



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.

Заключение № 026/19-501

**«Исследование коррозионной стойкости и долговечности
анкеров RAWLPLUG с антикоррозионным покрытием
Delta Protakt KI 101»**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель, заведующий
кафедрой металлургии 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



Шевейко Ольга Владимировна

научный сотрудник



Ковалев Александр Федорович

инженер I категории, к.т.н.



Шибаета Татьяна Владимировна

Заявитель	ООО «Коэльнер Трейдинг КЛД»
Основание для проведения испытаний	Договор № 026/19-501 от 18.03.19
Дата проведения испытаний	начало 18 марта 2019 г. окончание 06 апреля 2019 г
Задачи испытаний	Определение коррозионной стойкости и долговечности анкеров RAWLPLUG из низкоуглеродистых сталей с антикоррозионным покрытием Delta Pro- tekt K1 101
Испытательное оборудование	- камера влажности; - камера сернистого газа; - камера соляного тумана; - металлографический комплекс «Альтами МЕТ»
Образцы	Анкеры из низкоуглеродистых сталей с антикоррозионным покрытием Delta Protekt K1 101: - в состоянии поставки; - анкеры, вкрученные в бетонное основание; - анкеры, вкрученные и выбитые из бетонного основания; - анкеры, вкрученные и выкрученные из бетонного основания.
Нормативные документы	1. ГОСТ Р ИСО 10683-2013 «Изделия крепежные. Неэлектролитические цинк-ламельные покрытия» 2. ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов, категории, условия эксплуатации в части воздействия климатических факторов» внешней среды» 3. Свод правил СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).
Результаты исследований	Заключение № 026/19-501

Цель работы: оценить качество и коррозионную стойкость стальных анкеров RAWLPLUG типа R-LX с покрытием Delta Protpekt K1 101 в процессе моделирования рабочего процесса при эксплуатации в средах слабой и средней степеней агрессивности по СП 28.13330.2017 (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

На исследование поступили анкера с шестигранной головкой и пресс-шайбой из низкоуглеродистых сталей с системой защитных антикоррозионных покрытий Delta Protpekt K1 101 (рис. 1), условно обозначенные №1, №2, №3 и №4:

- №1 анкера в состоянии поставки (ранее не использованы);
- №2 анкера, вкрученные и сразу выкрученные из бетонного основания;
- №3 анкера, вкрученные и сразу выбитые из бетонного основания;
- №4 анкера, установленные в бетонное основание вкручиванием.

Отбор образцов: осуществлялись Заказчиком в соответствии с актом отбора образцов (Приложение 1).

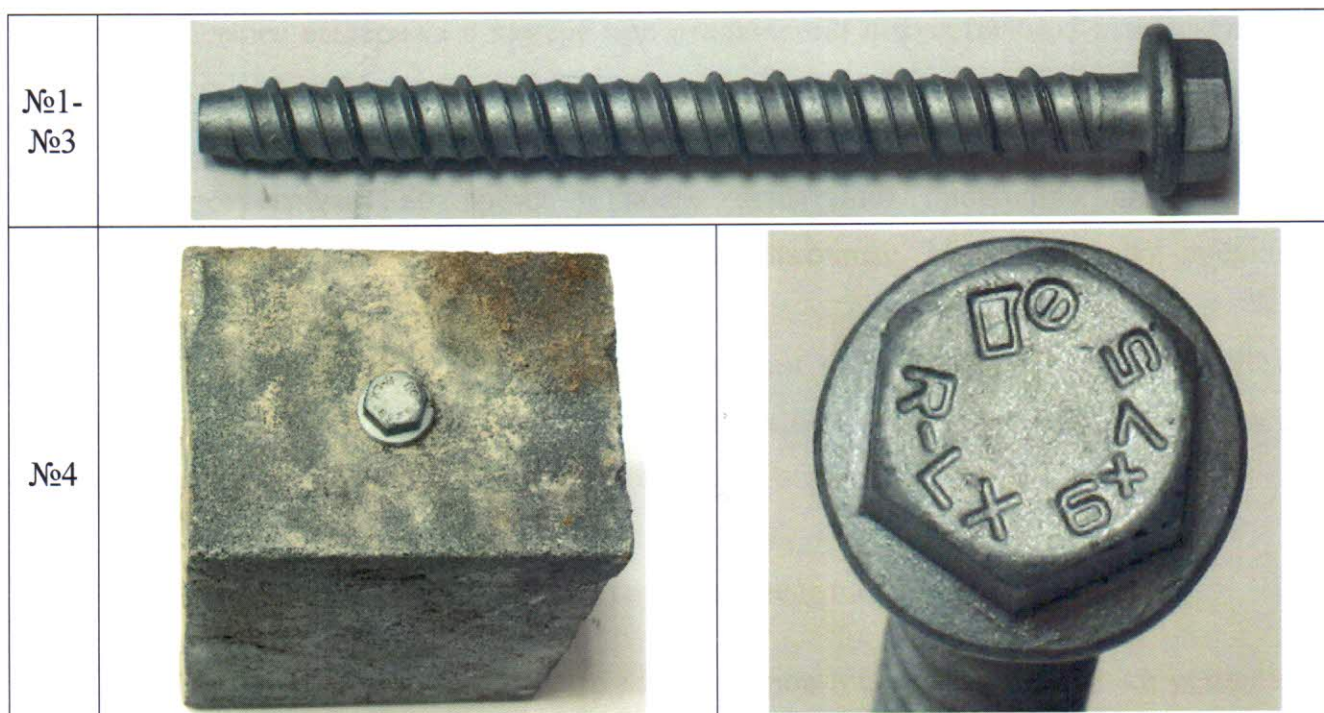


Рис. 1. Внешний вид образцов, поступивших на исследование

При исследовании были выполнены следующие работы:

1. ускоренные коррозионные испытания;
2. анализ внешнего состояния поверхностей деталей;
3. металлографический анализ.



Методики исследований:

1. Ускоренные циклические коррозионные испытания по ГОСТ 9.308-85 «ЕСЗКС. Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний» в течение 20 суток проводили в климатических камерах:

- влажности (КВ), имитирующей слабоагрессивную среду (при относительной влажности 98 % и температуре в камере 40 °С;
- сернистого газа (КСГ), имитирующей среднеагрессивную среду при повышенном содержании диоксида серы (при относительной влажности 98%, температуре в камере 40⁰ С и воздействии SO₂);
- соляного тумана (КСТ), имитирующей среднеагрессивную среду при повышенном содержании хлоридов (периодическое распыление 3% -го раствора NaCl при относительной влажности 98% и температуре в камере 40⁰ 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.

2. Внешнее состояние поверхностей крепежных элементов с антикоррозионными покрытиями во время и после испытаний проводили визуально по ГОСТ 9.407-2015 «ЕСЗКС. Покрyтия лакокрасочные. Методы оценки внешнего вида».

3. Металлографический анализ проведен на комплексе «Альтами МЕТ» с использованием бинокулярного микроскопа МБС-200. Шлифы изготовлены в поперечном сечении головки и резьбовой частей образцов.

Результаты исследования

При исследовании внешнего вида анкеров в состоянии поставки установлено, что покрытие на деталях светло-серого цвета, равномерное, гладкое, полублестящее, без признаков нарушения сплошности и без коррозионных повреждений, что соответствует ГОСТ 9.407-2015.

После испытаний в камере влажности в течение 18 суток на анкерах №3 наблюдается помутнение поверхностей (рис. 2 а, б), №4 – тонкий белый налет и локальные точки ржавчины (рис. 2 в).

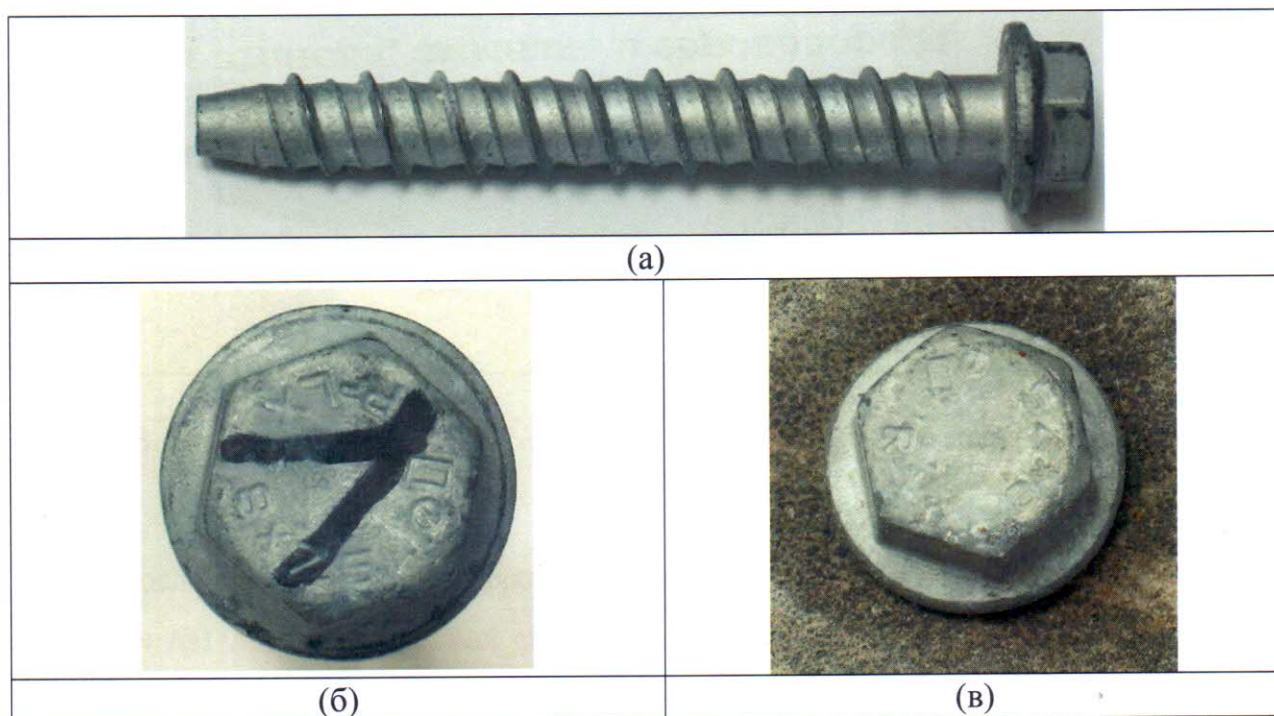
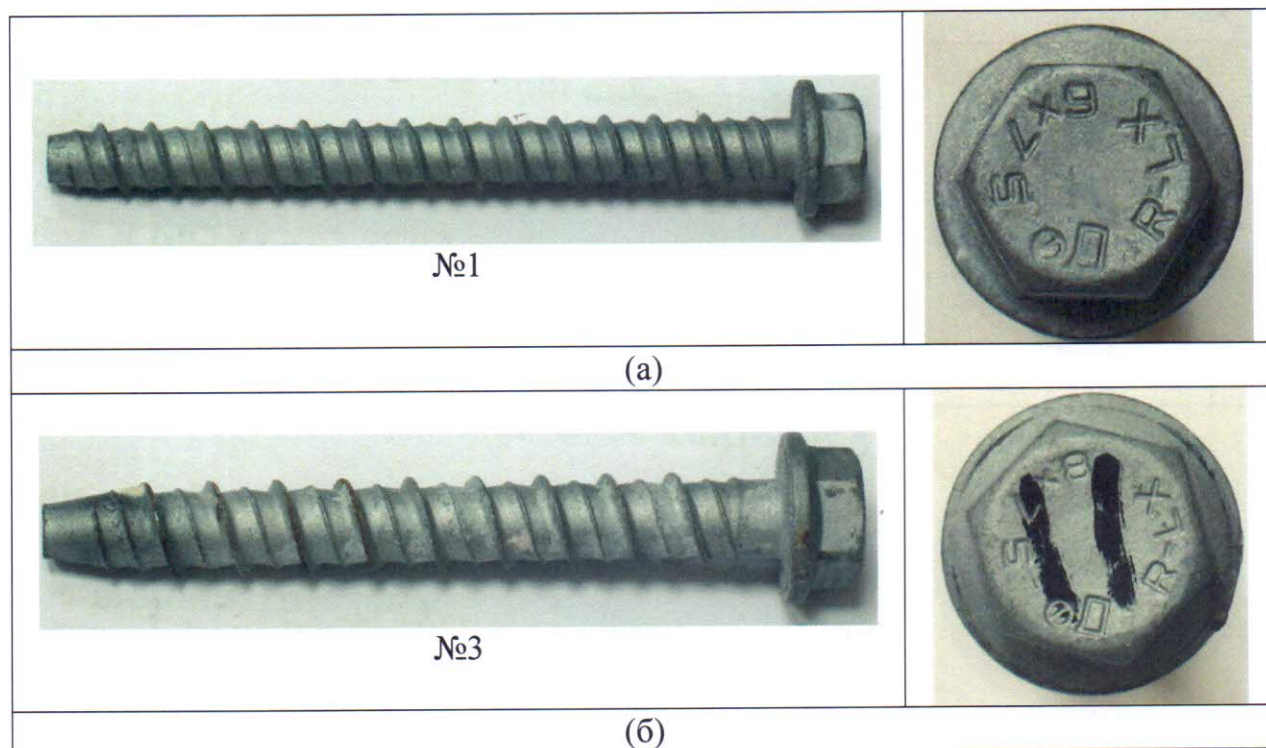


Рис. 2. Внешний вид анкеров №3 (а, б) и №4 (в) после испытаний в камере влажности

После воздействия сернистого газа на поверхности образца №1 обнаружен тонкий белый налет на головке (рис. 3 а); №3 – тонкий белый налет и точки ржавчины на головке и на резьбе (рис. 3 б); №4 – темные области на головке и на резьбе, а также незначительные следы ржавчины в области резьбы анкера (рис. 3 в).



[Handwritten signature]

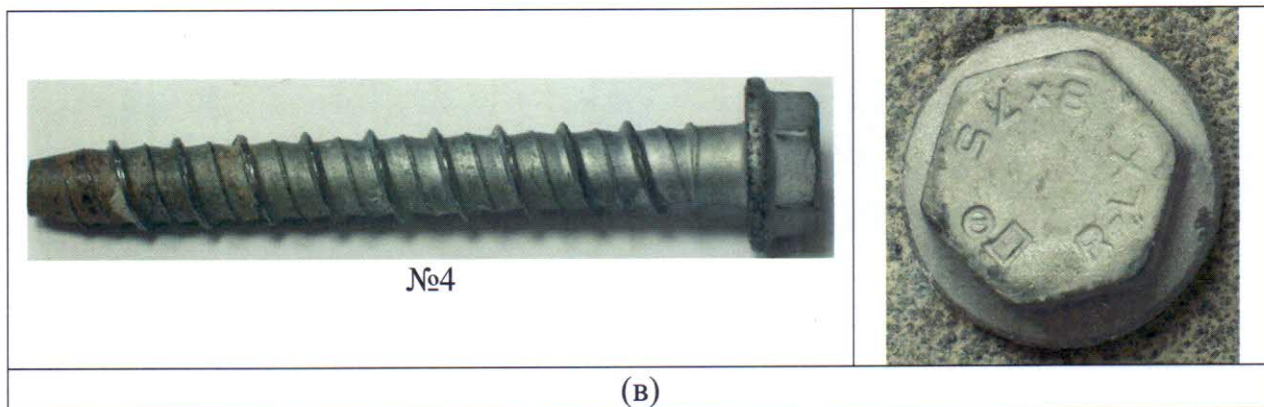
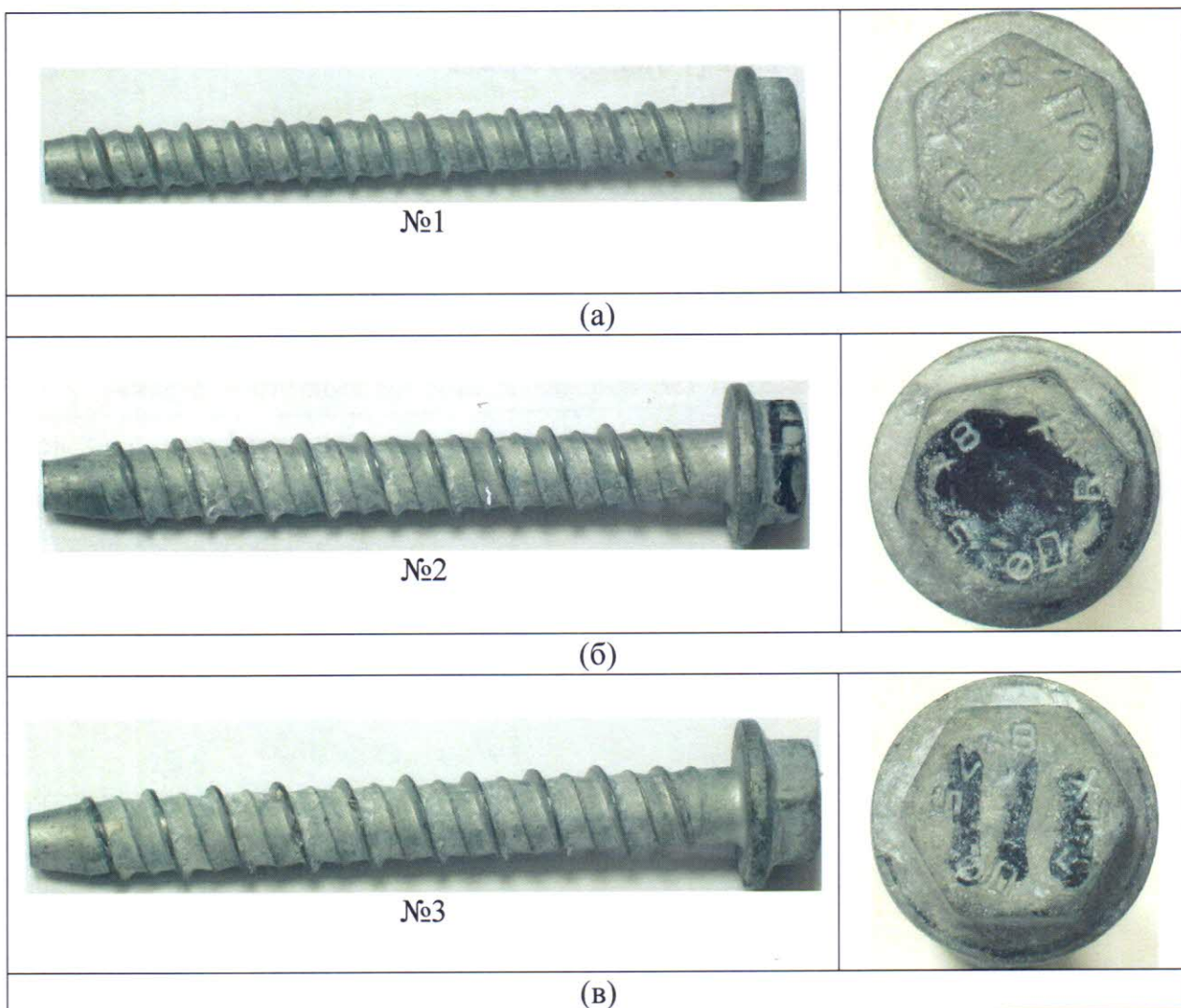


Рис. 3. Внешний вид анкеров №1 (а) №3 (б) и №4 (в) после испытаний в камере сернистого газа

После испытаний в камере соляного тумана на поверхностях исследуемых образцов №1-№4 зафиксирован сплошной тонкий белый налет (рис. 4 а-д). Пятна ржавчины обнаружены на одном из образцов №3 в области резьбы в зоне с поврежденным покрытием (рис. 4 г).



[Handwritten signature]

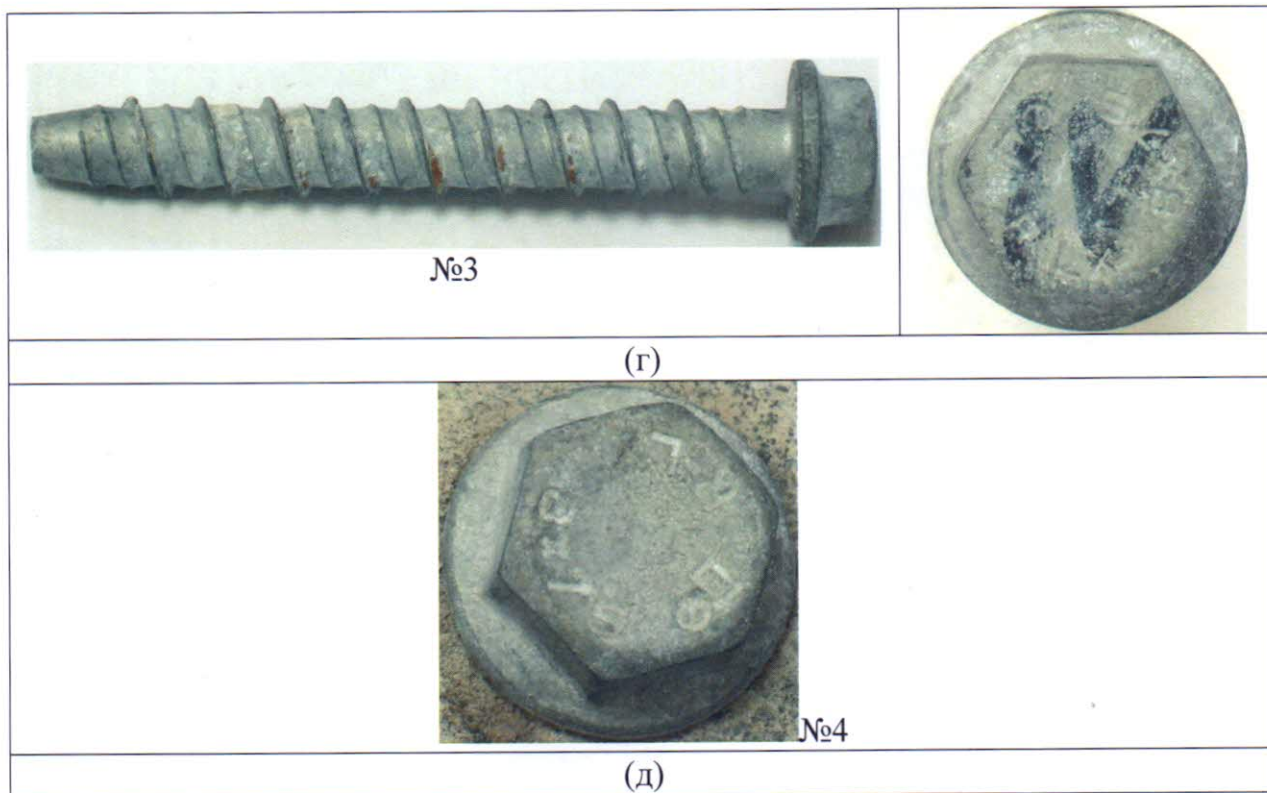


Рис. 4. Внешний вид анкеров №1 (а) №2 (б), №3 (в, г) и №4 (д) после испытаний в камере соляного тумана

В результате *металлографического анализа* установлено, что покрытие с покрытием Delta Protpekt K1 101 на анкерах №1-№4 однослойное, толщина которого составляет 30-40 мкм (рис. 5).

Анализ состояния материала анкеров №3 показал, что после испытаний покрытие сохранилось практически полностью (рис. 5 а-г). Выявлены локальные участки в области, вмонтированной в бетон, где остаточная толщина покрытия составляет 15-20 мкм (рис. 5 д).

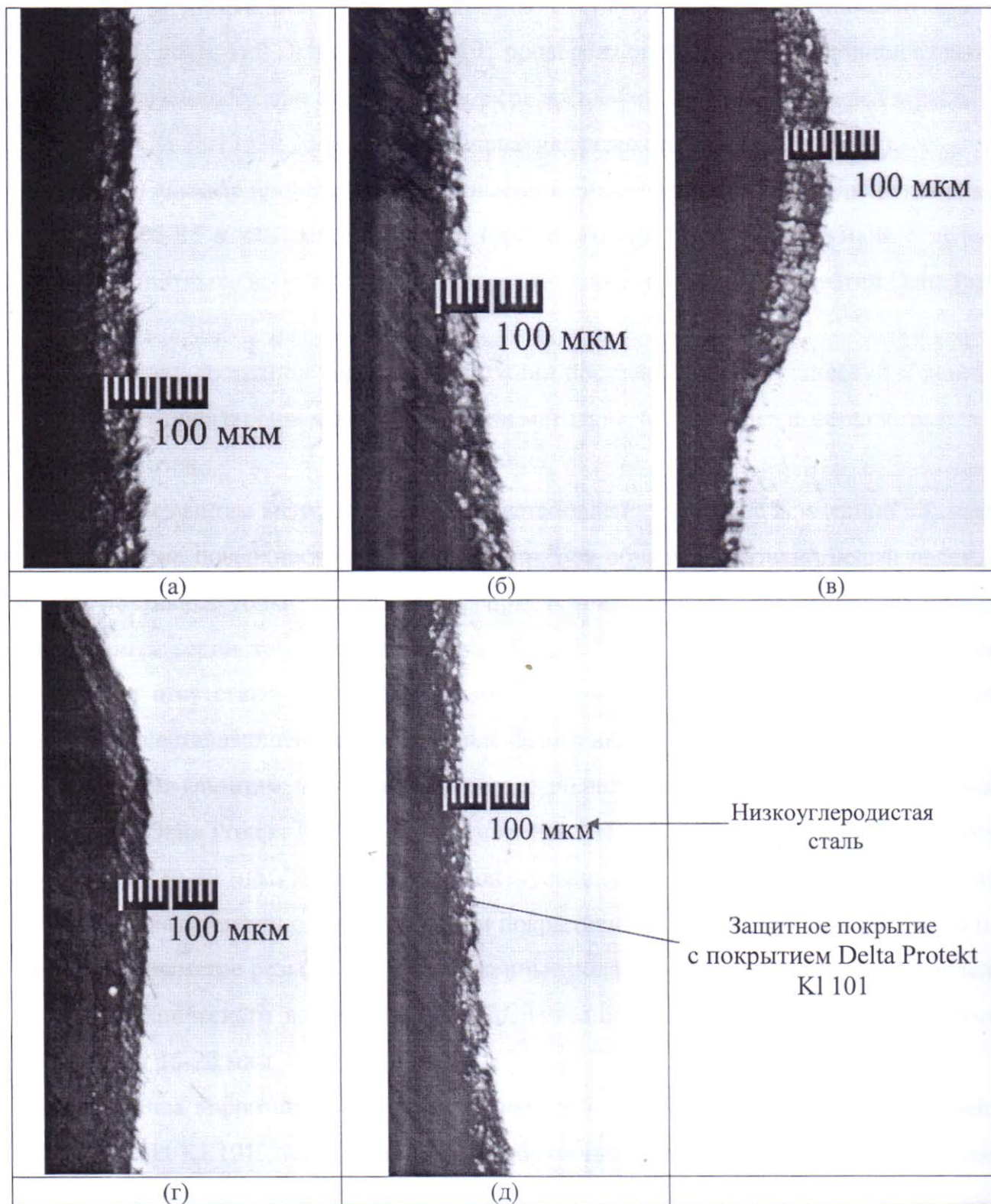


Рис. 5. Состояние материалов анкеров №3 после испытаний в КСГ: (а) – голова; (в, г) – цилиндрическая часть; (б, д) – резьба

[Handwritten signature]

Анализ результатов исследования

В результате исследований анкеров с системой антикоррозионных цинк-ламельных покрытий Delta Protekt K1 101 проведена оценка их коррозионной стойкости и долговечности при эксплуатации в средах слабой и средней степеней агрессивности по СП 28.13330.2017 (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

При анализе проведены ускоренные циклические коррозионные испытания по ГОСТ 9.308-85 в камерах влажности, сернистого газа и соляного тумана с целью оценки защитных свойств и скорости коррозии цинк-ламельных покрытий Delta Protekt K1 101.

Оценку состояния анкеров в состоянии поставки и после установки и демонстража из бетонного основания производили методами визуального и металлографического анализов.

По результатам визуального анализа установлено, что после испытаний в камере влажности на поверхности исследуемых анкеров обнаружен тонкий белый налет, а также локальные точки ржавчины на ребрах головки анкера, установленного в бетоне; в камере сернистого газа наблюдается белый налет, точки ржавчины и локальные области с отсутствием покрытия; в камере соляного тумана – продукты коррозии цинковой составляющей покрытия в виде белого налета.

По результатам металлографического анализа установлено, что исследуемое покрытие Delta Protekt K1 101 (на образцах №1-№4) однослойное, толщина которого составляет 30-40 мкм. На анкерах, демонтированных из бетона (образцы №3 и №4), выявлены как участки с отсутствующим покрытием, локализованные в основном на внешнем диаметре резьбы, так и протяженные области с утонением покрытия вследствие механического воздействия при вкручивании, остаточная толщина которого составляет 15-20 мкм.

Оценка коррозионной стойкости анкеров с цинк-ламельным покрытием Delta Protekt K1 101 показала высокую стойкость при воздействии слабо- и средне-агрессивных сред по СП 28.13330.2017. Аппроксимация коррозионного поражения на длительный срок эксплуатации позволяет установить, что скорость коррозии исследованного покрытия Delta Protekt K1 101 толщиной 30-40 мкм на низкоуглеродистой стали в средах слабой и средней агрессивности составит 0,3-0,5 мкм/год.

Таким образом, на основании полученных результатов исследований долговечность анкеров из низкоуглеродистых сталей с системой антикоррозионных покрытий Delta Protekt K1 101 в условиях сред слабой и средней агрессивности составит не менее 50 лет.

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлено, что стальные анкеры с цинк-ламельным покрытием Delta Protekt K1 101 устойчивы к атмосферной коррозии при воздействии неагрессивных, слабо- и среднеагрессивных сред по СП 28.13330.2017 (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85).

2. Срок службы анкеров из низкоуглеродистых сталей с системой антикоррозионных покрытий Delta Protekt K1 101 в условиях сред слабой и средней степеней агрессивности составит не менее 50 лет.

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



АКТ отбора образцов № 1/12/03/2019

Приложение 1

от 12 марта 2019 г.

Заявитель (Заказчик)	RAWLPLUG S.A. (ПАВЛПЛУГ АО), ул.Квидзыньска 6, 51-416 Вроцлав, Польша				
Комиссия в составе:	1. Алексей Кусал 2. Евгений Егоров 3. Эвелина Рычковска				
Испытательная лаборатория	«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС») 119049, г. Москва, Ленинский пр., д.4.				
Цель отбора образцов	Исследование коррозионной стойкости и долговечности анкеров с антикоррозионным покрытием Delta				
Наименование продукции	Стальные анкеры RAWLPLUG типа R-LX				
Идентификационные признаки	Анкеры с шестигранной головкой и пресс-шайбой с системой защитных антикоррозионных покрытий DELTA-PROTEKT® KL 101				
Единица измерения и объем выборки для испытаний	20 (двадцать) шт.				
Дата отбора	12.03.2019				
Место отбора	г. Вроцлав, Склад RAWLPLUG S.A. (ПАВЛПЛУГ АО), ул.Квидзыньска 6, Польша				
Отбор образцов проведен в соответствии	Договор от 18.03.2019, программа испытаний.				
Результат наружного осмотра образцов	удовлетворительное				
Условия хранения	----				
Условия транспортировки	----				
Надписи на упаковке и этикетках	----				
Отобранные образцы упаковываются:	Мешок				
Упакованные образцы пломбируются (опечатываются):	----				
Количество пломб (печатей)	----				

Образцы отобраны из продукции, предъявленной под наименованием: Стальные анкеры RAWLPLUG типа R-LX с шестигранной головкой и пресс-шайбой с системой защитных антикоррозионных покрытий DELTA-PROTEKT® KL 101

Наименование образцов предъявленной продукции	Ед. изм.	Номер партии	Размер партии	Дата изготовления	Количество отобранных образцов
№1 R-LX-08X075-HF-ZF Стальные анкеры RAWLPLUG типа R-LX с шестигранной головкой и пресс-шайбой с системой защитных антикоррозионных покрытий DELTA-PROTEKT® KL 101 - заранее неиспользованы, без маркировки	шт.	18/02/1684	50 000 шт.	18.02.2019	5
№2 R-LX-08X075-HF-ZF Стальные анкеры RAWLPLUG типа R-LX с шестигранной головкой и пресс-шайбой с системой защитных антикоррозионных покрытий DELTA-PROTEKT® KL 101 - установленные методом вкручивания и выкрученные из бетонного основания, маркированы черной точкой (рис.4)	шт.	18/02/1684	50 000 шт.	18.02.2019	5

<p>№3 R-LX-08X075-HF-ZF Стальные анкеры RAWLPLUG типа R-LX с шестигранной головкой и пресс-шайбой с системой защитных антикоррозионных покрытий DELTA-PROTEKT® KL 101 - установленные методом вкручивания и выбитые из бетонного основания, маркированы V (рис.2), II (рис.3), III (рис.4) и IV (рис.4)</p>	шт.	18/02/1684	50 000 шт.	18.02.2019	5
<p>№4 R-LX-08X075-HF-ZF Стальные анкеры RAWLPLUG типа R-LX с шестигранной головкой и пресс-шайбой с системой защитных антикоррозионных покрытий DELTA-PROTEKT® KL 101 - установленные в бетонное основание вкручиванием, без маркировки</p>	шт.	18/02/1684	50 000 шт.	18.02.2019	5

1

RAWLPLUG S.A.

51-416 Wrocław, ul. Kwidzyńska 6
NIP 895-16-87-880
Regon 932098397

2

3

Kusal

(подпись)

Алексей Кусал, Директор по развитию бизнеса в странах СНГ

(должность, ф. и. о.)

Егоров

(подпись)

Евгений Егоров, Экспорт-менеджер

(должность, ф. и. о.)

(подпись)

Эвелина Рычовска, Специалист по экспорту

(должность, ф. и. о.)

Сброшировано и пронумеровано

17 стр.

