

# 4

**Р.А. Маркович**, главный специалист НТО  
по антикоррозионной защите,  
ОАО «ЛенморНИИпроект»

## Коррозионная стойкость металлоконструкций балкерных терминалов минеральных грузов

При строительстве балкерных терминалов используются металлоконструкции, которые эксплуатируются в различных атмосферных условиях. Отличительной особенностью атмосферы терминалов является повышенная концентрация взвеси или паров перегружаемых продуктов. Некоторые из них (уголь, сера и руды) являются нейтральными по коррозионным характеристикам, но содержат коррозионноактивные примеси. Наиболее коррозионноактивными являются химические удобрения.

Основными типами сооружений балкерных терминалов являются склады, приводные и пересыпные станции, погрузочные и конвейерные галереи. Защита от коррозии таких конструкций осуществляется с помощью нанесения систем лакокрасочных покрытий. Коррозионные разрушения металлоконструкций снижают эксплуатационную надежность и долговечность сооружений и приводят к засорению минеральных грузов продуктами коррозии железа и разрушения лакокрасочных покрытий.

### С ВОПРОСАМИ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ В АНАЛОГИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ СТАЛКИВАЮТСЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ТАКИХ ОТРАСЛЕЙ, КАК:

- добыча полезных ископаемых;
- переработка минеральных веществ;
- морской, железнодорожный и автомобильный транспорт.

Таблица 1. Эксплуатационные требования к системам защитных покрытий в соответствии с нормативными документами

УЧАСТКИ КОНСТРУКЦИИ	СРЕДА, КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПО ISO 12944, ХИМСТОЙКОСТЬ ПО СНИП 2.03.11		ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	ДЕКОРАТИВНЫЕ СВОЙСТВА: ЦВЕТ ПО RAL, ФАКТУРА И БЛЕСК ПО ГОСТ 23852-79	ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПО ISO -12944-5, ПО РЕЗУЛЬТАТАМ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ
	Характеристика	Степень агрессивности воздействия			
Наружные поверхности*	C5-M C5-I	Высокая	Взвесь и пары сыпучих грузов	Цвет, глянец	Не менее 15 лет
Внутренние поверхности	C5-I	Высокая	Истирающее действие сыпучих грузов. Контакт с сыпучими грузами	Светлые тона	Не менее 15 лет
Внутренние поверхности	C5-I	Высокая	Высокая увлажненность поверхности. Взвесь и пары сыпучих грузов	Цвет, глянец	Не менее 15 лет

\* – в зависимости от территориального положения терминала.

Из всех этих металлоконструкций конструкции транспортных средств наиболее ремонтнопригодны. Поэтому для защиты трюмов, вагонов и кузовов используются системы лакокрасочных покрытий с низким сроком службы – от 2 до 5 лет.

Использование таких покрытий для защиты металлоконструкций балкерных терминалов нерентабельно, так как частые ремонты, связанные с необходимостью возобновления защитных покрытий, влияют на пропускную способность терминала.

В этой статье используются результаты стендовых испытаний различных систем защитных лакокрасочных покрытий, которые проводились в 2002–2005 гг. в балластном танке эксплуатирующего дока Новороссийского судоремонтного завода. Испытывались покрытия различных производителей на основе эпоксидных, винилово-эпоксидных, однокомпонентных полиуретановых, хлоркаучуковых и перхлорвиниловых материалов. Результаты этих испытаний хорошо иллюстрируют поведение лакокрасочных покрытий в условиях влажной атмосферной коррозии, с высоким содержанием растворимых солей.

**ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ДЛИТЕЛЬНУЮ ЗАЩИТУ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИЕСЯ В АГРЕССИВНЫХ УСЛОВИЯХ. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО УСТРАНЕНИЮ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЯХ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В АГРЕССИВНЫХ УСЛОВИЯХ**

Срок службы любой защитной системы определяется толщиной сухой пленки антикоррозионной окрасочной системы, присутствующей на сварных швах, острых кромках, болтах, гайках. Эти критические участки, на которых и начинается разрушение, составляют до 20% от общей площади поверхности.

Устранение дефектов металлических поверхностей перед проведением работ по защите их от коррозии рассмотрено в международном стандарте ISO 8501/3.

При окраске металлоконструкций на всех критических участках и на поверхностях, недостаточно доступных для окраски распылением, должен быть нанесен дополнительный слой полосового окрашивания, обычно выполняемый кистями. Это обеспечивает необходимую толщину покрытия в районе дефектов поверхности.

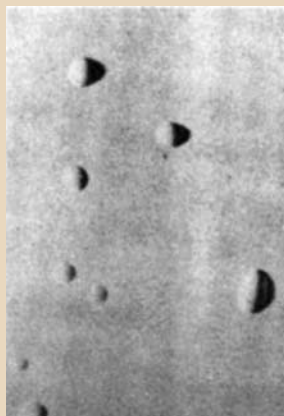
**Таблица 2. Дефекты и степени подготовки металлоконструкций**

ВИДЫ ДЕФЕКТОВ		СТЕПЕНЬ ПОДГОТОВКИ P2
<b>1. Дефекты сварки</b>		
1.1 Брызги от сварки		На поверхности не должно содержаться неприваренных и слабоприваренных брызг [рис. а) и б)]. Брызги, изображенные на рис. с), могут присутствовать.
1.2 Профиль шва		Поверхность должна быть обработана (например, путем шлифования) с целью удаления неправильного профиля или заостренных кромок.
1.3 Окалина		На поверхности не должно содержаться окалины.
1.4 Канавки/ Подрезы		На поверхности не должно содержаться глубоких канавок-подрезов или канавокподрезов с острыми краями.
1.5 Поры		Поры на поверхности должны быть обработаны или достаточно открыты для обеспечения проникновения краски.
1.6 Кратер в конце шва		У кратеров не должно быть острых кромок.
<b>2. Кромки</b>		
2.1 Скругленные кромки		Кромки должны быть закруглены с радиусом закругления не менее 2 мм (см. ISO 12944/3).
2.2 Кромки, образованные при перфорировании, резке, распиливании или сверлении		Кромки должны быть закруглены с радиусом закругления не менее 2 мм (см. ISO 12944/3).
2.3 Кромки, образованные при термической обработке		Надрезы на поверхности должны быть удалены, а кромки должны быть закруглены с радиусом закругления не менее 2 мм (см. ISO 12944/3).
<b>3. Поверхность в целом</b>		
3.1 Оспины и кратеры		Оспины и кратеры должны быть достаточно открыты для обеспечения проникновения краски.
3.2 Отслаивание		На поверхности не должно содержаться видимых отслоений.
3.3 Расслоение/ расслоение от надреза Подрез (порез)		На поверхности не должно содержаться видимых расслоений от надрезов.
3.4 Вкатанные инородные частицы		На поверхности не должно содержаться вкатанных инородных частиц.
3.5 Желобки и выемки, образовавшиеся в результате механических действий, бороздки, канавки		Радиус желобков и выемок, бороздок и канавок не должен быть менее 2 мм.
3.6 Вмятины и вдавливания		Вмятины и вдавливания должны быть гладкими.

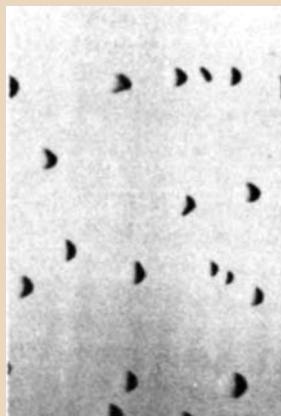
# защита металлоконструкций

Таблица 3. Классификация содержания растворимых солей на поверхности металла по NACE / SSPS SP12/

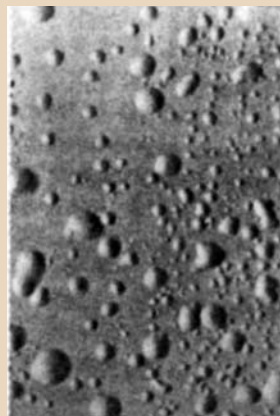
СОСТОЯНИЕ	ОПИСАНИЕ
SC-1	Поверхность свободна от всех загрязнений, в пределах чувствительности лабораторного оборудования.
SC-2	На поверхности имеется < 7 мг/см <sup>2</sup> загрязнений хлоридом, < 10 мг/см <sup>2</sup> ионов железа и/или < 16 мг/см <sup>2</sup> загрязнения сульфатом, что подтверждено анализами на месте или в лаборатории, при использовании надежного тестирующего оборудования.
SC-3	На поверхности имеется < 50 мг/см <sup>2</sup> загрязнений хлоридом или сульфатом, что подтверждено анализами на месте или в лаборатории, при использовании надежного тестирующего оборудования.



Размер пузырей\*,  
плотность 2



Размер пузырей\*,  
плотность 3



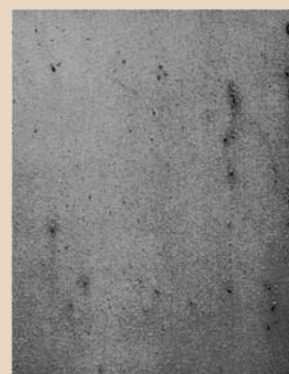
Размер пузырей\*,  
плотность 4

Рис. 1. Эталоны степени образования пузырей

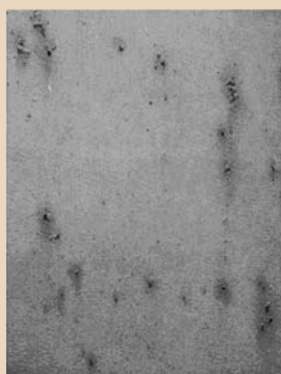
\* – При наличии на поверхности пузырей разного размера оценку проводят по размерам самых крупных пузырей



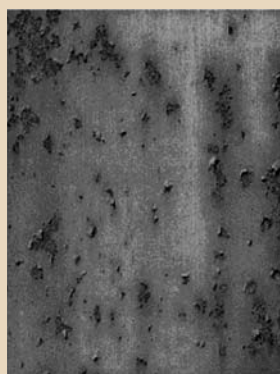
Рис. 2. Внешний вид эпоксидного покрытия 250 мкм (2 слоя), нанесенного по поверхности с содержанием растворимых солей SC-3



Степени коррозии Ri 2



Степени коррозии Ri 3



Степени коррозии Ri 4

Рис. 3. Эталоны степени коррозии

## ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТИ ОТ ОСАДКОВ РАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

Все металлоконструкции должны быть тщательно промыты пресной водой, содержание растворимых солей на поверхности металла не должно превышать SC-2 по NACE / SSPS SP12/.

Нанесение лакокрасочных покрытий на поверхность стали, содержащей загрязнения, превышающие SC-2 по NACE / SSPS SP12, приводят к образованию пузырей на окрашенной конструкции во влажной атмосфере. Оценка разрушения лакокрасочных покрытий (определение степени образования пузырей) проводится по эталонам международного стандарта ISO 4628/2. Эталоны степени образования пузырей приведены на рисунке 1.

На рисунке 2 приведен внешний вид участка, окрашенного эпоксидным покрытием, нанесенным по поверхности с содержанием растворимых солей SC-3 через 1 месяц после начала испытаний.

Основными причинами образования пузырей является некачественная подготовка поверхности металлоконструкции к окрашиванию: наличие на поверхности металла или между слоями покрытия осадков растворимых солей, а также недостаточное обезжиривание поверхности.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ЛКМ С ВЫСОКИМ СУХИМ ОСТАТКОМ

Оценка разрушения лакокрасочных покрытий (определение степени коррозии) проводится по эталонам международного стандарта ISO 4628/3. Эталоны степени коррозии приведены на рисунке 3.

На рисунке 4 приведен внешний вид участков, окрашенных перхлорвиниловым (а) – толщина 100 мкм, 1 слой, хлоркаучуковым (б) – толщина 500 мкм, 4 слоя и винилово-эпоксидным покрытием (в) – толщина 100 мкм, 1 слой, нанесенного по поверхности с содержанием растворимых солей SC-1 через шесть месяцев после начала испытаний.

**ОСНОВНЫМИ ПРИЧИНАМИ  
КОРРОЗИОННЫХ РАЗРУШЕНИЙ  
ПРИ КАЧЕСТВЕННОЙ ПОДГОТОВКЕ  
ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД  
ОКРАШИВАНИЕМ ЯВЛЯЕТСЯ  
НЕПРАВИЛЬНЫЙ ВЫБОР  
ЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ:**

- с низким сухим остатком;
- низкой водостойкостью;
- малой толщиной покрытия.

Результаты трехлетних стендовых испытаний показали высокую долговечность систем покрытий на эпоксидной, модифицированной эпоксидной, полиуретановой и модифицированной полиуретановой основах. Эти покрытия не имели разрушений. На рисунке 5 приведен внешний вид участков, окрашенных системами покрытий на эпоксидной и уретановой основах.

Система покрытий на металлоконструкциях, эксплуатирующихся в агрессивных условиях, должна наноситься в 2–3 слоя толщиной не менее 350 мкм, а для металлоконструкций, находящихся в прямом контакте с минеральными удобрениями, – не менее 500 мкм.



**Перхлорвиниловое покрытие**



**Хлоркаучуковое покрытие**



**Винилово-эпоксидное покрытие**

**Рис. 4. Коррозионные разрушения покрытий после шести месяцев экспозиции**



**Эпоксидное покрытие толщиной 250 мкм, 2 слоя**



**Эпоксидное покрытие толщиной 450 мкм, 2 слоя**

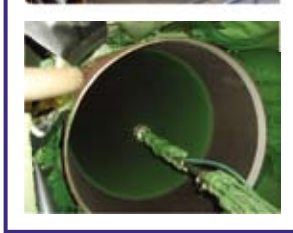


**Уретановое покрытие толщиной 100 мкм, 2 слоя**

**Рис. 5. Состояние окрашенных участков после трехлетней экспозиции**

## СТАЛЬНЫХ ТРУБ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

ВНУТРЕННЯЯ И НАРУЖНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ



### ООО «ЮКОРТ» ОКАЗЫВАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ УСЛУГ:

- Нанесение внутреннего антикоррозионного покрытия на основе высоковязких материалов на трубы диаметром 114-720 мм;
- Нанесение наружного двух- и трёхслойного антикоррозионного покрытия на основе экструдированного полиэтилена на трубы диаметром 89-720 мм;
- Изготовление отводов холодного гнутья диаметром от 114 до 530 мм с внутренним и наружным антикоррозионным покрытием.
- Изготовление гнутых отводов с нагревом ТВЧ диаметром от 89 до 426 мм.
- Изготовление и антикоррозионная изоляция фасонных деталей трубопроводов, сварных узлов.
- Ревизия, гидроиспытание, антикоррозионная изоляция запорной арматуры Ду 50-800 мм.

Прием трубы и отгрузка готовой продукции может осуществляться по железной дороге или автотранспортом.

Продукция ООО «ЮКОРТ» сертифицирована в системе добровольной сертификации ГОСТ Р.

Система менеджмента качества ООО «ЮКОРТ» в 2009 г. сертифицирована в ЗАО «Бюро Веритас Сертификейшн Русь» на соответствие требованиям стандартов ISO 9001:2008 и ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

ООО «ЮКОРТ». Почтовый адрес: 628309, РФ, ХМАО - Югра, г. Нефтеюганск, 6 мкр., д. 28

Тел: +7 (3463) 23-05-17 • Факс: +7 (3463) 25-15-24 • E-mail: [yucort@rnservice.ru](mailto:yucort@rnservice.ru) • [www.yucort.ru](http://www.yucort.ru)