

**ОАО Всероссийский научно-исследовательский
Институт Коррозии (ОАО ВНИИК)**

"УТВЕРЖДАЮ"

Генеральный директор

ОАО ВНИИК

Бейшенев
« 10 » июля 2007



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**по результатам лабораторных испытаний защитных свойств
силиконового покрытия «Силотерм ЭП-6» (ТУ 2257-002-33680530-2002)
в различных агрессивных атмосферах.
(договор № 04-Н-03 от 12.01.07)**

Ответственный исполнитель,

Зав. лаб, ОАО ВНИИК, к.х.н.

Иванов **Е.С. Иванов**

Исполнитель ВНИИК, к.т.н.

Елисеев **Ю.Г. Елисеев**

Москва, 2007 г.

ОАО Всероссийский научно-исследовательский институт коррозии (ОАО «ВНИИК») в соответствии с договором № 04-Н-03 от 12.01.2007 провел работы по испытанию защитных свойств силиконового покрытия «Силотерм ЭП-6» по отношению к стали Ст3.

Цель работы – оценка защитных свойств покрытия «Силотерм ЭП-6» (ТУ 2257-002-33680530-2002) по отношению к углеродистой стали Ст3 при воздействии климатических факторов для условий эксплуатации в умеренно-холодном климате РФ (УХЛ2) и морском тропическом (Т2) в соответствии с ГОСТ 15150-69.

Для испытаний заказчиком - ЗАО «Элокс-Пром» - были представлены образцы стали Ст3 с покрытием «Силотерм ЭП-6» толщиной 1 мм. Технология нанесения покрытия разработана «Элокс-Пром».

Покрытие «Силотерм ЭП-6» представляет собой пастообразную композицию на основе низкомолекулярного каучука, вулканизирующуюся при контакте с влагой воздуха с образованием резиноподобного материала не подверженного усадке и трещинам. Наилучшее отверждение материала происходит при относительной влажности воздуха 60-75% и температуре от +5 до +60⁰С.

Покрытие применяется для противопожарной и противокоррозионной защиты кабельного хозяйства и повышения предела огнестойкости стальных несущих конструкций и вентиляционных коробов АЭС, ТЭС и других промышленных и строительных объектов.

Методы испытаний.

Испытания защитных свойств пленок проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ 9.401-91 «Покрытия лакокрасочные и неметаллические. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов» для условий эксплуатации:

- УХЛ2, умеренно-холодный климат России (представительный пункт – Тюмень);
- Т2, морской тропический климат, сочетающий воздействие солевого тумана с повышенной влажностью и температурой (представительные пункты – Гавана, Ханой, Аденский залив).

Испытания для условий эксплуатации УХЛ2

(метод 13, ГОСТ 9.401-91).

Пакеты с образцами металлов помещали в камеру влажности и выдерживали при $t = +40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $\phi = 97 \pm 3\%$ в течение 2-х часов. Затем обогрев камеры выключался и образцы выдерживали в ней 2 часа. Далее образцы переносили в камеру холода и выдерживали при $t = -30 \pm 3^{\circ}\text{C}$ в течение 6 часов. Из камеры холода образцы переносили в термокамеру и выдерживали в течение 5 часов при $t = +60 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Из термокамеры образцы переносили в

камеру холода и выдерживали при $t = -60 \pm 3^{\circ}\text{C}$ в течение 3-х часов. Затем образцы выдерживали на воздухе при комнатной температуре $15 \div 30^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80% в течение 6 часов. Это составило 1 цикл испытаний. Всего было проведено 90 циклов.

Осмотры образцов осуществляли через 5, 10, 30, 60 и 90 циклов. По окончании испытаний образцы металлов изымали, протирали спиртом и осматривали невооруженным глазом и под микроскопом МБС-9 при увеличении 16^{\times} .

Испытания для условий эксплуатации Т2 (метод 19 по ГОСТ 9.401-91).

Образцы с покрытиями помещали в камеру влажности при $t = +55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\varphi = 97 \pm 3\%$ и выдерживали в ней в течение 5 часов. Затем образцы переносили в камеру соляного тумана, располагая их под углом $20 \pm 5^{\circ}$ к вертикали, и выдерживали в течение 3-х часов при следующем режиме работы камеры: непрерывное распыление раствора хлористого натрия с концентрацией конденсата 50 ± 5 г/л и $\text{pH} = 6,5 \div 7,2$ при $t = +35 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Из этой камеры образцы переносили в камеру влаги и выдерживали при $t = +55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и $\varphi = 97 \pm 3\%$ в течение 5 часов. Затем образцы извлекали из камеры и переносили в термокамеру с $t = +60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и выдерживали 10 часов. Далее образцы выдерживали на воздухе при $t = 15 \div 30^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80% в течение 1 часа. Это составляло I цикл испытаний. Всего было проведено 90 циклов.

Осмотры образцов осуществляли через 5, 10, 30, 60 и 90 циклов. По окончании испытаний образцы металлов изымали, протирали спиртом и осматривали невооруженным глазом и под микроскопом МБС-9 при увеличении 16^{\times} .

Для проведения испытаний в агрессивных средах (атмосферах) по режимам УХЛ2 и Т2 использовали: камеру тепла и влаги PLATINOUS RAINBOW PR-IG, термостат MINISABZERO MC-81, камеру соляного тумана ST-ISO-3 фирмы SUGA.

Оценка защитной способности покрытия «Силотерм ЭП-6»

Оценку защитной способности пленки по отношению к Ст3 без покрытия и с покрытием «Силотерм ЭП-6» проводили в соответствии с ГОСТ 9.401-91. При этом определяли:

- характер коррозионных поражений (равномерная или локальная коррозия);
- % поверхности пораженной коррозией (табл.1), которую выражали в баллах.

Таблица 1

Десятибалльная шкала оценки защитной способности средств противокоррозионной защиты (в соответствии с ГОСТ 9.041-74)

Площадь коррозионных поражений, %	Балл	Площадь коррозионных поражений, %	Балл
0	0	1,00 – 3,00	6
0 – 0,05	1	3,00 – 5,00	7
0,05 – 0,10	2	5,00 – 10,00	8
0,10 – 0,30	3	10,00 – 30,00	9
0,30 – 0,50	4	30,00 – 50,00 и более	10
0,50 – 1,00	5		

Результаты испытаний.

Результаты испытаний защитной способности пленок силиконового покрытия приведены в таблице 2.

Из рассмотрения представленных данных следует:

1. Коррозия Ст3 без покрытия «Силотерм ЭП-6» начинает интенсивно развиваться в первые сутки и через 10 циклов испытаний коррозией покрыто 100% поверхности; коррозия имеет точечный характер.
2. Покрытие «Силотерм ЭП-6» толщиной 1,0 мм полностью предотвращает коррозионный процесс в течение 90 циклов испытаний; коррозии основного металла не наблюдалось; декоративные свойства практически не изменились.

Таким образом, силиконовое покрытие «Силотерм ЭП-6» толщиной 1,0 мм более обладает высокими защитными свойствами по отношению к стали Ст3 в течение 90 суток испытаний по режимам УХЛ2 и Т2.

В таблице 3 приведены результаты определения физико-механических свойств покрытия «Силотерм ЭП-6» до и после испытаний в климатических камерах в течение 90 циклов (суток).

Из представленных в таблице 3 результатов видно, что после длительных испытаний прочностные свойства покрытия, его твердость, удельное электрическое сопротивление, адгезия к металлу практически не изменилась по сравнению с исходным состоянием.

Полагая, что коррозионные поражения поверхности, не превышающие 1% от общей поверхности металла, являются допустимыми (балл 5 по ГОСТ 9.041-74), можно ожидать, что защитные свойства пленок покрытия «Силотерм ЭП-6» толщиной 1,0 мм по отношению к Ст3 достигнут вышеуказанного уровня (5 баллов) не ранее, чем через 120-150 суток.

Исходя из рекомендаций ГОСТ 9.401-91 (приложение 11) по определению срока защиты в эксплуатационных условиях в районах с умеренно-холодным климатом (УХЛ2) и нашего опыта, можно предварительно оценить прогнозируемый срок защиты Ст3 покрытием «Силотерм ЭП-6», который составит не менее 10 лет.

Таблица 2
 Результаты испытаний образцов Ст3 с силиконовым покрытием «Силотерм ЭП-6» на атмосферостойкость по режимам УХЛ2 и Т2

Режим испытаний	Внешний вид образцов и балл коррозии в соответствии с табл.1 после испытаний в течение *							
	10 суток		30 суток		60 суток		90 суток	
	Внешний вид	Балл	Внешний вид	Балл	Внешний вид	Балл	Внешний вид	Балл
УХЛ2	Покрытие без изменений. Коррозия стали отсутствует	0	Покрытие без изменений. Коррозия стали отсутствует	0	Покрытие без изменений. Коррозия стали отсутствует	0	Покрытие без изменений. Коррозия стали не наблюдается	0
Т2	Покрытие без изменений. Коррозия стали отсутствует	0	Покрытие без изменений. Коррозия стали отсутствует	0	Покрытие без изменений. Коррозия стали отсутствует	0	Небольшое потемнение покрытия. Коррозия стали не наблюдается	0

* Коррозия Ст3 без покрытия «Силотерм ЭП-6» при испытаниях по режимам УХЛ2 и Т2 начинает интенсивно развиваться в течение первых суток испытаний и через 10 суток испытаний балл коррозии составил 9-10; коррозия имела точечный характер.

Таблица 3
 Механические характеристики покрытия «Силотерм ЭП-6» до и после испытаний по режимам УХЛ2 и Т2 в течение 90 циклов (суток).

Показатель	Значение показателя		
	До испытаний (исходное состояние)	После УХЛ2	После Т2
1. Прочность на удар*, кг·см	Не менее 50	Не менее 50	Не менее 45
2. Твердость по прибору** М-3, усл.ед.	0,60	0,58	0,55
3. Адгезия (балл) ***	1	1	1
4. Удельное электрическое сопротивление****, Ом·см	$4,5 \cdot 10^{11}$	$4,3 \cdot 10^{11}$	$4,1 \cdot 10^{11}$

* Прочность на удар определялась на приборе У-1 по ГОСТ 4765-73

** Твердость определялась на приборе М-3 по ГОСТ 5233-67

*** Адгезия определялась методом решетчатых надразов по ГОСТ 15140-78

**** Удельное объемное электрическое сопротивление определяли термометром Е6-13А по ГОСТ 6433.2-71 и ГОСТ 6433.4-71.

Выводы.

1. Проведены ускоренные лабораторные испытания силиконового покрытия «Силотерм ЭП-6» на атмосферостойкость по режимам УХЛ2 и Т2, имитирующих умеренно-холодный климат России и морской влажный климат.
2. Установлено, что покрытие «Силотерм ЭП-6» испытания на коррозионную стойкость по режимам УХЛ2 и Т2 в течение 90 суток (циклов) выдержали. Показано, что физико-химические свойства покрытия, такие как прочность на удар, твердость, электрическое сопротивление, адгезия за это время испытаний практически не изменились. Прогнозируемый срок службы покрытия в условиях воздействия умеренно-холодного и морского тропического климата составит не менее 10 лет.
3. На основе проведенных ускоренных испытаний, покрытие можно рекомендовать для защиты от коррозии оборудования, металлоконструкций, трубопроводов, вентиляционных коробов и др. строительных объектов на срок не менее 10 лет.

Ответственный исполнитель
Зав. лаб. ОАО ВНИИК



Е.С.Иванов