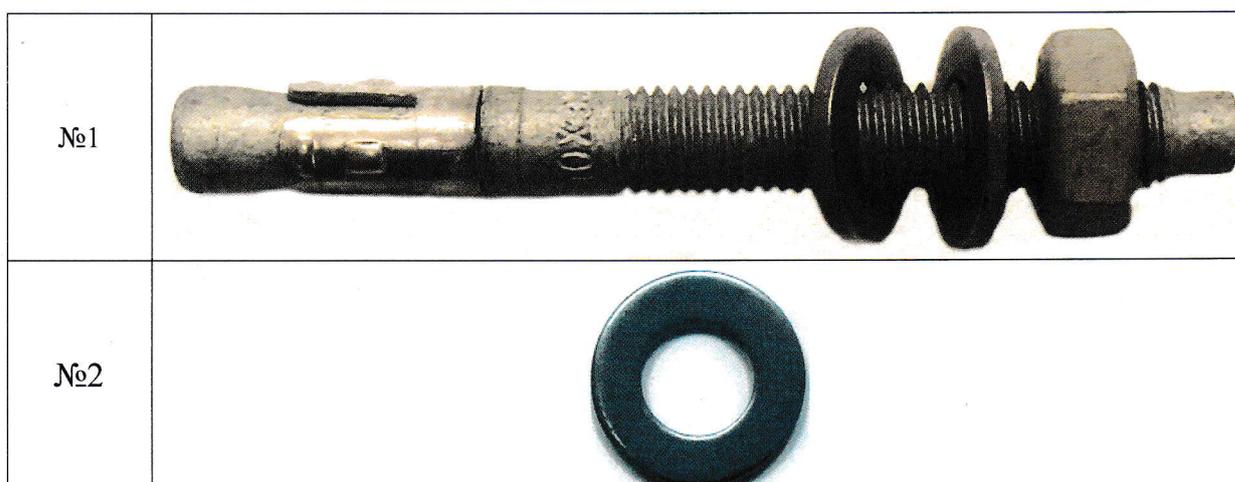


Рис. 1 Внешний вид анкеров с шайбами, поступивших на исследование

Результаты исследования

Методики исследований:

1. Внешнее состояние поверхностей деталей до, во время и после испытаний оценивали визуально по ГОСТ 9.407-2015 «ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида».
2. Ускоренные коррозионные испытания проведены по ГОСТ 9.308-85 «ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний» в течение 30 суток в климатических камерах, имитирующих среднеагрессивные среды:
 - влажности (КВ) КЛИМАТИКПРО КТ-ТХВ-80, имитирующей слабоагрессивную среду (при относительной влажности 98 % и температуре в камере 40 °С;
 - сернистого газа (КСГ) КЕА 300А, имитирующей среднеагрессивную среду (при относительной влажности 98%, температуре в камере 40 °С и воздействии SO₂);



– соляного тумана (КСТ) SST-6MS, имитирующей среднеагрессивную среду (периодическое распыление 3% -го раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40 °С).

Один цикл испытаний в камере: воздействие агрессивной атмосферы в течение 8 ч, далее выдержка в камере при отключении искусственной атмосферы при температуре 25 °С в течение 16 ч.

3. Металлографические исследования проведены на микроскопе ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet». Шлифы изготовлены в поперечном сечении исследуемых образцов.

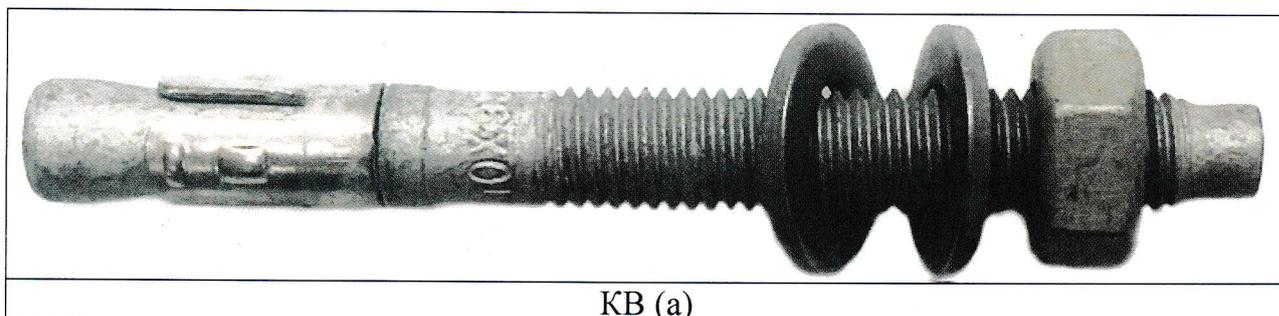
Результаты исследования

При исследовании внешнего вида образцов анкеров и шайб в состоянии поставки установлено, что покрытие на анкерах MAGNI 556E светло-серого цвета, сплошное, гладкое, без коррозионных повреждений (рис. 1), что соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 10683-2013 «Изделия крепежные. Неэлектролитические цинк-ламельные покрытия».

Покрытие цинк-никель на шайбах серого цвета, равномерное, гладкое, матовое, без признаков нарушения сплошности, что соответствует требованиям ГОСТ 9.301-86 «Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования»

После воздействия атмосфер *влажности* (рис. 2 а) и *соляного тумана* (рис. 2 в) в течение 30 суток внешний вид анкеров практически не изменился. После испытаний в *камере сернистого газа* (рис. 2 б) на анкерах зафиксированы множественные точки и пятна ржавчины.

Внешний вид шайб не претерпел видимых изменений после выдержки во всех коррозионно-агрессивных средах (рис. 2а-в).



KB (a)

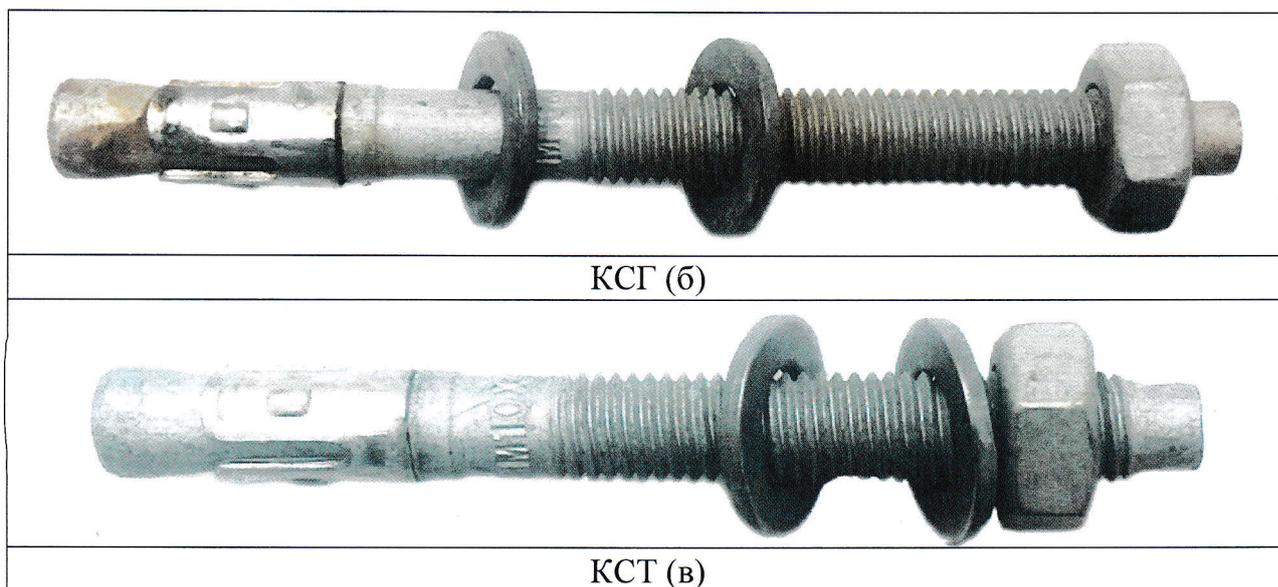
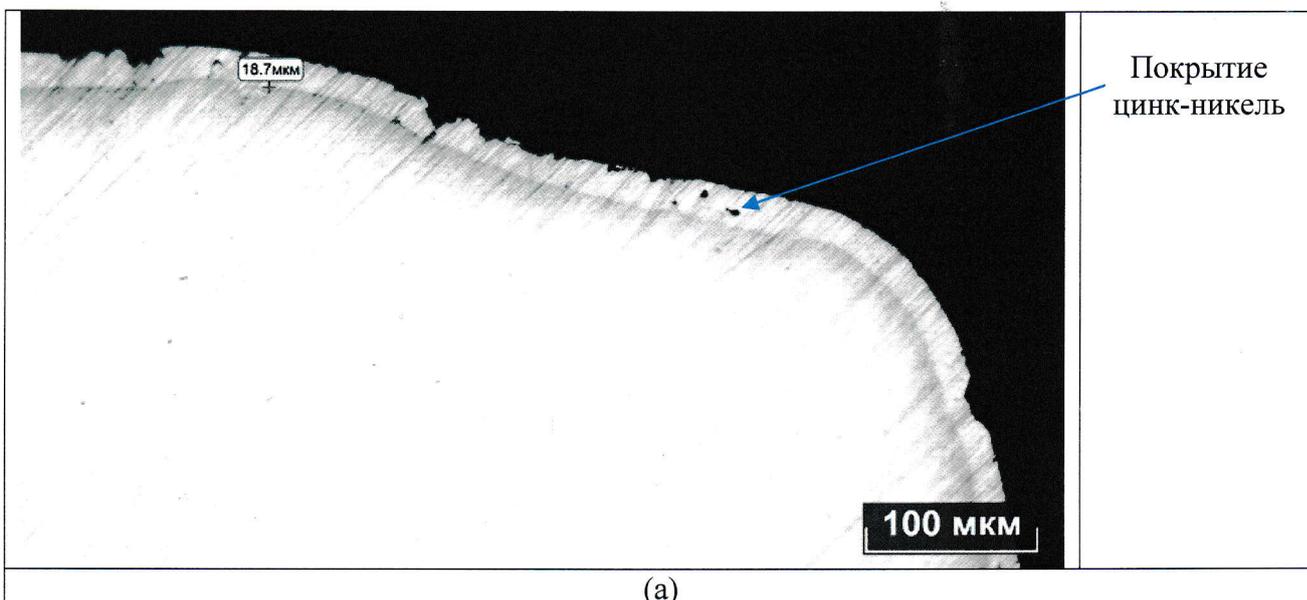


Рис. 2 Внешний вид анкеров с покрытием MAGNI 556E и шайб с покрытием цинк-никель после испытаний в камерах влажности (а), сернистого газа (б) и соляного тумана (в) в течение 30 суток

С целью оценки толщины покрытий, состояния материала исследуемых крепежных элементов вблизи поверхностей проводили *металлографический анализ*.

В результате анализа установлено, что покрытие на исследуемых шайбах однослойное, толщина которого составляет 15-20 мкм; после испытаний в камере сернистого газа покрытие цинк-никель в основном сохранилось, выявлены локальные язвы глубиной не более 5 мкм (рис. 3 а).

Покрытия MAGNI 556E на анкерах равномерно по толщине, которая составляет 20-25 мкм (рис. 3 б).



(а)

[Handwritten signature]

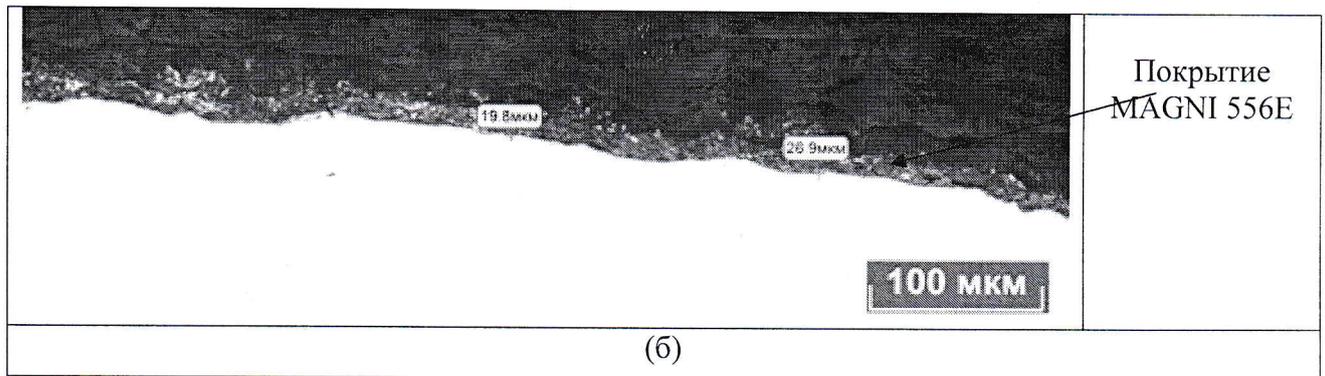


Рис. 3 Состояние материала шайб с покрытием цинк-никель (а) и анкеров с покрытием MAGNI 556E (б) после испытаний в камере сернистого газа в течение 30 суток

Анализ результатов исследований

Целью работы является оценка коррозионной стойкости и долговечности материалов анкеров с покрытием MAGNI 556E и шайб с покрытием цинк-никель при эксплуатации в средах слабой и средней степени агрессивности в соответствии с СП 28.13330.2017 (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

Проведены ускоренные циклические коррозионные испытания по ГОСТ 9.308-85 в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана с целью оценки качества и коррозионной стойкости материалов крепежных изделий. Оценку состояния деталей проводили методами визуального и металлографического анализов.

Экспертиза технических решений по антикоррозионной защите металлических элементов проведена в соответствии со сводом правил СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85). Расчет долговечности исследуемых материалов проводили по методикам, разработанным в НИТУ «МИСиС». Установлено, что 30 суток непрерывных испытаний в специальных атмосферах, имитирующих среды со слабой и средней степенью агрессивности, соответствуют 15 годам реальной эксплуатации.

По результатам исследований установлено, что толщина покрытия MAGNI 556E составляет 20-25 мкм. Благодаря электропроводности и наличию металлических частиц, является анодным и обеспечивает электрохимическую защиту стальных деталей за счет растворения цинковой и(или) алюминиевой составляющей покрытия. Покрытие рекомендуется использовать в качестве промежуточного слоя

при контакте с алюминиевыми сплавами и сталями, так как не требуется специальных мер защиты, исключая контактную коррозию.

При оценке коррозионной стойкости цинк-никелевых покрытий установлена их высокая коррозионную стойкость при воздействии слабо- и среднеагрессивных сред по СП 28.13330.2017.

Аппроксимация коррозионного поражения на длительный срок эксплуатации позволяет установить, что скорость коррозии покрытий цинк-никелевых и MAGNI 556E на углеродистых сталях в условиях умеренного и холодного климата в соответствии с СП 28.13330.2017 составит 0,2-0,4 мкм/год.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что анкеры и гайки с покрытием MAGNI 556E и шайбы с покрытием цинк-никель устойчивы к воздействию коррозионно-агрессивных сред и рекомендуются для эксплуатации в условиях сухой, нормальной и влажной зон влажности слабо- и среднеагрессивных сред в течение не менее 50 лет.

Выводы

1. В результате проведенных испытаний и оценки качества анкеров и гаек с покрытием MAGNI 556E и шайб с покрытием цинк-никель установлено, что крепежные детали устойчивы к атмосферной коррозии и рекомендуются для эксплуатации в условиях воздействия слабо- и среднеагрессивных сред сроком не менее 50 лет.

2. Анализ результатов и выводы относятся только к испытанным крепежным изделиям 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

