

## ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано совещанием экспертов Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу с 19 по 22 сентября 2006 г., г.Сенец, Словацкая Республика

Согласовано совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу с 6 по 9 ноября 2006 г., г.Варшава

Утверждено на заседании Конференции Генеральных директоров (ответственных представителей) железных дорог ОСЖД 23-27 апреля 2007 г., г.Тбилиси, Грузия

Дата вступления в силу: 27 апреля 2007 г.

Примечание:

Памятка имеет обязательный характер для железных дорог:  
НК «ЖИ», МАВ, УЗ

**O+P**  
**772**

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ ОТ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ**

## СОДЕРЖАНИЕ

### Введение

#### 1. Защита от коррозии

##### 1.1. Конструктивные меры, снижающие степень коррозии

##### 1.2. Защитные покрытия

###### 1.2.1. Виды покрытий

###### 1.2.2. Системы защиты от коррозии

#### 2. Рекомендации по устройству антикоррозионных покрытий

##### 2.1. Подготовка конструкций перед нанесением антикоррозионных покрытий

###### 2.1.1. Степень очистки

###### 2.1.2. Способы удаления продуктов коррозии

###### 2.1.3. Механизация работ по очистке поверхности эксплуатируемых конструкций перед окраской

###### 2.1.4. Контроль качества очистки

##### 2.2. Устройство лакокрасочных покрытий

###### 2.2.1. Общие положения

###### 2.2.2. Механизация окраски металлических мостов

###### 2.2.3. Контроль качества окраски

##### 2.3. Металлизация

###### 2.3.1. Металлические покрытия

###### 2.3.2. Металлизация напылением

###### 2.3.3. Горячее цинкование

*Приложение №1* Системы защиты от коррозии

*Приложение №2* Критерии выбора антикоррозионных систем

*Приложение №3* Уменьшение срока службы системы покрытий в зависимости от условий выполнения окраски

*Приложение №4* Совместимость красок при ремонтных работах

*Приложение №5* Технологические параметры для готовых к применению лакокрасочных материалов

*Приложение №6* Антикоррозионные составы для защиты металлических пролетных строений и конструкций

## ВВЕДЕНИЕ

Все металлические конструкции в большей или меньшей степени подвержены коррозии. Скорость коррозии зависит от материала конструкции, влажности и температуры воздуха, наличия в нем агрессивных газов. Дополнительные факторы, такие как образование конденсата, накопление пыли (особенно хорошо растворимых, гигроскопичных веществ), повышают скорость коррозии незащищенной стали до 1 мм в год.

Коррозия может значительно ослабить отдельные элементы конструкции, что ведет к уменьшению несущей способности и срока службы сооружения.

Для защиты металлических конструкций от коррозии необходимо принимать меры, предупреждающие воздействие агрессивной среды на них.

К мерам по защите металлических конструкций от коррозии относятся:

- конструктивные и организационные меры, снижающие степень агрессивного воздействия или предотвращающие его (придание конструкциям формы или назначение режимов эксплуатации, обеспечивающие такое снижение);
- первичная защита (применение коррозионностойких сталей);
- вторичная защита (защитные покрытия – лакокрасочные, металлические);
- электрохимическая защита (протекторная, катодная и т.п.).

Рекомендации относятся к защите от коррозии новых и находящихся в эксплуатации металлических (стальных) конструкций. Они включают рекомендации по предварительной обработке поверхности и способам защиты от коррозии с помощью защитных покрытий.

## 1. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

### *1.1. Конструктивные меры, снижающие степень агрессивного воздействия*

В конструкциях металлических мостов следует предусматривать применение коррозионностойких сталей, избегать мест, где возможно скапливание влаги, способствующие коррозии, а также труднодоступных мест в которых невозможно качественное выполнение антикоррозионных работ.

### *1.2. Защитные покрытия*

#### *1.2.1. Виды покрытий*

Слоями лакокрасочного покрытия являются грунтовочные и покровные. Грунтовочные слои выполняются нанесением грунтовок, покровные – красок, эмалей, лаков.

Грунтовочные слои предназначены для обеспечения высокой адгезии защитного покрытия с поверхностью металла и его основной защиты от коррозии с помощью содержащихся в грунтовке активных пигментов. Грунтовки неустойчивы к атмосферным воздействиям и, будучи незащищенными, подвержены разложению.

Покровные слои предназначены для защиты грунтовки от атмосферных воздействий и агрессивных сред. Покровные слои должны иметь гладкую однородную поверхность, быть устойчивыми к свету и старению, выдерживать большие механические нагрузки.

**Масляные лакокрасочные материалы** содержат: грунтовки – льняное масло или льняную олифу, краски – льняную олифу или льняное полимеризованное масло –

олифу. Время сушки – около 16 часов. Масляные грунтовки (масляный свинцовый сурик) имеют высокую проникающую способность и могут применяться тогда, когда при удалении ржавчины нельзя добиться максимальной степени очистки. Влагостойкость и химическая стойкость удовлетворяют умеренным (средним) требованиям.

**Алкидные лакокрасочные материалы** – высыхающие на воздухе, содержат в качестве связующего сложный полиэфир видоизмененной жирной кислоты (алкидную смолу). Время высыхания – 8÷16 часов. Влагостойкость и химическая стойкость выше, чем у масляных лакокрасочных материалов.

**Перхлорвиниловые и сополимерно-винилхлоридные лакокрасочные материалы** содержат в качестве связующего повторно хлорированный поливинилхлорид, который не смывается и не набухает. Время высыхания – 1 час. Покрытие обладает высокой влагостойкостью и химической стойкостью, однако его стойкость к атмосферным воздействиям незначительна. При сильном ультрафиолетовом излучении необходимо учитывать потерю толщины слоя до 8 мкм/год.

**Эпоксидные лакокрасочные материалы** – двухкомпонентные составы холодного отверждения, обладающие высокими твердостью и химической стойкостью. При сильном ультрафиолетовом облучении они менее пригодны в качестве покровного слоя. Продолжительность высыхания – около 1 часа. Грунтовка из эпоксидной смолы и цинкового порошка содержит до 95 % металлического цинка и на нее могут быть нанесены любые другие лакокрасочные материалы.

**Полиуретановые лакокрасочные материалы** являются холоднотвердеющими двухкомпонентными материалами, которые дают хорошо сцепляющиеся, беспористые, износоустойчивые покрытия большой твердости и упругости. Через 3 часа на них можно набрызгивать краску, а через 6 часов наносить ее кистью. Эти покрытия химически стойки, но ненадежны при экстремальных значениях влажности.

**Битумные лакокрасочные материалы** готовят на основе битума и каменноугольного пека. Условия выпуска предусматривают применение красок без наполнителя, подобранных по цветовым тонам, и с наполнителем. Время сушки около 3 часов. Нанесение – с помощью кисти или набрызгом возможно через 6 часов. Битумные лакокрасочные материалы могут использоваться при большой влажности, в кислых и слабощелочных средах в условиях, когда защищаемая поверхность не подвержена воздействию солнечных лучей.

### *1.2.2. Системы защиты от коррозии*

Системы защиты от коррозии (прил.1), применяемые для сооружения в целом или его частей, следует выбирать в зависимости от ожидаемых условий эксплуатации (прил.2). Полноценная система защиты от коррозии состоит из двух грунтовочных и двух покровных слоев. Для достижения особенно высококачественных систем защиты от коррозии в качестве грунтовочных возможно применять металлические покрытия.

Толщина слоя системы покрытий в общем случае должна быть не менее 140 мкм, а для труднодоступных частей не менее 200 мкм.

## 2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

### 2.1. Подготовка конструкций перед нанесением антикоррозионных покрытий

#### 2.1.1. Степень очистки

Важнейшим условием долговечности и прочности защитных покрытий является предварительная обработка поверхностей. Поверхность должна быть свободна от продуктов коррозии и других наслоений, которые снижают сцепление защитного покрытия с ней. Поэтому необходимо полностью удалить грязь, пыль, сажу, осадок соли, окалину, ржавчину, продукты сварки, жиры и влагу так, чтобы поверхность приобрела чистый металлический блеск.

Только при повторном окрашивании могут допускаться на поверхности прочно сцепленные, очищенные старые покрытия и отдельные частицы краски в порах поверхности.

Степень очистки устанавливается стандартами отдельных дорог.

#### 2.1.2. Способы удаления продуктов коррозии

Для удаления продуктов коррозии (ржавчины) с металлических мостов применяются следующие способы обработки их поверхности:

##### 1) механические:

###### а) ударная обработка:

- ручным инструментом – молотками, долотами, шпателями, скребками, проволочными щетками,
- механизированным инструментом – перфораторами, отбойными молотками;

###### б) механическая абразивная обработка:

- ручным инструментом – металлическими щетками, наждачной бумагой,
- механизированным инструментом – прямой шлифовальной машиной и т.п.;

###### в) струйная обработка:

- струйно-абразивная – пескоструйная, дробеструйная (струей твердых частиц – песчаных, металлических);
- гидроструйная (струей воды);
- гидроабразивная (струей водной суспензии твердых частиц – гидропескоструйная);

##### 2) термический способ – газопламенная обработка;

3) химические способы – обработка кислотами, щелочами, растворителями, преобразователями ржавчины и т.п.

Выбор способа зависит от вида конструкции, степени коррозии, требуемой степени очистки и местных условий.

Ручную очистку применяют для небольших при небольших объемах работ также для предварительного удаления грубой ржавчины при ее очень толстых слоях.

Средняя шероховатость предварительно обработанной поверхности должна находиться в пределах  $40 \div 60$  мкм.

### 2.1.3. *Механизация работ по очистке поверхности эксплуатируемых конструкций перед окраской*

#### 1) **Общие положения**

Очистка металла эксплуатируемых мостов перед его окраской заключается в удалении с поверхностей элементов пылегрязевых отложений, масляных и жировых пятен, дефектного слоя старого лакокрасочного покрытия (трещины, сетка, отслаивание, сыпь, пузыри) и продуктов коррозии. Допускается не удалять хорошо сохранившееся старое лакокрасочное покрытие.

Очищенные поверхности металлоконструкций мостов непосредственно перед окраской подлежат приемке ответственным лицом. Одновременно должен производиться тщательный осмотр металла с целью выявления трещин, расслоений и других возможных дефектов конструкций..

Для подготовки металла эксплуатируемых мостов под окраску следует применять, как правило, механические способы очистки, В отдельных случаях допускается использование термического и химического способов.

#### 2) **Механические способы очистки**

**Очистка ручным и механизированным инструментом** рекомендуется для подготовки металла эксплуатируемых мостов или их отдельных элементов под окраску при малых объемах работ, а также в сочетании с другими способами очистки.

Достоинствами очистки механизированным инструментом являются простота выполнения работ и экономичность.

Недостатками - трудность очистки поверхностей сложной конфигурации и труднодоступных мест, относительно низкое качество очистки, шум, возможность повреждения металла (ударный инструмент).

**Струйно-абразивную очистку** открытой струей рекомендуется применять для подготовки под окраску металла эксплуатируемых мостов всех типов и размеров. Этот способ очистки обеспечивает высокое качество подготовки поверхностей независимо от рода и состояния удаляемых загрязнений. Производительность  $2 \div 10$  м<sup>2</sup>/час. Очищенные до чистого металла поверхности, во избежание появления нового налета ржавчины, должны быть загрунтованы в течение 4 часов с момента очистки.

В качестве абразивного материала следует использовать гранулированный шлак, дробленые горные породы, корундовый и металлический песок. Применение кварцевого песка из-за вредного воздействия кварцевой пыли на здоровье людей нежелательно.

Струйно-абразивную очистку с рекуперацией абразивного, материала (так называемый беспыльный дробеструйный способ) на эксплуатируемых мостах целесообразно использовать только для удаления отдельных очагов коррозии и старой краски с относительно несложных по конфигурации и легко доступных (открытых) поверхностей элементов, требующих высокого качества очистки. Достигаемая при этом производительность составляет  $0,5 \div 3$  м<sup>2</sup>/ч.

В качестве абразивного материала следует использовать рубленую стальную проволоку и металлическую или чугунную колотую дробь грануляцией  $0,3 \div 1,5$  мм.

#### **Очистка струей воды высокого давления:**

- гидроструйный (гидродинамический) способ, при котором загрязнения с поверхностей удаляются струей воды под давлением до 75 МПа;
- гидроабразивный способ, когда в качестве рабочей среды используется

струя смеси воды под высоким давлением (обычно 15÷16 МПа) с абразивным материалом (речным или кварцевым песком, доменным шлаком с размером частиц 0,6-1 мм и др.).

Этот способ подготовки металлических поверхностей под защитные покрытия наиболее перспективен. По сравнению со струйно-абразивной очисткой открытой струей и пароструйным способом очистка водой под высоким давлением имеет следующие преимущества:

- значительно большую производительность на одно сопло (в 1,2÷1,5 раза);
- исключается образование пара и пыли в процессе работы;
- значительно снижается уровень шума.

К недостаткам этого способа относят:

- невозможность выполнения работ при отрицательных температурах;
- необходимость пассивации очищенной до чистого металла поверхности с целью предупреждения быстрого появления нового налета ржавчины.

Основные параметры оборудования рекомендуемого для применения при очистке металла струей воды высокого давления:

- расход воды, л/ч	–	2100÷3000
- максимальное рабочее давление воды, Мпа	–	35÷42
- мощность привода, кВт	–	22÷37
- масса, кг	–	615÷650

### **3) Термический (огневой) способ очистки**

Термический способ очистки металла эксплуатируемых мостов выполняется газопламенными горелками специальной конструкции, работающими на кислородно-ацетиленовой или кислородно-пропанбутановой смеси.

Скорость перемещения горелок устанавливается в зависимости от конкретных условий выполнения работ, характере удаляемого слоя окалина, ржавчины или краски, способа выплавки, химического состава и толщины стали, температуры окружающего воздуха, влажности и положения очищаемой поверхности в пространстве. Практически она должна быть такой, чтобы температура поверхности металла не превышала 200°С, а после очистки составляла 50÷60°С. Это обеспечивается при скорости передвижения горелок в пределах 5÷20 см/с. Качество очистки хорошее, производительность – 2÷8 м<sup>2</sup>/час.

К недостаткам этого способа очистки относятся:

- отсутствие простых и надежных средств контроля за температурой нагрева металла;
- необходимость выполнения дополнительных работ по удалению пыле-грязевых отложений (перед очисткой) и огоревших продуктов (после нее).

Термическую очистку рекомендуется применять, главным образом, для удаления с поверхности многослойных прочно сцепленных с поверхностью ржавчины и краски.

### **4) Химические способы очистки**

**Удаление старой краски специальными смывками** следует применять в тех случаях, когда не могут быть использованы механический и термический способы очистки.

Технология очистки смывками заключается в следующем:

На очищаемую поверхность наносится плотный слой смывки и выдерживается до тех пор, пока покрытие не размягчится, набухнет или вспучится. После этого его удаляют, а поверхность металла обезжиривают уайт-спиритом, бензином или другими растворителями. При наличии подпленочных продуктов коррозии их удаляют механизированным инструментом. Расход смывки 250÷300 г/м<sup>2</sup>.

К недостаткам очистки смывками относятся:

- сложность технологии производства работ;
- необходимость тщательного удаления остатков смывок с мест соединения элементов, щелей и других труднодоступных мест, т.к. их наличие способствует быстрому разрушению вновь нанесенного лакокрасочного покрытия.

**Обработку поверхностей грунтовками – преобразователями ржавчины** рекомендуется применять в тех случаях, когда толщина слоя ржавчины на поверхности не превышает 100÷150 мкм.

В результате химической реакции с ржавчиной грунтовки-преобразователи создают химически стойкие, нерастворимые в воде соли, неопасные для металла и достаточно прочно сцепленные с его поверхностью. Расход грунтовок на однослойное покрытие 120÷200 г/м<sup>2</sup>. Лакокрасочное покрытие на поверхность металла наносится непосредственно после высыхания грунтовок.

### **5) Механизация вспомогательных работ**

Основными вспомогательными работами в процессе очистки металла эксплуатируемых мостов являются:

- доставка оборудования, материалов и людей к подлежащему чистке мосту;
- обеспечение доступности к его элементам в процессе чистки.

Для доставки оборудования, материалов и людей к месту производства работ рекомендуется использовать дрезины, грузовые автомашины и передвижные ремонтные мастерские.

В зависимости от типа очищаемого моста и конфигурации его элементов для обеспечения доступности рекомендуется использовать:

- смотровые тележки;
- сборно-разборные передвижные подмости;
- гидравлические шарнирные подъемники на автомобильном и железнодорожном ходу;
- плавучие подмости.

### **б) Пути дальнейшего повышения уровня механизации работ по очистке поверхности эксплуатируемых конструкций:**

1. Оснащение всех больших мостов смотровыми приспособлениями, стационарными компрессорными и насосными станциями.

2. Для выполнения работ по очистке металла малых и средних мостов целесообразно применение специальных машин на авто или железнодорожном ходу, оснащенных необходимым оборудованием для обеспечения комплексной механизации этого процесса.

#### *2.1.4. Контроль качества очистки*

Качество подготовки поверхности металлоконструкций эксплуатируемых мостов следует контролировать по степеням очистки согласно ГОСТ 9.402, ISO 8501 или другим стандартам, действующим в странах ОСЖД.

### **2.2. Устройство лакокрасочных покрытий**

#### *2.2.1. Общие положения*

Максимальную и минимальную температуру и максимальную влажность воздуха, при которых разрешено выполнять работы по окраске, определяют в

соответствии с рекомендациями производителя лакокрасочного материала по согласованию с заказчиком.

Лакокрасочные составы (материалы) могут быть нанесены кистью, валиком, пневматическим или безвоздушным напылением.

Лакокрасочные составы, которые в особых случаях поставляются только в виде отдельных компонентов, должны быть подготовлены к окраске на строительной площадке согласно местным инструкциям дорог.

Прочность покрытий в значительной степени зависит от предварительной обработки подслоя и условий выполнения работ при окраске (прил.3).

Стыки, щели, неровности, которые не заполняются лакокрасочным составом, после нанесения первого грунтовочного покрытия должны быть заполнены шпаклевкой. Все кромки, болты и сварочные швы перед вторым грунтовочным покрытием дополнительно окрашиваются.

Следующие покрытия допускается наносить только после достаточного просыхания предыдущего. Последовательность, установленная в системе окрашивания, и толщина отдельных слоев должны строго соблюдаться. Отдельные покрытия должны отличаться друг от друга по тону. Вся система покрытий должна осуществляться непрерывно без длительных промежуточных перерывов.

Следует различать частичную окраску конструкций, которая осуществляется в порядке их текущего содержания и полное обновление окраски.

**При частичной окраске** сохраняют старое лакокрасочное покрытие, не имеющее дефектов. Полностью удаляют старое покрытие, которые стали слабыми, рыхлыми, чешуйчатыми, имеют трещины или подвержены подпленочной коррозией. Особое внимание следует уделять трудно доступным местам и узлам, а также заклепкам, болтам, и сварным швам.

**Полное обновление окраски** выполняется периодически, в установленные сроки, которые определяются условиями эксплуатации, состоянием конструкций, а также техническими характеристиками и долговечностью применяемой антикоррозионной системы.

В случае частичного сохранения старого покрытия необходимо следить за его совместимостью с материалами нового покрытия (прил.4).

#### **Металлические конструкции, подлежащие бетонированию**

Поверхности металлических конструкций, перед бетонированием или обмуровкой необходимо очистить от грязи, масел и ржавчины.

Минимальное количество цемента для достижения эффективной защиты от коррозии с помощью бетона или цементного раствора составляет 240 кг/м<sup>3</sup>.

#### **Внутренние поверхности полых элементов**

Герметично сваренные полые элементы не имеют внутри никакого покрытия. Негерметично замкнутые элементы необходимо покрыть упрощенной системой антикоррозионной защиты (прил.1).

**Деревянные строительные элементы, соединенные с металлическими конструкциями**, должны быть сухими, их нельзя пропитывать средствами защиты древесины, которые подвергают опасности долговечность покрытия металлических конструкций.

### *2.2.2. Механизация окраски металлических мостов*

#### **1) Механизация работ по подготовке конструкций к окраске**

При очистке и удалении ржавчины предпочтение отдают струйной обработке с помощью пескоструйных, дробесатруйных, гидроабразивных аппаратов, позволяющих достичь максимальной производительности и качества работ.

## 2) Механизированное нанесение краски.

С целью повышения качества работ по окраске металлоконструкций мостов, снижения трудозатрат, экономии материалов необходимо обеспечить максимальную механизацию этих работ.

Для механизированного нанесения красок применяют:

- пневматические распылители, нанесение краски выполняется с помощью сжатого воздуха. Производительность труда по сравнению с работой вручную увеличивается. К недостаткам следует отнести потребность в дорогостоящем компрессорном оборудовании, устройство стационарных воздухопроводов что влечет за собой дополнительные затраты. Кроме того, в процессе окраски образуется «туман» из красящего вещества и растворителей;
- окрасочные аппараты безвоздушного распыления, что увеличивает производительность и повышает качество работ, позволяет добиться значительной экономии материалов за счет равномерного нанесения краски, существенно улучшить условия труда рабочих.

### **Пневматическое распыление красок**

Комплект устройства для пневматического распыления окрасочных составов содержит: компрессор, маслоотделитель, водоотделитель, резервуар для красящего вещества, пистолет-распылитель.

#### **Компрессор**

Можно применять встроенные, передвижные или переносные компрессора. В основном они имеют сходное выполнение с технической точки зрения и отличаются только конструктивными деталями.

#### **Масловодоотделители**

Качество окраски, производимой при помощи пневматического распыления, значительно зависят от степени чистоты нагнетаемого воздуха. Для очистки сжатого воздуха применяют стационарные или переносные масловодоотделители.

#### **Резервуар для окрасочного состава**

В резервуарах окрасочный состав хранится и направляется под давлением к пистолету-распылителю.

#### **Пистолет-распылитель**

В нем смешивается краска с сжатым воздухом. Продуктивно он применяется пока только при нанесении краски на большие поверхности. Диаметр сопла пистолета составляет 1,5÷2,5 мм.

#### **Распыление под высоким давлением**

Распылители, применяемые при нанесении краски на мостах, состоят из приводного механизма, силовой передачи, резервуара для красителей и других деталей.

#### **Приводной механизм**

Привод установки, работающей под высоким давлением, может быть электрическим или пневматическим.

#### **Ввод устройства в эксплуатацию**

Устройства и приборы, работающие под высоким давлением, заводом-изготовителем после проведения испытаний в рабочих условиях, очищаются, смазываются антикоррозийным средством и упаковываются. По этой причине следует до первой работы очистить устройства соответствующим растворителем, причем внешние поверхности следует протереть, а внутренние - промыть.

Устройствами следует пользоваться в соответствии с указанием завода-изготовителя.

#### **Выбор сопла**

При выборе сопла для краски учитываются следующие факторы: качество краски, вязкость, содержание пигмента и наполнителей, тиксотропия, количество

краски, температура и дисперсность распыления. Угол распыления зависит от величины поверхности и составляет от 10 до 80°.

#### **Техническое состояние устройства**

Устройства для распыления краски должны подвергаться ежедневному контролю и на каждой неделе тщательной проверке как с внешней, так и с внутренней стороны, в соответствии с указаниями, завода-изготовителя.

О проведенном контроле и проверке делается запись в книге результатов испытаний данного устройства.

#### **Подготовка краски перед распылением**

Одним из самых важных предварительных условий надежной работы устройств является тщательная подготовка краски перед ее применением. Фильтрация, смешивание красок, а также обеспечение соответствующей вязкости - эти работы должны выполняться квалифицированным рабочим.

Перед применением краски с поверхности надо удалить пленку (в случае ее образования) и всю краску тщательно перемешать. Рекомендуется краску пропустить через фильтр. Для разжижения краски и очистки устройства допускается только предписанный, для этого растворитель.

### *2.2.3. Контроль качества окраски*

#### **1) Требования к выполненным работам по окраске**

Основные требования к качеству окраски приведены в таблице.

Наименование дефектов	Максимальное допустимое наличие дефектов для класса качества:		
	первого	второго	третьего
Осадки влаги; бесцветность; отсутствие блеска	не допускается	10 % поверхности	25 % поверхности
Ползучесть краски; выпотевание; пятна	«	на 1 м <sup>2</sup> допускается 1 дефект размером не более 50×50 мм	на 1 м <sup>2</sup> допускается 4 дефекта размером не более 50×50 мм каждый
Неравномерность положения краски; усадки; изгибы; образование завесы	«	на длинных и узких поверхностях 2 дефекта на 1 м	на длинных и узких поверхностях 5 дефектов на 1 м
Меление	«	на 1 м <sup>2</sup> 2 дефекта не больше, чем 50×50 мм	на 1 м <sup>2</sup> 5 дефектов не больше, чем 50×50 мм
Скольжение краски	«	на 1 м <sup>2</sup> 2 дефекта не более, чем 50×50 мм	на 1 м <sup>2</sup> 5 дефектов не более, чем 50×50 мм
Маленькие кратеры	«	на 1 м <sup>2</sup> 3 дефекта	на 1 м <sup>2</sup> 10 дефектов
Пылинки и зерна краски	«	максимально Ø 0,1 мм на 10 % поверхности	максимально Ø 0,2 мм на 30 % поверхности

В индивидуальных проектах по требованию заказчика могут содержаться другие требования как, например, толщина, сцепление, твердость, упругость, пористость, устойчивость на удар, различные сопротивляемости и т.д. Отдельные показатели оцениваются в соответствии с существующими для них нормами.

Кроме того, на окрашенных поверхностях не должно быть полос, потеков, не должно наблюдаться шелушение, дробление или разложение краски.

После времени, предусмотренного для сушки краски, окраска не должна прилипать и смещаться. Отдельные слои краски не должны расслаиваться.

Все работы по нанесению покрытий должны вестись под наблюдением лица технического надзора заказчика. Проведенный контроль должен быть зафиксирован в актах. Толщину защитного слоя системы защиты от коррозии следует определять непосредственно на сооружении после нанесения покрытия и затем фиксировать в протоколе. Измерения следует проводить без разрушения с помощью специальных приборов.

## 2) Классификация

**Первый класс** по качеству окраски дается, если:

- удовлетворены все требования, несвязанные с классом качества, а также:
- если требования, связанные с классом качества, по отдельным испытаниям выполнены до 90 % первым классом качества, а только 10 % имеет второй класс качества.

**Второй класс** по качеству окраски дается, если:

- удовлетворены все требования, несвязанные с классом качества, а также:
- в случае, если требования, связанные с классом качества, по отдельным испытаниям выполнены до 90 % вторым классом качества, а только 10 % имеет третий класс качества.

## 3) Документация работ по окраске

Железные дороги ведут документацию работ по окраске в соответствии с их собственными правилами.

## **2.3. Металлизация**

### *2.3.1. Металлические покрытия*

Для создания системы защиты от коррозии с особо длительным защитным действием применяются металлические покрытия из цинка или алюминия. Поскольку на цинк воздействует атмосфера, содержащая серу и хлор, а на алюминий щелочь, металлические покрытия необходимо защищать покровным слоем, который следует выбирать в зависимости от условий работы конструкции. Нельзя применять краски, содержащие свинец.

Металлические покрытия могут быть нанесены методом напыления или путем погружения.

### *2.3.2. Металлизация напылением*

Металлизацию возможно производить газопламенным или электродуговым напылением, при которых оплавленный металл попадает на стальную поверхность и спекается в пористые слои.

Для обеспечения хорошего сцепления поверхность конструкции необходимо заранее очистить до максимальной степени чистоты и металлизировать в течение 4÷6 часов. Толщина слоя составляет:

- для цинка – от 40 до 300 мкм;
- для алюминия – от 80 до 300 мкм.

Металл должен наноситься по возможности несколькими слоями. Цинк обеспечивает лучшее защитное действие, алюминий – большую твердость. Для экономии цинка можно набрызгивать также цинк с алюминием.

Расстояние при напылении должно составлять 100÷150 мм при угле 80÷85° к поверхности конструкции. Работы следует проводить при температуре воздуха свыше 5°С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

### *2.3.3. Горячее цинкование*

Строительные конструкции небольших размеров можно подвергать горячему цинкованию. Для этого конструкции не должны иметь пустот и цинк должен свободно стекать в ванну.

Слой цинка не имеет пор и обеспечивает высокое защитное действие. При агрессивной промышленной атмосфере его надо защитить покровным слоем. В качестве посредника для сцепления на цинк необходимо сначала нанести реактивный грунт.

## Системы защиты от коррозии

№ п/п	Последовательность расположения слоев	Минимальная толщина слоя, мкм
1	2	3
1	Масляная грунтовка со свинцовым суриком, тощая	35
	Масляная грунтовка со свинцовым суриком, жирная	35
	Антикоррозионная масляная краска с железной слюдкой и алюминием, предварительно наносимая кистью	35
	Антикоррозионная масляная краска с железной слюдкой и алюминием	35
2	Масляная грунтовка со свинцовым суриком тощая	35
	Масляная грунтовка со свинцовым суриком жирная	35
	Антикоррозионная масляная краска со свинцовыми белилами, предварительно наносимая кистью	35
	Антикоррозионная масляная краска со свинцовыми белилами	35
3	Как № 1, но алкидные грунтовка и эмаль	
4	Два слоя: алкидная грунтовка со свинцовым суриком	по 35
	Три слоя: алкидная эмаль для наружного употребления, предварительно наносимая кистью	по 35
5	Перхлорвиниловая или сополимерно-винилхлоридная грунтовка со свинцовым суриком	30
	Пять слоев: антикоррозионная перхлорвиниловая или сополимерно-винилхлоридная эмаль	по 30
6	Два слоя: эпоксидная грунтовка с цинком	по 35
	Антикоррозионная масляная краска с железной слюдкой и алюминием, предварительно наносимая кистью	35
	Антикоррозионная масляная краска с железной слюдкой и алюминием	35
7	Два слоя: эпоксидная грунтовка с цинком	по 35
	Антикоррозионная алкидная эмаль с железной слюдкой и алюминием, предварительно наносимая кистью	35
	Антикоррозионная алкидная эмаль с железной слюдкой и алюминием	35
8	Два слоя: эпоксидная грунтовка с цинком	по 35
	Антикоррозионная перхлорвиниловая или сополимерно-винилхлоридная эмаль с алюминием	по 30
9	Два слоя: полиуретановая грунтовка	по 30
	Три слоя: полиуретановая эмаль	по 30
10	Эпоксидно-дегтевый окрасочный состав, разбавленный 1:1	40
	Два слоя: эпоксидно-дегтевый окрасочный состав	по 60
	Три слоя: полиуретановая эмаль	по 30
11	Четыре слоя: эпоксидно-дегтевый окрасочный состав	по 60
12	Металлизация распылением:	
	– слой цинка или:	160
	– слой цинка + слой алюминия	40+200
	Антикоррозионная масляная краска с железной слюдкой и алюминием, предварительно наносимая кистью	35
	Антикоррозионная масляная краска с железной слюдкой и алюминием	35
13	Металлизация распылением – слой как в №12	
	Антикоррозионная алкидная эмаль с железной слюдкой и алюминием, предварительно наносимая кистью	35
	Антикоррозионная алкидная эмаль с железной слюдкой и алюминием	35
14	Металлизация распылением – слой как в №12	
	Три слоя: полиуретановая эмаль	по 30

1	2	3
15	Металлизация распылением слой как при №12	
	Антикоррозионная перхлорвиниловая или сополимерно-винилхлоридная эмаль	30
	Три слоя: антикоррозионная перхлорвиниловая или сополимерно-винилхлоридная эмаль с алюминием	по 30
16	Масляный свинцовый сурик тощий	35
	Масляный свинцовый сурик жирный	35
17	Металлизация распылением – слой цинка	80
	Металлизация распылением – слой алюминия	200
	Антикоррозионные лакокрасочные материалы, раствор битума	45
	Битумное уплотнение	
	Защитный слой из бетона	
18	Масляный свинцовый сурик тощий	35
	Масляный свинцовый сурик жирный	35
	Два слоя: антикоррозионные лакокрасочные материалы, раствор битума	
	Битумное уплотнение	
	Защитный слой из бетона	

*Примечания:*

При системах №№ 1÷9 после второго грунтовочного покрытия вдоль кромок надо наносить дополнительное грунтовочное покрытие.

При системах №№ 12÷15 слой, получаемый от металлизации напылением, можно заменить горячим цинкованием. В качестве посредника для сцепления на него можно нанести сначала реактивный грунт.

## Критерии выбора антикоррозионных систем (по Приложению 1)

Случай применения		Антикоррозионная система, №																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Атмосфера сельской местности	n	О	О	О	О		О	О					Х	Х					
	w					О										Х			
	c									О	Х				Х				
Атмосфера города	n		О		О		О						Х	Х					
	w								О							Х			
	c									О	Х				Х				
Промышленная атмосфера	n								О		О		О		Х	Х			
	w								О							Х			
	c									О	Х				Х				
Морская атмосфера	n				О	О							Х	Х					
	w						О									Х			
	c											Х							
Внутренние поверхности коробчатых сечений	b																Х		
	l									О	Х				Х				
Балластное корыто																		Х	О

## Обозначения:

n – обычные условия;

w – частое образование конденсата;

c – воздействие агрессивной среды или морской воды;

b – полное коробчатое сечение, по которому можно ходить, с закрываемыми отверстиями;

l – полное коробчатое сечение, открытое или с лежащими внутри линиями электроснабжения;

Х – лучшая пригодность;

О – хорошая пригодность.

## Уменьшение срока службы системы покрытий в зависимости от условий выполнения окраски

Условия выполнения		Антикоррозионная система, №																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Фактор $U$ предварительной обработки поверхности	Струйное удаление ржавчины	100																	
	Механическая или огневая очистка от ржавчины	80	80	70	70	60	40	40	40	60	80	60	40	40	40	40	70	40	80
	Очистка от ржавчины вручную	60	60	50	50	40	20	20	20	40	60	40	20	20	20	20	50	20	60
Фактор $F$ влажности воздуха	до 70 %	100																	
	от 70 % до 85 %	100	100	95	95	95	95	95	95	80	90	100	100	95	85	95	95	110	100
Фактор $T$ технологии окраски	Нанесение окрасочного состава кистью	100																	
	Нанесение окрасочного состава валиком	95	95	95	95	-	95	95	-	95	95	95	95	95	95	-	95	95	95
	Набрызг	95	-	95	100	100	95	95	100	100	100	100	95	95	100	100	-	95	-

Фактор уменьшения, в %,  $K = U \times F \times T / 10000$

## Совместимость красок друг с другом при ремонтных работах по окраске

Старая система окраски	Масляная	Алкидная	Новая система окраски			Битумная
			Перхлорвиниловая или сополимерно-винилхлоридная	Эпоксидная	Полиуретановая	
Масляная	X	X	O	–	O	O
Алкидная	X	X	O	–	O	O
Перхлорвиниловая или сополимерно-винилхлоридная	O	O	X	–	–	O
Эпоксидная	O	O	O	X	X	O
Полиуретановая	–	–	–	–	X	–
Битумная	–	–	–	–	–	X

Обозначения:

«X» – хорошая совместимость;

«O» – совместимы только при определенных условиях, условно совместимы;

«–» – несовместимы

## Технологические параметры для готовых к употреблению лакокрасочных материалов

Вид лакокрасочного материала	Вязкость (время хода по инерции через сопло диаметром 4 мм в с)		Диаметр распылительного сопла в мм для	
	для окрашивания	для набрызга	пневматического набрызга	гидравлического набрызга
Масляный свинцовый сурик	60÷80	–	–	–
Масляный с железная слюдкой и алюминием	160÷180	50÷80	2,5	–
Масляный со свинцовыми белилами	60÷90	–	–	–
Алкидный свинцовый сурик	40÷50	–	–	–
Алкидный с железной слюдкой и алюминием	140÷160	50÷80	2,5	–
Алкидная грунтовка	80÷140	40÷60	1,0÷1,8	0,3÷0,4
Алкидная эмаль	100÷200	40÷60	1,0÷1,8	0,3÷0,4
Перхлорвиниловый или сополимерно-винилхлоридный	60÷90	40÷45	1,2÷1,8	0,46
Эпоксидный	50÷80	25÷50	1,2÷1,8	0,4
Полиуретановая грунтовка	30÷120	20÷30	1,4÷1,8	0,3÷0,4
Полиуретановая эмаль	60÷100	15÷30	1,4÷1,8	0,3÷0,4
Битумные составы	60÷150	40÷60	1,8÷2,2	–

## **АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ**

На электрифицированных постоянным током участках железных дорог при прохождении по мосту электрического подвижного состава на рельс, металлическое пролетное строение и остальные конструкции передается потенциал и через них протекает соответствующий ток утечки, который можно классифицировать как пульсирующий одононаправленный. Такой ток интенсифицирует электрокоррозию металлических конструкций и арматуры в железобетонных конструкциях, вызывает коррозию бетона, а также снижает эффективность защитного действия и долговечность используемых лакокрасочных покрытий.

Развитие теоретических и экспериментальных аспектов электрокоррозии металлических конструкций и бетона в железобетонных конструкциях сопровождается разработкой новых материалов и технологий комплексной защиты железнодорожных мостов, эксплуатируемых в условиях электрической тяги постоянного тока. В частности, разработан ряд полимеркомпозиционных материалов для защитных покрытий металлических пролетных строений и других металлоконструкций.

В качестве основных компонентов антикоррозионных составов приняты недефицитные смолы – эпоксидно-диановая ЭД-20, инден-кумароновая (ИКС), каменноугольная (КУС), отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА), высокоактивный отвердитель УП-583.

Установлено и подтверждено лабораторными исследованиями и эксплуатационными испытаниями повышенное защитное действие этих составов на металлические конструкции.

Однако состав ЗС-3 имеет черный цвет и в таком виде неприемлем для использования на основных элементах металлических пролетных строений. В связи с этим выполнены исследования по применению в составах ЗС-1 пигментов. Разработаны недорогие защитные составы для металлических конструкций с повышенным антикоррозионным действием: ЗС-1М серебристо-серый, бежевый и зеленый, ЗС-3М – черный. Покрытие составами ЗС-1М серебристо-серым и ЗС-3М черным проходит эксплуатационные испытания на опытной конструкции с 2004 г. по настоящее время.