

«Утверждаю»

Проректор по науке и инновациям,
проф., д.т.н.



Филонов М. Р.

22.11.2024

Заключение № 103/24-501-1

**«Оценка коррозионной стойкости стальных механических
анкеров ФИКСАР типа АНК-Ц, применяемых в
светопрозрачных конструкциях и навесных фасадных
системах»**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

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

Дуб Алексей Владимирович

Ответственный исполнитель,
к.т.н.

Волкова Ольга Владимировна

Исполнители:

зав. лабораторией МЗМ

Обухова Татьяна Анатольевна

инженер научного проекта
I категории, к.х.н.

Сафонов Иван Александрович

научный сотрудник

Ковалев Александр Федорович

инженер научного проекта
I категории, к.т.н.

Шибаева Татьяна Владимировна

Заявитель	ООО «Группа компаний "Фиксар"»
Основание для проведения испытаний	Договор №103/24-501 от 01.10.2024
Дата проведения испытаний	начало 11 октября 2024 г. окончание 11 ноября 2024 г.
Задачи испытаний	<p>Определение коррозионной стойкости стальных механических анкеров с гальваническим цинковым покрытием, входящих в состав светопрозрачных конструкций и навесных фасадных систем.</p> <p>Оценки сроков службы клиновых анкеров, установленных в бетон, в атмосферах разной агрессивности.</p>
Исследуемые образцы	<p>Механические анкеры Фиксар АНК-Ц</p> <p>Механические анкеры Фиксар АНК-Ц, установленные в бетон.</p>
Испытательное оборудование	<ul style="list-style-type: none"> - камера тепла, холода и влаги КЛИМАТИКПРО КТ-ТХВ-80; - камера сернистого газа Liebisch KEA 300A; - камера соляного тумана SST-6MS; - микроскоп ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet»
Документы и материалы	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 9.302-88 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля 2. ГОСТ 9.039-74 «Коррозионная агрессивность атмосферы». 3. Свод правил СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85). 4. ГОСТ 9.107-2023 «ЕСЗКС. Коррозионная агрессивность атмосферы. Основные положения». 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».
Результаты исследований	Заключение № 103/24-501

Цель работы: оценка коррозионной стойкости и сроков службы стальных механических гальванически оцинкованных анкеров Фиксар типа АНК-Ц, установленных в бетон, входящих в состав светопрозрачных конструкций и навесных фасадных систем в средах разной агрессивности в соответствии с СП 28.13330.2017.

Исследуемые образцы: механические анкеры ФИКСАР АНК-Ц 10*95/15 из углеродистой стали с гальваническим покрытием (рис. 1).

Отбор и изготовление образцов: осуществлялись Заказчиком.



Рис. 1 Внешний вид образцов в состоянии поставки

Методики исследований

1. Оценку внешнего вида проводили визуально.
2. Ускоренные коррозионные испытания проводили по ГОСТ 9.308-85 «ЕСЗКС. Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний» в течение 360 ч (15 суток) в климатических камерах, имитирующих среднеагрессивные среды:

- влажности (КВ) при относительной влажности 98%, температуре в камере 40 °С;
- сернистого газа (КСГ) при относительной влажности 98%, температуре в камере 40 °С и воздействии SO₂;
- соляного тумана (КСТ) при периодическом распылении 3%-го раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40 °С.

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

3. Циклические ускоренные коррозионные испытания, моделирующие условия эксплуатации конструкции при переходе через температуру «точки росы» с целью получения относительной влажности 100 % на поверхностях образцов. Для прогнозирования срока службы проведено 60 циклов испытаний. Режимы испытаний, последовательность и время перемещения образцов в камерах представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательность перемещения и время выдержки образцов в камерах и режимы испытаний

Оборудование	Режим испытаний		Продолжительность испытаний, час
	Температура, °С	Относительная влажность, %	
Климатическая камера	30±3	97±3	2
Камера холода	минус (20±3)	Не нормир.	2
Климатическая камера	30±3	97±3	2
Камера холода	минус (20±3)	Не нормир.	2
Выдержка на воздухе	15-30	Не более 80	16
Итого			24

3. Металлографический анализ проводили на микроскопе ZEISS с системой анализа изображения «Thixomet». Шлифы готовили из образца после испытаний в поперечном сечении анкера.

Результаты исследований

В результате исследования поверхностей образцов в состоянии поставки установлено, что по *внешнему виду* гальваническое цинковое покрытие гладкое, сплошное, блестящее, с голубой пассивацией, что соответствует требованиям ГОСТ 9.302-88 (рис. 1).

После испытаний в камере влажности в течение 30 суток внешний вид анкеров не претерпел видимых изменений (рис. 2а). После выдержки в камерах сернистого газа и соляного тумана на оцинкованных образцах выявлен сплошной белый налет продуктов коррозии цинка без признаков коррозии стальной основы (рис. 2б).

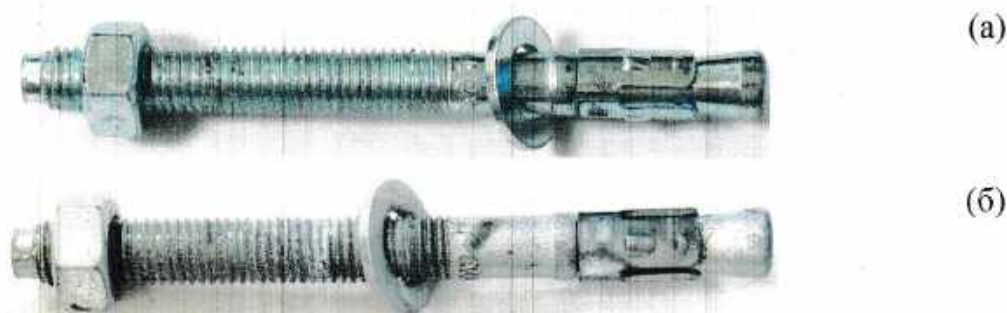


Рис. 2 Внешний вид анкеров после испытаний в камерах влажности (а) и сернистого газа (б)

После 60 циклов испытаний в камере «точки росы» внешний вид анкера после демонтажа анкера из бетона практически не изменился (рис. 3 а, б).

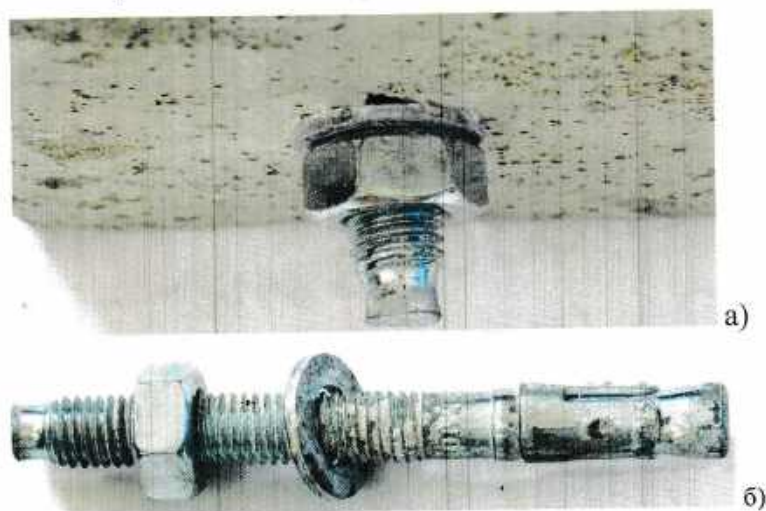


Рис. 3 Внешний вид образца после испытаний в камере «точки росы» (а) и демонтажа (б)

Металлографический анализ проводили с целью оценки качества и толщины гальванического цинкового покрытия на анкере в области, находящейся во время испытаний по методу «точки росы» в бетоне.

В результате анализа установлено, что толщина гальванического цинкового покрытия составляет 5-7 мкм (рис. 4). После испытаний в защитном слое коррозионных повреждений не зафиксировано.

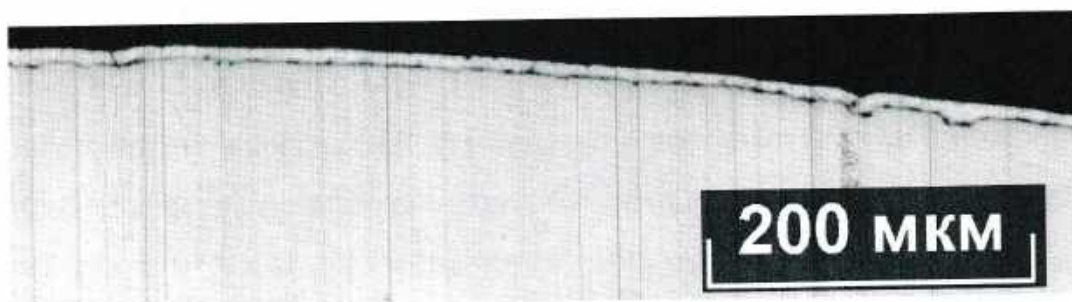


Рис. 3 Состояние материала анкера с гальваническим цинковым покрытием с голубой пассивацией в контакте с бетоном после 60 циклов испытаний в камере «точки росы»

Анализ результатов

Целью работы является исследование коррозионной стойкости и долговечности стальных механических анкеров Фиксар АНК-Ц с гальваническим цинковым покрытием с голубой пассивацией при эксплуатации в средах слабой и средней агрессивности по СП 28.13330.2017.

В процессе эксплуатации стальной анкер с покрытием гальванический цинк устанавливается в бетон. Вне бетона анкер находится в контакте с профилями и теплоизоляцией. Условия эксплуатации анкера соответствуют условиям умеренного (УЗ) и умеренного холодного (УХЛЗ) климатов по ГОСТ 15150-69 при размещении конструкций под навесом при воздействии слабоагрессивной и среднеагрессивной сред в соответствии с СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85) и СЗ по ГОСТ 9.107-2023.

Исследуемая металлоконструкция экранируется от воздействия внешней атмосферы теплоизоляцией и облицовкой. Следовательно, технические решения предполагают, что антикоррозионная защита стальных элементов должна приниматься с учетом не прямого воздействия внешней окружающей среды, а процессов, происходящих внутри конструкции. Одним из этих процессов является возможность образования конденсата на поверхностях деталей при условии, когда температура «точки росы» воздуха будет выше, чем температура поверхности металлов.

Коррозионная стойкость гальванического цинка в атмосферных условиях зависит от стойкости пассивационного слоя, агрессивности эксплуатационных атмосфер и устойчивостью образующейся защитной пленки продуктов коррозии цинка. Оценивая поведение защитного гальванического цинкового покрытия с голубой пассивацией установлено, что коррозия цинка может протекать только при условии конденсации влаги в процессе монтажа. В условиях эксплуатации (УХЛЗ) в сухой атмосфере скорость коррозии гальванического цинкового покрытия с голубой пассивацией близка к нулю.

Проведены ускоренные коррозионные испытания, в том числе, имитирующие условия эксплуатации в средах слабой и средней агрессивности: переход через «точку росы». После циклических испытаний в камере «точки росы» внешний вид анкеров не претерпел видимых изменений. После демонтажа образцов из бетона на поверхностях анкеров изменений внешнего вида не зафиксировано, следовательно, на металлоконструкции в зоне контакта с бетоном конденсат в процессе эксплуатации не образуется. В результате металлографического анализа установлено, что толщина гальванического цинкового покрытия составляет 5-7 мкм. Повреждений защитного слоя анкера, находящегося в бетоне, после ускоренных коррозионных испытаний не выявлено.

Оценивая поведение защитных гальванических цинковых покрытий установлено, что в контакте с бетоном срок службы стальных анкеров с гальваническим цинковым покрытием толщиной 5-7 мкм составит не менее 50 лет при условии отсутствия конденсации влаги, что определяется теплотехническим расчетом.

Следовательно, рекомендуется исключать длительное воздействие открытой атмосферы при хранении и монтаже крепежа с гальваническим цинковым покрытием.

Таким образом, предлагаемые технические решения обеспечивают защиту от коррозии стальных механических анкеров Фиксар АНК-Ц с гальваническим цинковым покрытием с голубой пассивацией, установленных в бетон и входящих в состав светопрозрачных конструкций и навесных фасадных систем, в условиях слабо- и среднеагрессивных сред по СП 28.13330.2017 и ГОСТ 9.107-2023 в слое теплозащиты при отсутствии конденсации влаги.

Выводы

1. Срок службы стальных механических анкеров Фиксар АНК-Ц с гальваническим цинковым толщиной 5-7 мкм покрытием с голубой пассивацией, установленных в бетон и входящих в состав светопрозрачных конструкций и навесных фасадных систем, составит не менее 50 лет в слое теплозащиты при условии отсутствия конденсации влаги в условиях УЗ, УХЛЗ слабо- и среднеагрессивных сред по СП 28.13330.2017.
2. Срок службы стальных механических анкеров Фиксар АНК-Ц составит 15-20 лет в слабо- и среднеагрессивных средах в соответствии с СП 28.13330.2017 (СНиП 2.03.11-85) и ГОСТ 9.107-2023.

Отв. исп. Волкова О.В., каф. МЗМ
Тел.: 8(495) 951-22-34
e-mail: expertcorr@gmail.com



НИТУ МИСИС

Сопроводитель и противоправитель

8 с.л.

Пропектор



44/02/2010