

## 1.1. Введение (теоретические аспекты возникновения коррозии металлов)

В промышленности применяется много строительных материалов, которые должны быть защищены от воздействия окружающей среды. Такими материалами являются, например, металл, бетон и т.п. Металлы должны быть защищены от коррозии, а бетон должен защищаться покрытием, предохраняющим от карбонизации и износа.

*Коррозия* или *разъедание* является физико-химической реакцией с окружающей средой, под влиянием которой свойства металла изменяются, что ведет к повреждению металла, окружающей его среды или технической системы.

*Ржавчина* является следствием изменившейся изделие коррозионной реакции железа или стали.

*Коррозионное повреждение* – это такое изменение в подвергающейся коррозии системе, которое вызывается коррозией и рассматривается как вредное для металла, его окружающей среды или той технической системы, к которой они принадлежат.

*Корродирующая система* состоит из одного или нескольких металлических компонентов и всех компонентов окружающей среды, которые вызывают разрушение.

*Профилактика коррозии* или *антикоррозионная защита* – это такое изменение подвергающейся коррозии системы, которое замедляет коррозионное повреждение или препятствует ему.

*Антикоррозионная окраска* – это антикоррозионная защита металлической поверхности при помощи антикоррозионной краски.

## 1.2. Предпосылки для возникновения коррозии

Для того, чтобы лучше понять каким образом при помощи окраски можно защитить металл от коррозии, нужно познакомиться с четырьмя основными предпосылками для коррозии. Они таковы:

- *катод*, или электрод, на котором происходит *катодная реакция*.
- *анод*, или электрод, на котором происходит *анодная реакция*.
- *проводник электронов*
- *проводник ионов*

*Проводник электронов* – это металл, проводящий электрический ток.

*Проводник ионов* – это проводящая электрический ток жидкость или электролит.

*Электроды*, или анод и катод, являются электронными проводниками, которые соприкасаются с проводниками ионов. В проводнике ионов или электролите при известном соотношении на них возникает соответствующий *электрический потенциал* или *электрическое напряжение*. Когда электроды соприкасаются между собой, то разность между электродными потенциалами действует как возбудитель *коррозионной реакции*. Образуется *коррозионная пара*, в которой один из электродов (анод) является *разъедающим металлом*.

Коррозия металла или разъедание (разрушение) происходит таким образом, что атом металла, растворяясь в электролите, на аноде электрически повреждается и выделяет ионную частицу. Одновременно происходит освобождение электронов, которые проходят сквозь металл (проводник электронов) на катод. Это и есть так называемая анодная реакция, при которой положительные заряды из металла переходят в раствор, и происходит *процесс окисления*, который можно изобразить так:

Анодная реакция:  $Me \rightarrow Me^{n+} + ne^{-}$

Если речь идет о железе (стали), то можно написать так:



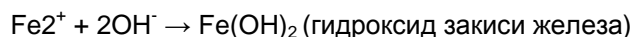
На катоде электроны вступают в реакцию с кислородом ( $O_2$ ) и водой ( $H_2O$ ) электролита. В так называемой катодной реакции отрицательный заряд переходит из металла в электролит. Катодная реакция является процессом очищения. Когда речь идет о железе, катодную реакцию можно изобразить таким образом:

Катодная реакция:

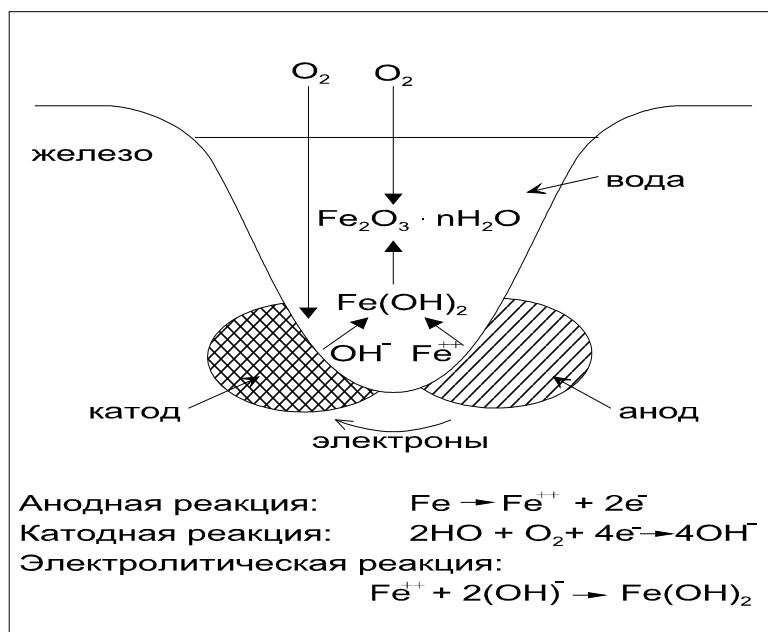


В электролите ионы железа и гидроксида вступают в реакцию между собой так, образуя гидроксид закиси железа:

Электролитическая реакция:



Гидроксид закиси железа далее вступает в реакцию с водой и кислородом, когда и образуется продукт коррозии железа или *ржавчина* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ).



**Рисунок 2.1** Графическое изображение пространственной пары и ее действия в наполненных водой порах поверхности стали.

При действии коррозионной пары электродные реакции вызывают коррозионный ток, который и производит коррозию или разрушение.

Если такой коррозионный ток можно "выключить" в любой точке коррозионной пары, то коррозия прекратится.

На поверхности стали всегда присутствуют, по меньшей мере, три из четырех предпосылок для коррозии: анод, катод и проводник электронов (металл). В качестве электропроводящей жидкости, или электролита, выступает вода. Водяной пар, содержащийся в воздухе, покрывает поверхность металла тонкой водяной пленкой. Но основное значение для коррозии имеет момент начала превращения (конденсация) пара в жидкость. На чистых гладких поверхностях это происходит при достижении 100% относительной влажности воздуха, например, при снижении температуры до *точки росы*. На неочищенных поверхностях конденсация может происходить и раньше. Такую величину относительной влажности воздуха, при которой на поверхности металла образуется разъедающая пленка жидкости, называют *критической влажностью*. Критическая влажность воздуха для коррозии металла, составляет ~ 60-70%.

Обычный способ замедлить коррозию – это изолировать поверхность металла от электролита, то есть от влаги. У антикоррозионных лакокрасочных покрытий имеются и другие механизмы замедления коррозии.

### 1.3. Защита при помощи красок

Все меры антикоррозионной защиты направляются на то, чтобы воспрепятствовать образованию коррозионных пар или замедлить их действие. Важнейшим способом антикоррозионной защиты является окраска поверхности металлов, которую называют антикоррозионной окраской. Исследуя способ антикоррозионной защиты при помощи красок, получается наилучшая картина того, каким образом пленка краски влияет на коррозионный процесс.

#### 1.3.1. Прекращение анодной реакции

Для прекращения анодной реакции необходимо воспрепятствовать растворению ионов металла на аноде. Это достигается при помощи образования в зонах анода защитного слоя, или катодной защиты.

Замедление скорости коррозии путем образования искусственного продукта коррозии называется *пассивацией*. Для окраски деталей, подвергающихся атмосферному воздействию, в красках используют *антикоррозионные пигменты*, которые действуют как *пассиваторы*, создавая на поверхности анода защитные слои, которые замедляют растворение ионов металла в электролите. В качестве антикоррозионных пигментов применяются, в числе прочих, свинцовый сурик (закись-окись свинца), ортофосфат цинка и метаборат бария, которые, проникая с водой через пленку краски

образуют в анодных областях защитные слои. Кроме того, в водоразбавляемых красках для *защиты от ржавления* во время малярных работ, или вскоре после окраски, применяются *коррозионные*

*ингибиторы*. *Катодная защита* означает снижение коррозионного потенциала электрохимическим путем. Слой краски обладает катодными защитными свойствами, если содержит достаточное количество цинковой пыли. При этом частицы цинкопигмента выступают в роли проводника электрического тока, соприкасаясь с основой и между собой. В коррозионной среде цинком "жертвуют" ради сохранения стали.

### 1.3.2. Прекращение катодной реакции

Для прекращения катодной реакции необходимо воспрепятствовать проникновению воды и кислорода на поверхность металла. Получаемый путем окраски защитный слой обычно входит в состав тонкой органической шпаклевки. Пленка работает и применяется как проницаемая или полупроницаемая пленка. Пленка в воде набухает больше или меньше и пропускает через себя воду и кислород, если коррозионную реакцию нельзя остановить путем простой изоляции.

Некоторые антикоррозионные пигменты могут образовывать защитные слои в катодных зонах, где они действуют в качестве *катодных ингибиторов*, замедляя процесс выделения электронов из металла.

### 1.3.3. Резист-ингибирование

*Коррозионный ток* от действующей коррозионной пары, или ток, вызванный электродной реакцией, проходит сквозь электролит при помощи ионов. Многие лакокрасочные пленки являются трудно проницаемыми для ионов, вследствие чего электрическое сопротивление становится большим, а коррозионный ток уменьшается. Такой способ антикоррозионной защиты называют *резист-ингибированием*.

Резист-ингибиционные краски производятся из самых устойчивых связующих веществ. Химически отвердевающие эпоксидные краски и эпоксидные смолы являются типичными резист-ингибиционными красками.

Чтобы коррозионный процесс не смог начаться под слоем краски, на подготовку поверхности и адгезию краски с основой обращают особое внимание.

### 1.3.4. Резюме

Коррозии можно воспрепятствовать или замедлить ее путем нанесения на поверхность, которая требует антикоррозионной защиты:

- антикоррозионной краски, содержащей антикоррозионные пигменты, которые останавливают анодные или катодные реакции, или
- слоя краски, электрическое сопротивление которого достаточно велико для того, чтобы воспрепятствовать прохождению ионного тока.

## 2. Важнейшие стандарты для антикоррозионной окраски

### 2.2.1. Стандартизация в Европе

Назначением *стандартов* является содействие развитию промышленности, повышение безопасности и уровня жизни, защита потребителя, а также облегчение отечественной и международной торговли.

В результате работы по стандартизации стандарт определяется, согласно стандартам SFS-EN 45020, таким образом: «Стандарт является нормативным документом, который базируется на консенсусе и признании соответствующими органами. В данном документе излагаются и приводятся общие практические нормы и инструкции или основные характеристики для практической деятельности или для достижения ее оптимальной организации в определенных условиях».

В общем, стандарт является *рекомендацией*. В некоторых случаях официальные лица и органы в своих *распоряжениях* и *директивах* могут ссылаться на стандарты. Такие *служебные* или *применительные* стандарты являются *обязательными к исполнению*.

Стандарты в Финляндии вырабатываются Союзом Стандартизации Финляндии (SFS) и его отраслевыми учреждениями. В работе по выработке стандартов принимают участие официальные лица, изготовители и потребители. При выработке стандартов основное внимание уделяется их соответствию современным европейским стандартам (EN) и мировым стандартам ISO.

В Финляндии выработкой стандартов в числе прочих занимаются такие отраслевые учреждения SFS, как:

- Кемиянтеоллисуус рю (Kemianteollisuus ry)
- Металлитеоллисууден Стандардисойнти (Metalliteollisuuden Standardisointi = MET Standardisointi).

SFS утверждает, публикует и распространяет через торговую сеть финские и зарубежные стандарты. SFS также распространяет сведения о стандартах и официальных распоряжениях.

Стандарты, относящиеся к планированию малярных работ и их исполнению, являются плодом долговременной систематизационной работы. Благодаря стандартам маляры, занимающиеся антикоррозионной окраской во всем мире, точно знают о какой среде, основе, структуре, краске или малярной работе идет речь.

### 2.2.2. Стандарты EN и ISO

До сих пор подавляющее большинство стандартов для антикоррозионной окраски были стандартами национальными, то есть они действовали только в своей стране. В настоящее время страны-члены Европейского Союза образовали свой внутренний рынок, чьей целью является свободное перемещение товаров и услуг. Для обеспечения свободного перемещения товаров страны-члены Европейского Союза должны унифицировать разные технические стандарты.

Новый международный стандарт для антикоррозионной окраски SFS-EN ISO 12944, который был утвержден 15 мая 1998 года, является шагом в этом направлении.

Стандарт ISO 12944 состоит из следующих частей:

- Часть 1 Общие положения
- Часть 2 Классификация условий окружающей среды
- Часть 3 Обстоятельства, связанные с проектированием конструкций
- Часть 4 Типы поверхностей и подготовка поверхностей для окраски
- Часть 5 Комбинации защитных красок
- Часть 6 Лабораторные методы тестирования эффективности
- Часть 7 Выполнение и контроль малярных работ
- Часть 8 Составление спецификаций для новых конструкций и для ремонтной окраски.

### Устойчивость окраски

В стандарте ISO 12944-1 устойчивость окраски подразделяется на три класса:

- 2 – 5 лет L (low) – низкая
- 5 – 15 лет M (medium) – средняя
- свыше 15 лет H (high) – высокая.

Класс устойчивости вовсе не означает срок гарантии. Класс устойчивости – это величина, которая поможет владельцу составить программу содержания в порядке окрашенных поверхностей. Срок гарантии является важным фактором, о котором в административной части договоров вводятся отдельные пункты, имеющие юридическую силу. В целом срок гарантии короче, чем срок по классу устойчивости. Не существует никаких правил и норм, которые объединяли бы эти два разных периода времени.

### Классификация условий окружающей среды

Окружающая среда и специальные нагрузки конструкций в большой степени оказывают влияние на устойчивость антикоррозионной окраски и ее проектирование. Стандарт ISO 12944-2 подразделяет климатические нагрузки на шесть классов:

- C1 очень маленькая
- C2 маленькая
- C3 средняя
- C4 большая
- C5-I очень большая (промышленность)
- C5-M очень большая (море)

Классификация основывается на скорости разъедания стали и цинка в течение первого года эксплуатации.

Стандарт ISO 12944-2 определяет три класса нагрузки для подводных и подземных конструкций:

- Im1 погружение в пресную воду, например, сооружения на реках, гидроэлектростанции
- Im2 в морскую или солоно-пресную воду, например, портовые сооружения
- Im3 почва, например, подземные резервуары, стальные сваи и т.п.

В стандарте SFS 4596 эти объекты относились к классу M4.

### Конструкции и подготовка поверхностей

В стандарте ISO 12944-3 приводятся указания по подготовке конструкций к окраске. Этот стандарт незначительно отличается от старого финского стандарта SFS 4958.

В стандарт ISO 12944-4 приводятся различные способы подготовки поверхностей и материалы основ, которые должны быть окрашены. При определении способов подготовки поверхностей и степеней их

обработки ссылаются на существующие стандарты ISO 8504 "Способы подготовки поверхностей", ISO 8501 "Степени ржавления и степени обработки" и ISO 8503 "Способы оценки профилей поверхности".

## Системы антикоррозионных покрытий

Система антикоррозионного лакокрасочного покрытия состоит из окрашиваемой основы, подготовительной обработки поверхности и таких сочетаний красок, которыми должна быть покрыта поверхность. В стандарте ISO 12944-5 приводятся наиболее распространенные типы антикоррозионных красок и схемы антикоррозионных покрытий. Краски представляются так же, как и в финском стандарте SFS 4962, однако их маркировка несколько различается (таблица 2.1).

Типы красок	ISO 12944-5	SFS 4962
Акриловые краски	AY	AY
Алкидные краски	AK	A
Эпоксидные краски	EP	E
Эпоксидные смолы	CTE	ET
Хлоркаучуковые краски	CR	KK
Полиуретановые краски	PUR	PUR
Полиуретановые смолы	CTPUR	PURT
Цинкосиликат	ESI Zn(R)	SS
Цинко-эпоксид	EP Zn(R)	SE
Виниловые краски	PVC	V
Виниловая смола-AI	CTV-AI	VT

**Таблица 2.1** Маркировка красок различных типов

Определение утвержденной толщины пленки системы окраски в стандарте ISO значительно отличается от применявшегося раньше определения. Старое определение (SFS 4962) разрешает 5% отклонение от **номинальной толщины пленки** при общих измерениях (максимальный допуск – 20%). Стандарт ISO 12944-5 разрешает величины измерений от 80% до 200% от номинальной толщины пленки, если средняя величина измерений соответствует номинальной толщине пленки. Максимальную толщину можно определить в каждом отдельном случае или для отдельного изделия не выше указанных 200%.

*Маркировка систем окраски* изменилась. В стандарте ISO 12944-5 системы окраски маркируются следующим образом. ISO 12944-5/S1.01, в котором:

S = (система) – это система окраски

1. = таблица, в которую входит данная система

01.= порядковый номер системы окраски в данной таблице.

В стандарте имеется десять таблиц (A1 – A10), в которых представлены системы окраски для различных классов нагрузки для стальных и цинковых поверхностей, а также для стальных поверхностей с термическим покрытием, диффузионно оцинкованных стальных поверхностей и для поверхностей с гальванической оцинковкой. В таблице указываются:

- номер
- степень подготовки поверхности
- связующее вещество грунтовки, количество слоев и номинальная толщина пленки
- общее количество слоев и номинальная толщина пленки данной системы окраски

В сносках под таблицей даются пояснения относительно типов связующих веществ и приводятся дополнительные сведения о красках.

## Испытание красок

Для оценки пригодности новых систем окраски составлен раздел ISO 12944-6. Пригодность систем окраски оценивают, используя влажную испытательную камеру (ISO 6270), камеру солевого тумана (ISO 7253) и испытательную камеру на водостойкость и стойкость к химикалиям (ISO 2812-1 и -2). В стандарте указывается, что данные методы не годятся для испытаний водоразбавляемых красок. Испытание красок в практических условиях считается наилучшим методом испытаний, а поэтому весьма рекомендуется использование опыта применения уже известных традиционных методов окраски.

## Малярные работы и контроль

Способы окраски и малярные работы, а также контроль качества даются в стандарте ISO 12944-7, который исправляет стандарты SFS 4959 и SFS 4960. Малярные работы являются процессом, когда качество трудно оценивать только на основании конечной проверки. По этой причине очень важно, чтобы все факторы, влияющие на конечный результат окраски, направлялись и контролировались во время выполнения работы. На первом месте стоят профессиональные навыки персонала.

### **Эталонные участки**

По отдельной договоренности подрядчик производит окраску эталонных участков, строго придерживаясь положений, изложенных в инструкции по проведению малярной работы и в присутствии представителя изготовителя. При помощи окраски эталонных участков оцениваются профессиональные навыки персонала и уровень выполнения работы. Одновременно отслеживается насколько соблюдаются инструкции, данные изготовителем и подрядчиком. Кроме того, можно наблюдать стойкость окраски. Эталонный участок не является гарантийным, если об этом не имеется отдельной договоренности. Эталонный участок обычно размещают там, где конструкция испытывает типовые нагрузки. Количество и размер эталонных участков определяют, сообразуясь с размером и важностью конструкции. В приложении А к стандарту ISO 12944-7 имеются сведения и указания относительно эталонных участков. Все эталонные участки отмечаются на конструкции, рабочие записи сохраняются.

### **Измерение толщины пленки**

Толщину пленки измеряют, пользуясь некоторыми способами, указанными в стандарте ISO 2808.

Перед началом измерений оговаривают:

- a) какой способ, и какой измерительный прибор будут применяться, как будет настраиваться измерительный прибор, и как будет приниматься во внимание профиль поверхности
- b) программа измерений: сколько и какого типа измерения будут проводиться, и в каких типичных точках объекта
- c) как будут объявлены результаты, и каких действий они потребуют в дальнейшем.

Номинальная толщина пленки означает указанную в спецификации толщину сухой пленки краски. Средняя величина измерений должна быть несколько больше, чем номинальная толщина пленки. Минимально допустимая толщина пленки должна быть 80% от номинальной толщины пленки. О максимальной толщине пленки договариваются в каждом отдельном случае с изготовителем краски.

### **Проектирование антикоррозионной окраски**

Антикоррозионная окраска требует проекта, в котором согласовывается схема окраски и ход выполнения малярных работ. Проект спецификации новой и ремонтной окраски определяется в стандарте ISO 12944-8, который исправляет стандарты SFS 4956 и SFS 4961.

Для спецификаций собираются сведения обо всех факторах, могущих повлиять на срок службы окраски, таких как:

- условия эксплуатации и долговечность объекта
- назначение объекта и окружающая среда
- форма объекта
- предварительная обработка поверхности
- краски, способ окраски, место окраски
- необходимость использования укрытий и лесов
- возможности ремонта

### **Здоровье и техника безопасности**

При проведении работ по антикоррозионной окраске необходимо принимать во внимание охрану здоровья и окружающей среды и технику безопасности. Описание приводится в стандарте ISO 12944, разделы 1– 7.

Участники осуществления проекта окраски, такие как заказчики, составители описания работ, подрядчики, контролеры от изготовителя красок несут ответственность за технику безопасности и охрану здоровья каждый в своей сфере. Им следует убедиться, что законы и нормы страны, касающиеся охраны здоровья, охраны окружающей среды и техники безопасности будут соблюдены.

Особенно следует обратить внимание на:

- предотвращение бесполезного и неконтролируемого использования вредных, загрязняющих продуктов
- профилактику задымленности, испарений, шума и снижения пожароопасности
- защиту зрения, слуха и дыхания

По возможности, требования, предъявляемые к охране здоровья, окружающей среды и технике безопасности должны быть описаны в спецификации проекта.

### **Спецификация проекта**

Спецификация проекта описывает проект и связанные с ним требования. Составителем спецификации проекта может быть, например, владелец объекта или генподрядчик. Основные разделы спецификации проекта таковы:

1. Общие положения
2. Тип проекта
3. Тип конструкции и ее определенной части
4. Описание каждой определенной части конструкции
5. Описание окружающей среды каждой части конструкции

6. Срок службы
7. Требования к схемам окраски
8. Управление качеством
9. Проверка и оценка
10. Эталонные участки
11. Меры по охране здоровья, окружающей среды и технике безопасности
12. Специальные требования
13. Совещания
14. Документирование

Спецификация сочетаний и комбинаций защитных красок дает описание предварительной обработки поверхности объекта и комбинацию наносимых красок согласно спецификации проекта. Составителем спецификации может быть, например, изготовитель, а основные разделы таковы:

1. Общие положения (название проекта, имена владельца и составителя спецификации)
2. Отделочная обработка стали
3. Подготовительная обработка
4. Сочетание и комбинации защитных красок
5. Изготовитель красок
6. Контроль и подтверждение качества красящих материалов.

### Описание малярных работ

В описании работ указывается, каким образом следует производить окраску согласно требованиям спецификации проекта. Составителем описания работ может быть, например, подрядчик, выполняющий малярные работы. Основные разделы описания таковы:

1. Сведения о проекте и составитель спецификации
2. Подрядчик, выполняющий малярные работы. Требования
3. Проект малярных работ
4. Малярные работы
5. Контроль и подтверждение качества.

По требованию составляется отдельная спецификация проверки и оценки качества, в которой указывается, каким образом будет производиться проверка и оценка.

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СТАНДАРТЫ

Следует убедиться, что составлена целесообразная спецификация проекта (ISO12944-8), в которой приняты во внимание все обстоятельства, влияющие на долговечность окраски.

- A** Проанализировать или оценить коррозионное воздействие среды, в которой должна размещаться конструкция. (ISO 12944-2)
- B** Проанализировать влияние изменений условий местной окружающей среды и все специфические условия, которые могут повлиять на выбор системы окраски (ISO 12944-5)
- C** Для ремонтной окраски оценить состояние предохраняемой поверхности. (ISO 12944-4)
- D** Проверить проект конструкции и убедиться, что в нем нет чувствительных к коррозии точек и что доступ для проведения антикоррозионных работ обеспечен. Во избежание гальванической коррозии изолировать металлы друг от друга.
- E** Подобрать системы окраски, которые годятся для необходимых требований к стойкости, подходящих для местных условий на основании ISO 12944-5 или на основании лабораторных испытаний, если не имеется долговременного опыта их применения. (ISO 12944-6)
- F** Выбрать из найденных систем окраски подходящие, принимая во внимание способы очистки поверхностей. (ISO 12944-4)
- G** Убедиться, что риск нанесения вреда окружающей среде, здоровью сведен к минимуму и приняты все меры по технике безопасности. (ISO 12944-1, ISO 12944-8)
- H** Составить программу работ и выбрать способ нанесения краски. (ISO 12944-7)

■ Утвердить программу контроля, как во время проведения работ, так и после их окончания. (ISO 12944-7, ISO 12944-8)

**Таблица 2.2** Применение стандартов при антикоррозийной окраске

### 2.2.3. Стандарты SFS

В таблице 2.2.1 представлены действующие в Финляндии стандарты. Стандарты пригодны для окраски стальных конструкций, так как на них ссылаются в публикации Министерства охраны окружающей среды: "Сборник строительных норм Финляндии В7: Стальные конструкции. Руководство 1988."

SFS-EN ISO 12944, части 1- 8	Краски и лаки. Комбинации антикоррозионных красок для стальных поверхностей.
SFS 8145	Антикоррозионная окраска. Классы качества и способы механической обработки стальных поверхностей, обработанных струйной очисткой и шоппраймером.
SFS-ISO 8501–1	Визуальный контроль чистоты поверхности. Часть 1: Степень ржавления и степень предварительной обработки. Поверхности, очищенные от старой краски и неокрашенные стальные поверхности.
SFS-ISO 8503–2	Обработка стальных поверхностей перед покрытием их краской или соответствующими материалами. Определение стальной поверхности. Часть 2: Способ оценки профиля для струйно-очищенной стали. Способ сравнения.

**Таблица 2.3** Стандарты SFS

### 2.2.4. Стандарты SSG, применяемые в Швеции

В Швеции, в обрабатывающей промышленности, применяются стандарты SSG, составленные группой стандартизации лесной промышленности по сферам деятельности.

SSG 1000
SSG 1005
SSG 1006
SSG 1007
SSG 1008
SSG 1009
SSG 1010
SSG 1012

**Таблица 2.4** Стандарты SSG

Шведское учреждение Planverket опубликовало нормы определения стальных конструкций BSK. BSK содержит маркировку систем окраски R<sub>s</sub> 1 – R<sub>s</sub> 12.

### 2.2.5. Английские стандарты BS 5493:1997

В Англии применяется стандарт BS 5493:1977, опубликованный Британским Институтом Стандартов "Code of practice for protective coating of iron and steel structures against corrosion" Практические нормы антикоррозионных защитных покрытий для железа и стали" Содержание стандартов приводится в таблице 2.5.

Часть	Содержание
Часть первая	Общие положения
Часть вторая	Факторы, влияющие на выбор защитной системы
Часть третья	Спецификации и технические требования
Часть четвертая	Контроль
Часть пятая	Уход и содержание
Часть шестая	Техника безопасности и охрана здоровья

**Таблица 2.5** Стандарты BS 5493:1977

## 2.3. Стандарты испытаний красок и защитных пленок

Испытание красок включает многие характеристики. С одной стороны желательно убедиться в том, что краска соответствует выдвинутым требованиям, а с другой стороны – испытать стойкость пленок в определенных условиях окружающей среды, чтобы сделать правильный выбор.

Многие стандарты испытания красок являются международными стандартами ISO. В таблице 2.6 приводятся примеры стандартов для испытания пленок.

Испытуемое свойство	Стандарты
Глянец	ISO 2813
Стойкость к задирам	ISO 2818



Устойчивость против жидкостей	ISO 2812
Пластичность	ISO 1520
Водостойкость	ISO 1521
Твердость	ISO 1522
Атмосферостойкость	ISO 2810
Устойчивость против диоксида серы	ISO 3231
Адгезия	ISO 2409
Камера испытаний на влагостойкость	ISO 6270
Солевой туман	ISO 7253
Адгезия	
– "решетчатый" надрез	ISO 2409
– испытание на растяжение	ISO 4624
Оценка ухудшения	ISO 4628

Таблица 2.6 Примеры стандартов испытания пленки

### 3. Факторы, которые необходимо учитывать при проектировании стальных конструкций, с учетом антикоррозионной защиты

В стандарте ISO 12944 даются указания проектировщику относительно тех факторов, которые требуется учитывать при проектировании стальных конструкций, с учетом антикоррозионной окраски. Антикоррозионная защита начинается с того, что выбираются исходные материалы и определяются меры, при помощи которых будет производиться антикоррозионная защита.

Форма и расположение конструкции имеет решающее значение для производства антикоррозионной окраски, контроля, ухода и содержания, устойчивости и долговечности окраски.

При выборе формы конструкции следует использовать наиболее благоприятную форму для улучшения антикоррозионной стойкости. Поверхности, подлежащие окраске, делаются как можно более гладкими, без острых углов, затрудняющих окраску (см. рисунок 3.2). Элементы конструкции располагают таким образом, чтобы поверхность могла быть чистой и сухой, чтобы дождевая и загрязненная вода могла стекать с них (см. рисунок 3.1).

Сварные соединения планируются так, чтобы между деталями не оставалось никаких щелей и зазоров, которые нельзя было бы покрасить. Следует избегать прерывистых сварных швов. Цельный сварной валик в стальной конструкции не оставляет зазоров, затрудняющих окраску, как это происходит при прерывистом шве (см. рисунок 3.5).

Заклепочное соединение плохо подходит для защитной антикоррозионной окраски стальных конструкций.

Поверхности стальных конструкций, подлежащие антикоррозионной окраске, располагают так, чтобы они были доступны в каждой точке для предварительной обработки, нанесения краски, контроля и ремонта (ISO 12944-3, приложение A). Перед окрашиваемой поверхностью должно быть пространство, достаточное для применения обрабатывающих и наносящих инструментов, а также для размещения персонала. Подвергающиеся коррозии поверхности, которые нельзя обработать после сборки, должны быть окрашены заранее или изготовлены из некорродирующего материала.

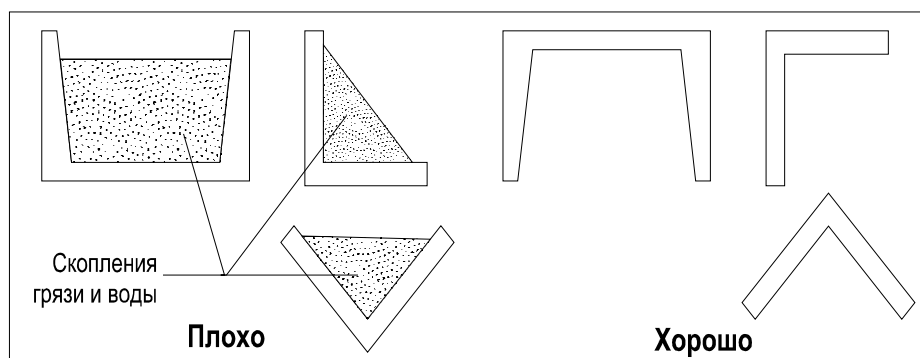
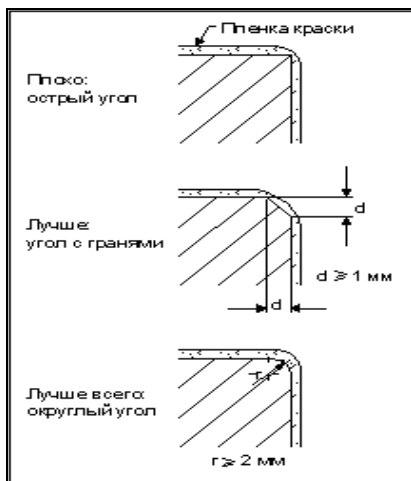
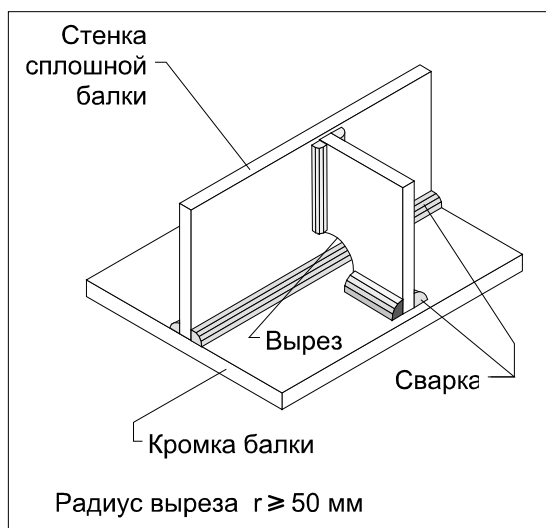


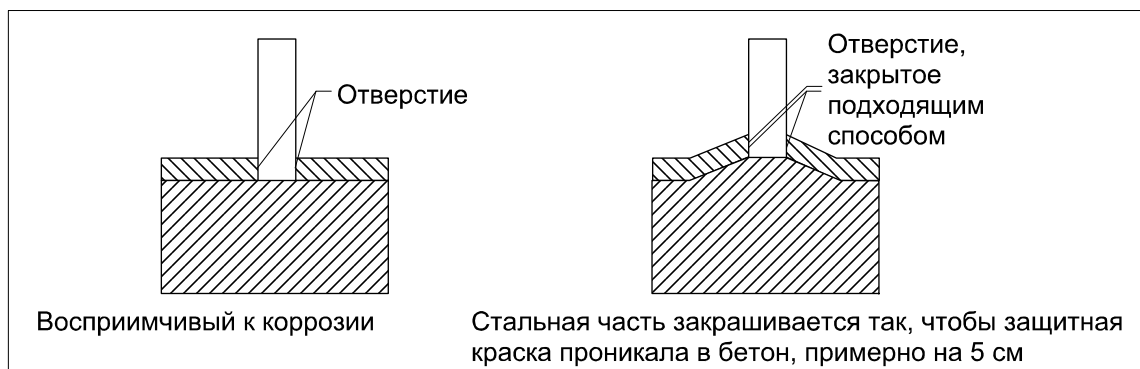
Рисунок 3.1 Слева даны примеры плохих, с точки зрения антикоррозионной защиты конструкций, а справа – хороших технических решений (стандарт ISO 12944-3)



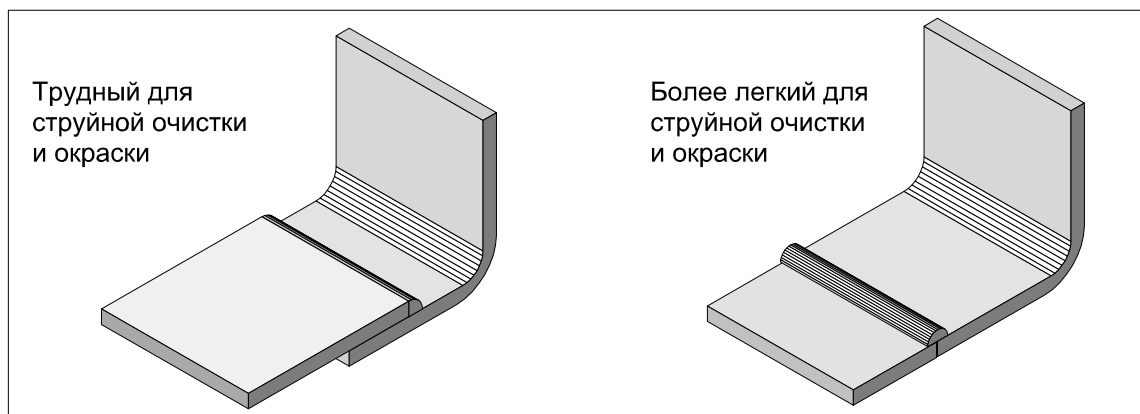
**Рисунок 3.2** Избегать острых углов. Наилучшая конструкция для окраски – округлый угол, потому что на нем толщина пленки остается равномерной (стандарт ISO 12944-3)



**Рисунок 3.3** Конструкция с вырезом (стандарт ISO 12944-3)



**Рисунок 3.4** Комбинация сталь – бетон (стандарт ISO 12944-3)



**Рисунок 3.5** Проект сварки (Стандарт ISO 12944-3)

## 4. Проектирование антикоррозионной окраски

Хорошо исполненная технически и экономически выгодная антикоррозионная окраска требует тщательного планирования. При проектировании антикоррозионной окраски выясняется ход подготовки исходных материалов конструкции и ее дальнейшая работа. Составляется проект антикоррозионной окраски, в котором учитываются все факторы, влияющие на долговечность окраски, такие как:

- практическое назначение и долговечность конструкции
- окружающая среда и специальные нагрузки
- очистка поверхности и ее подготовительная обработка
- краски
- место, время и условия окраски
- контроль за проведением малярных работ
- возможности ремонтной окраски.

В качестве основы для проекта окраски заказчик может составить *спецификацию окраски*. Для спецификации составляется *описание работы*, в котором описывается способ достижения желаемой долговечности антикоррозионной окраски.

Вспомогательным материалом составителю спецификации окраски и описания работ служат *стандарты антикоррозионной окраски*. При помощи стандартов можно однозначно определить экологические нагрузки, *состояние стальной конструкции перед окраской*, степень качества подготовительной обработки, малярную работу, контроль за выполнением работ.

Стандарт ISO 12944-8 содержит указания для планирования малярных работ и составления спецификации.

### 4.1. Выбор места выполнения антикоррозионной окраски

На выбор места окраски и влияют объект окраски и системы окраски. Если окраска производится в цехе или в мастерской, или в ином помещении для малярных работ, то имеется в виду окраска в цехе или в мастерской. Если имеется в виду окраска в полевых условиях, то она производится на месте расположения окрашиваемой конструкции. Ремонтная окраска старых конструкций почти всегда производится в полевых условиях. По возможности, антикоррозионная окраска должна производиться в помещении. Окраска в мастерской обеспечивает оптимальные условия для производства антикоррозионной окраски. Там можно применять наилучшие для данного объекта системы окраски и способы ее выполнения.

Окраска, производимая на месте монтажа или расположения конструкции, трудна и ограничена в выборе систем окраски. Поэтому монтажные и сборочные работы нужно планировать так, чтобы размер и форма объекта не препятствовали подготовительной обработке и выполнению грунтовочных работ.

## 5. Подготовка подложки для окраски

На долговечность антикоррозионной окраски влияет состояние стальной поверхности непосредственно перед началом окраски. Как известно, самыми важными факторами, влияющими на долговечность окраски, являются такие загрязнители поверхности, как соли, пыль, прокатная окалина и масла. В спецификации окраски определяется, каким образом должна очищаться поверхность и насколько шероховатым должен быть профиль поверхности в момент нанесения краски.

Для контроля и оценки чистоты и профиля поверхности применяются стандарты SFS-ISO 8501, SFS-ISO 8502 и SFS-ISO 8503. К стандарту SFS-ISO 8501 опубликовано дополнительное приложение SFS-ISO 8501-1 и первое издание (часть 2) 8501-2. Для качества обрабатываемой поверхности разрабатывается стандарт ISO 8501-3. В стандарте ISO 8504, части 1 – 3, описываются применяемые способы очистки поверхностей.

### 5.1. Удаление жира и грязи

Влияющие на удаление ржавчины и окраску загрязнители удаляются способом удаления грязи и жира.

Способы удаления грязи и жира выбираются с учетом возможности удаления загрязнителей.

Такие твердые загрязнители как лед, раствор и остатки краски удаляются срубанием, соскабливанием или щеткой.

Соли и другие растворимые в воде загрязнители смываются водой или паром под давлением, или щелочами.

Жиры и масла смываются щелочами, эмульсиями или растворителями. После промывки щелочами и

эмульсиями поверхности тщательно промываются водой.

## 5.2. Удаление ржавчины

Вместе с удалением ржавчины с поверхности удаляется и прокатная окалина. Способы удаления ржавчины делятся на механические, термические и химические.

Механические способы очистки поверхностей – это обработка стальными щетками и струйная очистка. Эти способы рассматриваются в стандарте ISO 8504. *Обработка стальными щетками (St)* производится вручную или при помощи щеточной или шлифовальной машины.

При *струйной очистке (Sa)* абразивный материал выдувается на очищаемую поверхность при помощи воздуха или воды под давлением, или специальной турбины.

При *водоструйной очистке* вода подается под большим давлением на очищаемую поверхность. Водоструйная очистка основывается на энергии удара воды о поверхность. При водоструйной очистке не употребляются абразивные материалы.

В качестве термического метода применяется *газопламенная очистка (фламбирование)*, когда при помощи кислородно-ацетиленового пламени от стальной поверхности отделяются старая краска, прокатная окалина и ржавчина. После этого поверхность обрабатывается стальными щетками.

В процессе химической очистки, или *кислотного протравливания*, прокатная окалина и ржавчина растворяются соответствующими кислотами или смесью кислот.

## 5.3. Контроль и оценка чистоты и профиля стальной поверхности

Состояние стальной поверхности перед очисткой можно выразить через степень ржавления. Состояние очищенной поверхности выражается *степенью подготовительной обработки* или *степенью качества подготовительной обработки*.

### 5.3.1. Степени ржавления

На стальной поверхности после горячей прокатки остается *слой прокатной окислы*, который появляется во время прокатки стали. *Ржавчина* появляется на стальной поверхности в разном количестве, в зависимости от того, как долго и в каких условиях сталь находилась без антикоррозионной защиты.

Степень ржавления неокрашенной стальной поверхности влияет на выбор способа удаления ржавчины, на расходы на очистку и долговечность окраски. Стандарт SFS-ISO 8501-1 определяет четыре *степени ржавления* стали горячей прокатки. Степени ржавления, обозначаемые индексами A, B, C и D, определяются словесно с приложением эталонных фотографий. На фотографии A изображается широко охваченная стальная поверхность, на которой очень мало или совсем нет прокатной окислы или ржавчины. B – это стальная поверхность, на которой начинается ржавление и отделение слоя прокатной окислы. C – это такая стальная поверхность, с которой отделилась в виде ржавчины прокатная окисла и ее можно удалить соскабливанием. При визуальном контроле на поверхности наблюдается невооруженным глазом небольшая коррозия - питтинг. D – это стальная поверхность, с которой отделилась в виде ржавчины прокатная окисла и коррозионные язвы наблюдаются повсеместно невооруженным глазом.

Степени ржавления Ri 0 – Ri 5 определены в стандарте ISO 4628. Степени ржавления окрашенных поверхностей, а также степени *растрескивания*, *отслаивания* и *барботирования (пузырения)* классифицируются при помощи эталонных фотографий. Имеется шесть классов, где 0 означает пленку без дефектов, а класс 5 – такое состояние, что уже никакая дополнительная классификация не нужна. Степени ржавления окрашенных поверхностей (Ri) и соответствующая им площадь ржавления даются в таблице 5.1. Ремонт окраски производится при помощи *местной окраски*, если степень коррозии соответствует классам Ri 1 – Ri 3. При степенях ржавления Ri 4 и Ri 5 все защитные свойства окраски утрачены и производится новая повсеместная окраска.

Степень ржавления	Площадь ржавления
Ri 0	0 %
Ri 1	0,05 %
Ri 2	0,5 %
Ri 3	1 %
Ri 4	8,0 %
Ri 5	40 – 50 %

**Таблица 5.1** Степень ржавления окрашенных поверхностей и соответствующая площадь.

### 5.3.2. Степени подготовительной обработки

В стандарте SFS-ISO 8501-1 определяются степени подготовительной обработки поверхностей со словесным описанием внешнего вида поверхности после очистки и приложением эталонной фотографии.

*Подготовительная обработка поверхности, выполненная вручную или машинным способом* – соскабливание, шлифование или обработка стальными щетками вручную или при помощи щеточной машинки – маркируется индексом St. Цифра после индекса показывает степень очистки от прокатной окалины, ржавчины или от старой краски. Обычно степени подготовительной обработки стальными щетками обозначаются как St 2 и St 3.

Например: St 2 - тщательно выполненная *вручную или машинным способом очистка*.

При осмотре невооруженным глазом не наблюдается наличие пыли, жира и грязи, а также присохшей прокатной окалины, ржавчины, старой краски или посторонних материалов. Смотри эталонные фотографии в стандартах BSt 2, CSt 2, DSt 2.

*Подготовительная обработка поверхности, выполненная способом струйной очистки*, обозначается буквенным индексом Sa. К степеням подготовительной обработки струйной очисткой относятся Sa1, Sa2, Sa2<sup>1/2</sup> и Sa3.

Например: Sa2<sup>1/2</sup> - очень тщательная струйная очистка. При осмотре невооруженным глазом не наблюдается наличие пыли, жира и грязи, а также присохшей прокатной окалины, ржавчины, старой краски или посторонних материалов. Смотри эталонные фотографии в стандартах: ASa 2<sup>1/2</sup>, BSa 2<sup>1/2</sup>, CSa 2<sup>1/2</sup> и DSa 2<sup>1/2</sup>. Термин "посторонние материалы" подразумевает, например, растворы солей и остатки материалов после сварки. Эти материалы путем струйной очистки полностью удалить нельзя. В стандарте SFS-ISO 8502 описываются способы контроля, при помощи которых можно установить наличие водных растворов солей железа и хлоридов, пыли и конденсатов.

*Водоструйная очистка* – это такой способ очистки поверхностей, при котором используется вода под высоким давлением. Водоструйная очистка основывается на энергии удара воды о поверхность.

Преимущества водоструйной очистки:

- не загрязняет (пылью и абразивами)
- удаляет растворимые соли
- удаляет жиры и масла
- не оставляет на поверхности пыль и абразивы
- поблизости можно проводить другие работы.

Недостатки водоструйного способа:

- не удаляет прокатной окалины
- не оставляет профиля

Общеприменимые способы водоструйной очистки:

- Водоструйная очистка под высоким давлением (15 МПа – 100 МПа)
- Водоструйная очистка под сверхвысоким давлением (свыше 100 МПа).

При определении степени ржавления регистрируется наиболее высокая степень. При определении степени подготовительной обработки регистрируется та степень, которая по внешнему виду напоминает оцениваемую стальную поверхность. Когда производится местная окраска и обрабатывается только часть поверхности, степень подготовительной обработки можно обозначить буквой Р, что означает, что произведена местная очистка, например, PSa2<sup>1/2</sup> означает, что произведена местная очистка поверхности до степени Sa2<sup>1/2</sup> стандарта ISO 8501-2.

### 5.3.3. Оценка профиля стальной поверхности после струйной очистки

Профиль поверхности – это микро шероховатость поверхности, которая, в общем, оценивается отношением наивысших выступов относительно впадин. (ISO 8503-1)

Независимо от применяемого способа струйной очистки и абразивного материала, на поверхности, очищенной струйным способом, образуются случайные, трудноопределимые неравномерные бугорки и впадины. Поэтому не существует способа, который давал бы точную оценку профиля такой поверхности. Рекомендуется при словесном описании профиля употреблять слово "круглый" (shot), если применялся сферический абразивный материал струйной очистки, или "острый" (grit), если применялся абразивный материал с острыми кромками. В стандарте ISO 8503-1 профили поверхности классифицируются так:

- тонкий
- средней шероховатости
- шероховатый.

Стандарт ISO 8503-2 определяет требования к *эталонным образцам сравнения профилей поверхности по стандартам ISO*. Эталоны предназначены для визуального или пальпационного сравнения очищенной струйным способом стальной поверхности, когда струйная очистка произведена либо круглыми (Shot), либо острыми (Grit) абразивами (таблица 5.2)

С оцениваемой поверхности полностью удаляются пыль и мусор. Выбирается подходящий эталон G или S и устанавливается на поверхности. Сравнивается поверхность поочередно – каждая часть площади поверхности с эталоном. Определяется две части площади поверхности, между

которыми находится испытываемая поверхность и фиксируется соответствующее определение качества профиля "тонкий", "средней шероховатости", "шероховатый" Об оценке профилей способом микроскопирования и способе измерения шероховатости говорится в стандартах SFS-ISO 8503-3 и 8503-4.

<b>Эталон G для струйной очистки с острым абразивом</b>		
Часть площади	Номинальная величина шероховатости Ry5	Допустимое отклонение не более, Ry5
1	25 μm	3 μm
2	60 μm	10 μm
3	100 μm	15 μm
4	150 μm	20 μm
<b>Эталон S для струйной очистки с круглым абразивом</b>		
Часть площади	Номинальная величина шероховатости Ry5	Допустимое отклонение не более, Ry5
1	25 μm	3 μm
2	40 μm	5 μm
3	70 μm	10 μm
4	100 μm	15 μm

#### 5.4. Обработка межоперационной грунтовкой или «предварительное» грунтование

С точки зрения долговечности окраски было бы выгоднее производить предварительную окраску готовой конструкции. Однако, это не всегда возможно или предварительная обработка обходится слишком дорого. Поэтому прокатная окалина и ржавчина удаляются с металлической подложки непосредственно перед стадией грунтовки. Такое удаление ржавчины происходит в автоматической установке дробеструйной очистки и стоимость очистки снижается.

Очищенную поверхность защищают специальной краской, которую называют *грунтовочной краской* или *предварительной грунтовкой (prefabrication primer)*. Раньше грунтовочную краску называли шоппраймером, что в настоящее время значит первичная грунтовочная краска, которая позже покрывается слоем краски. Назначением обработки грунтовкой является временная защита очищенной стальной поверхности на время перевозки или сборки конструкции до тех пор, пока не будет произведена окончательная антикоррозионная окраска.

Межоперационная грунтовочная краска должна обладать следующими свойствами (ISO 12944-5, приложение B):

- она должна подходить для нанесения автоматами для обработки поверхности
- она должна наноситься ровным, хорошо покрывающим поверхность слоем
- она должна сочетаться с последующей окраской
- она должна быстро высыхать, чтобы деталь можно было после окраски подвергнуть обработке
- она должна защищать поверхность установленное время
- сварка и газорезка не должны влиять на толщину пленки
- возникающие при сварке и резке газы и пары не должны превышать нижние границы безопасности рабочей среды.

При выборе межоперационной грунтовочной краски следует принимать во внимание будущую комбинацию красок, ее защитные свойства и нагрузки на готовую окрашенную конструкцию. Наиболее распространенные типы грунтовочных красок и их маркировка:

	<b>SFS 8145</b>	<b>SFS-EN 10238</b>
эпоксидная	E	EPF
поливинилбутиральная	PVB	PVBF
цинко-силикатная	SS	ESIZ
цинко-эпоксидная	SE	EPZ

Цинко-силикатные и цинко-эпоксидные межоперационные грунтовочные краски особенно подходят для применения тогда, когда перед последующей окраской сталь должна находиться вне помещения долгое время, когда конструкция подвергается сильным климатическим нагрузкам и когда окраска производится краской с цинковой пылью. Стандарт SFS-EN 10238 дает указания относительно измерений толщины межоперационной грунтовочной краски.

При нанесении грунтовочной краски следует добиваться равномерной толщины пленки. Наилучшие результаты получаются при автоматическом распылении. Общее название межоперационных грунтовочных красок Teknos – KORRO. В описании красок и описании схем и систем окраски указывается какие грунтовочные краски годятся для определенных случаев.

### 5.5. Подготовительная обработка оцинкованных поверхностей

Цинк, который используют при цинковании в качестве антикоррозионного покрытия стальных поверхностей, во многом отличается по своим свойствам от стали (см. пункт 1.3.1). Эту разницу следует принимать во внимание при подготовительной обработке поверхности и приготовлении комбинации красок и объекта применения.

Во многих случаях перед обработкой оцинкованной поверхности механическим способом, следует удалить с нее затрудняющие обработку и окраску загрязнители и растворимые в воде соли способом удаления грязи и жира (см. ISO 12944-4).

Кроме вышеуказанной очистки, горяче-оцинкованные конструкции следует обрабатывать так:

- Горяче-оцинкованные стальные поверхности, подверженные атмосферным нагрузкам, должны очищаться пескоструйной очисткой до достижения матовости поверхности. Подходящими абразивными материалами могут быть окись алюминия, природный песок или кварц. Не рекомендуется окрашивать оцинкованные поверхности, работающие в «погружении».
- Новые оцинкованные конструкции из тонкого листового металла рекомендуется обрабатывать способом легкой струйной очистки. Для подготовительной обработки поверхностей, которые под воздействием воздуха стали матовыми, достаточно промыть их аммиачной эмульсией и пресной водой.

Поверхности, покрытые краской с цинковой пылью, обрабатываются перед общей окраской в соответствии с описанием продукта.

### 5.6. Виды травильной обработки и краски

При травильной обработке на чистой поверхности образуются фосфатные, хроматные или оксидные слои. Эти слои улучшают адгезию краски к металлической поверхности и препятствуют коррозии под слоем краски. Способы называются фосфатирование, хроматирование и травильная окраска.

*Фосфатирование* подходит для стальных, оцинкованных и алюминиевых поверхностей. Фосфатирование применяется главным образом для конструкций из тонких листов, особенно в качестве подготовительной обработки отжига. При фосфатировании на окрашиваемой поверхности образуется тонкий, хорошо прихвачившийся мелкокристаллический слой фосфата. Очищенные металлические детали обрабатываются раствором фосфата путем распыления или погружения, или промазкой.

*Хроматирование* применяют для обработки поверхностей из легких металлов или оцинкованных поверхностей. Очищенные металлические детали обрабатываются раствором хромата в соответствии с инструкциями поставщика химикалия.

*Травильное грунтование* подходит для стальных, цинковых, алюминиевых, свинцовых и медных поверхностей, а также для нержавеющей стали.

Травильные грунтовочные краски – это двухкомпонентные, пигментсодержащие поливинилбутиральные или эпоксидные краски, фосфорные кислоты или специальные отвердители. При обработке на окрашиваемой поверхности образуется тонкая пленка, улучшающая адгезию.

### 5.7. Выбор способа обработки, степени обработки и степени качества

Выбор способов обработки представлен в стандартах ISO 8504-1 и ISO 12944-4. На выбор обработки влияют следующие факторы:

- практические возможности проведения работ
- состояние и положение поверхности
- требования к степени качества обработки
- обрабатывается ли вся поверхность или ее часть
- экономические факторы
- специальные требования.

Степень обработки и степень качества выбираются в соответствии с системой окраски. Система окраски выбирается в соответствии с требованиями к защите объекта, с учетом подготовительной обработки и условий, в которых она будет производиться. В спецификации выбираются степень обработки и виды работ со сталью. Механические способы подготовительной обработки стальных поверхностей, обработанных струйной очисткой и грунтовочными красками, и степени качества описываются в стандарте SFS 8145 (см. таблицу 5.7).

В стандарте ISO 8504 рекомендуется, чтобы степень очистки металлической поверхности и степень подготовительной обработки Sa3 требовалась только в особых случаях (очень сильно загрязненная или разъеденная поверхность, или агрессивная среда) и в случаях, когда можно создать условия для

достижения и даже превышения данной степени обработки.

## 6. АНТИКОРРОЗИОННЫЕ КРАСКИ

### 6.1 Состав красок

Основными веществами, входящими в состав красок, являются связующие вещества, пигменты, растворители и различные добавки.

#### Связующие вещества

Связующее вещество образует закрепляющуюся на основе пленку краски, в состав которой входят связанные со связующим веществом пигменты. Связующее вещество определяет такие главные свойства пленки, как адгезия к основе, внутренняя прочность и устойчивость.

В подавляющем большинстве красок связующими веществами являются органические макромолекулярные полимеры или синтетические смолы, или реактивные лаковые смолы, из которых при высыхании краски образуются полимеры. Синтетические полимеры и смолы являются важнейшей группой. Краски на основе высыхающих связующих веществ подразделяются на высыхающие физически, высыхающие на воздухе и высыхающие химически. Краски называются по типу связующего вещества, например, алкидными, эпоксидными, хлоркаучуковыми, полиуретановыми, акриловыми или виниловыми красками.

#### Пигменты

Пигменты – это порошки, которые придают краске цвет, укрывистость. Антикоррозионные пигменты могут также замедлять или препятствовать коррозионным реакциям.

Вспомогательные пигменты, или наполнители, оказывают воздействие на многие свойства: устойчивость, блеск и пластичность. Они также уплотняют пленку.

Антикоррозионные грунтовочные краски часто называют по пигментам, например, цинко-эпоксидная краска.

#### Растворители

Назначением растворителя в краске является растворение твердых лаковых смол и полимеров, а также снижение вязкости связующего вещества.

Растворители испаряются из пленки после нанесения краски, но оказывают большое влияние на образование пленки и ее свойства. Растворители являются легковоспламеняющимися жидкостями и часто образующиеся при испарении пары бывают вредными для здоровья.

В соответствии с точкой воспламенения растворителя краски подразделяются на следующие классы горючих жидкостей:

Особенно легко воспламеняющаяся, (символ F+): точка воспламенения  $<0^{\circ}\text{C}$

Легко воспламеняющаяся, (символ F): точка воспламенения  $0 - 21^{\circ}\text{C}$

Воспламеняющаяся, (без символа): точка воспламенения  $21 - 55^{\circ}\text{C}$

Если точка воспламенения краски выше  $55^{\circ}\text{C}$ , она не классифицируется как горючая жидкость. Если точка воспламенения краски  $55^{\circ} - 100^{\circ}\text{C}$ , это отмечается только в связи с условиями ее хранения.

#### Разбавитель

Разбавитель – это испаряющаяся жидкость, добавляемая в краску для ее разбавления. Краски бывают водоразбавляемые и разбавляемые растворителем.

При разбавлении краски всегда надо строго придерживаться данных изготовителем инструкций.

#### Вспомогательные вещества

Обычно краски содержат небольшое количество вспомогательных веществ. Вспомогательные вещества нужны для того, чтобы добиться долгого срока хранения и нужных для нанесения и высыхания свойств.

### 6.2 Типы красок

Краски можно разделять по группам различными способами, например:

- по способу применения
- по способу образования пленки
- по связующим веществам
- по пигментам
- по схемам применения
- по сферам применения



### **6.2.1 Физически высыхающие краски**

Связующим веществом физически высыхающих красок является готовый полимер. Пленка образуется без химических реакций, когда молекулы связующего вещества сцепляются с летучими компонентами краски и испаряются из пленки, или когда расплавленная пленка охлаждается.

#### **6.2.1.1 Физически высыхающие растворимые краски**

Приведенные в настоящей брошюре сокращения даются в соответствии со стандартом ISO 12944.

#### **Хлоркаучуковые краски CR**

В качестве связующего вещества в хлоркаучуковых красках применяются смеси хлоркаучука и химически стойких пластификаторов или смол.

Хлоркаучуковые краски применяются как грунтовочные, подслоиные и поверхностные краски для металлических и бетонных поверхностей.

Хлоркаучуковая пленка устойчива к брызгам химикалий и воды, а также к нагрузкам при погружении в жидкую среду. Обладает хорошей атмосферостойкостью.

#### **Акриловые краски АУ**

Связующими веществами в физически высыхающих акриловых красках служат смеси сополимера акрила и подходящих пластификаторов.

Акриловые краски применяются как грунтовочные, подслоиные и поверхностные краски в системах окраски, подверженных климатическим нагрузкам.

#### **Виниловые краски PVC**

В качестве связующих веществ в виниловых красках применяются смеси сополимера винилхлорида и пластификаторов.

Виниловые краски применяются как грунтовочные, подслоиные и поверхностные краски в системах окраски, подверженных климатическим нагрузкам.

#### **Виниловые смолы СТВ**

Смеси виниловой смолы и других смол используются в качестве связующего вещества для виниловых красок.

Виниловые краски применяются для подводных сооружений.

#### **6.2.1.2 Физически высыхающие дисперсионные краски**

Связующим веществом физически высыхающих дисперсионных красок (латексов) является полимер, диспергированный в воде в виде крохотных шариков диаметром 0,05-0,25 мм. Когда вода из пленки испаряется, полимерные шарики сцепляются друг с другом и образуется сплошная пленка. В красках, предназначенных для металлических поверхностей, имеются антикоррозионные пигменты и ингибиторы.

Пленки дисперсионных красок обладают хорошей атмосферостойкостью.

#### **6.2.1.3 Физически высыхающие нерастворимые краски**

Физически высыхающие нерастворимые краски – это термопластичные краски, которые образуют пленку тогда, когда она сначала расплавляется в печи, а образование пленки происходит при охлаждении.

### **6.2.2 Высыхающие на воздухе краски**

В качестве связующего вещества в высыхающих на воздухе или окисляющихся при высыхании красках используется высыхающее масло или его производные. Атмосферный кислород присоединяется к двойным связям связующего вещества и начинается поперечная межмолекулярная связь.

#### **Алкидные краски**

В качестве связующего вещества алкидных красок применяются масляные модификации алкидных, эпоксидных или уретановых смол.

Алкидные краски, также как эпоксидные эфиры и уретановые масла, отверждаются атмосферным кислородом при испарении из пленки растворителя. Минимальная температура для образования пленки +5<sup>0</sup>С.

Алкидные краски разбавляются как растворителем, так и водой.

В грунтовочных алкидных красках применяются антикоррозионные пигменты. Пигменты поверхностных красок должны быть атмосферостойкими.

Алкидные краски применяются для внутренней и внешней окраски в городской, морской и промышленной атмосфере.

#### **6.2.3 Химически высыхающие краски**

Образование пленки химически высыхающих красок происходит при такой реакции, когда жидкие, или иначе говоря, низкомолекулярные лаковые смолы образуют решетку и их молекулы увеличиваются. Такая ретикулированная пленка больше не растворяется в растворителе и

существенно не размягчается в тепле.

### **6.2.3.1 Двухкомпонентные краски**

В двухкомпонентных красках происходит реакция ретикуляции между смоловыми компонентами и отвердителем. Разбавляемые растворителем двухкомпонентные эпоксидные краски

Двухкомпонентные эпоксидные краски – это краски, содержащие эпоксидные смолы и отвердители из полиамина, полиамида и их производных. Жизнеспособность смеси, после смешивания компонентов краски, ограничена. Минимальная температура для образования пленки +10<sup>0</sup>С.

Эпоксидная пленка не растворяется в растворителе, имеет хорошую адгезию к основе, она твердая и эластичная, что означает хорошую износостойкость. Пленка хорошо устойчива к щелочам, солевым растворам, слабым кислотам, маслам, жирам и растворителям. При климатической нагрузке поверхность, покрытая эпоксидной краской, быстро приобретает меловую шероховатость.

#### **Эпоксидные покрытия EP**

Связующим веществом в эпоксидных покрытиях без растворителя или с малым его содержанием служат эпоксидная смола и отвердитель. У покрытия короткий срок пользования. Обычно его наносят двухкомпонентным распылением. После разовой обработки толщина сухой пленки достигает 250 – 500 мм.

#### **Оксиранэфирные краски (неофициальное сокращение ОХ)**

Оксиранэфирные краски разбавляются растворителем и характеризуются высоким содержанием сухих веществ. В качестве смоловой составляющей двухкомпонентной оксиранэфирной краски используется оксирановая группа, содержащая масло, для отверждения которой применяются смолосодержащие карбоксилкислотные группы. Пленка отверждается медленно при комнатной температуре, поэтому обычно высыхание ускоряется отверждением пленки при температуре от 60<sup>0</sup>С до 150<sup>0</sup>С.

Оксиранэфирные краски обладают хорошей адгезией к стальной поверхности и подходят в качестве грунтовочной краски для других металлических поверхностей.

Оксиранэфирные краски обладают хорошей атмосферостойкостью. Пленка упругая и ударостойкая. Обладает хорошей устойчивостью к химикалиям.

Краска, наносимая прямо на металлическую поверхность, обычно содержит антикоррозионные пигменты.

#### **Эпоксидные краски на основе каменноугольного дегтя STE**

Эпоксидные краски на основе каменноугольного дегтя – это двухкомпонентные краски, связующим веществом которых служат смеси эпоксидной смолы и каменноугольного дегтя.

Эпоксидные краски на основе каменноугольного дегтя применяются для окраски подземных и подводных объектов.

#### **Полиуретановые краски PUR**

Полиуретановые краски – это двухкомпонентные краски. В качестве смоловой части применяется гидроксильная группа, содержащая смолу и полиол (смола акрила, полиэфирная смола или эпоксидная смола), а отвердителем служит либо ароматические соединения, либо алифатические изоцианатные соединения. Образование пленки происходит при температуре свыше 10<sup>0</sup>С.

При помощи алифатического отвердителя добиваются атмосферостойкости поверхностных красок.

Полиуретановые краски с каменноугольным дегтем СТПUR хорошо подходят для окраски подводных объектов.

#### **Полиуретановое покрытие без содержания растворителей PUR**

Связующим веществом покрытия служат полиол и изоцианатный отвердитель.

#### **Цинко-силикатные краски ESI**

Цинко-силикатные краски – двухкомпонентные краски, где связующим веществом служит органический силикат. В качестве пигмента применяется цинковая пыль.

Цинко-силикатные краски применяются в качестве грунтовочной краски для поверхностной краски, подвергающейся климатическим нагрузкам. Одно покрытие может быть использовано для внешнего покрытия и покрытия резервуаров.

### **6.2.3.2 Термоплавкие краски**

Образование пленки термоплавких красок происходит при температуре +140<sup>0</sup>С – +180<sup>0</sup>С, когда связующие компоненты вступают в реакцию между собой.

#### **Алкидные термоплавкие краски**

В качестве связующего вещества применяются низко масляные алкидные и аминные смолы.

### Полиэфирные термопластичные краски

В качестве связующего вещества применяются полиэфиры и аминные смолы.

#### 6.2.3.3 Порошковые краски

Порошковые краски – это пылевидные краски. В качестве связующего вещества химически отверждающих порошковых красок используются эпоксид, акрил, полиэфир и полиуретан. Обычно порошок наносится способом электростатического распыления. Конечная пленка образуется в печи отжига, где порошок расплавляется и полимеризуется в пленку при температуре + 120<sup>0</sup>С – 200<sup>0</sup>С.

## 7. СИСТЕМЫ ОКРАСКИ

Система окраски образуется из окрашиваемой основы, подготовительной обработки основы и защитной пленки используемой краски. В систему окраски может входить только одна краска, которой производят окраску один или несколько раз, пока не будет достигнута достаточная толщина пленки. Однако обычно в систему окраски входят несколько красок, задача которых – дополнять друг друга. В порядке применения краски называются грунтовочными, подслоиными и поверхностными красками.

Механизм антикоррозионной окраски базируется на контактном ингибировании, анодном и катодном ингибировании или катодной защите. Часто краски в системе окраски действуют на основании одного из этих принципов. Например поверхностная краска действует, как контактный ингибитор, а грунтовочная краска – как катодный ингибитор. Иногда ингибирующие антикоррозионные пигменты используются во всех слоях.

### 7.1 Маркировка систем окраски

В части 5 стандарта ISO 12944 представлен способ маркировки систем окраски. Системы окраски, представленные в таблицах А.1 – А.9 этого стандарта, можно маркировать следующим образом (в качестве примера приводится система S1.01 из таблицы А.1):  
SFS-EN ISO 12944-5/S1.01.

В том случае, когда несколько различных связующих веществ применяются под номером одной и той же системы, в обозначении следует указывать тип связующего следующим образом (в качестве примера приводится система S2.09 из таблицы А.2):  
SFS-EN ISO 12944-5/S2.09.-AK/AY.

В таблицах А.1 – А.9 стандарта говорится о пронумерованных системах окраски.

- окрашиваемая поверхность (Fe/Zn) и степень ее подготовки – связующее вещество слоя краски, тип, количество слоев и номинальная толщина пленки
- общее количество слоев краски в системе и общая номинальная толщина пленки
- класс долговечности согласно таблицы условий нагрузки

В Финляндии антикоррозионной окраской считается система окраски, в которую входят подготовительная обработка окрашиваемой поверхности, применяемые для защиты поверхности краски, образующие защитную пленку, или комбинация красок.

В международном стандарте ISO 12944 понятие системы окраски не применяется, но вместо него используется понятие комбинации красок (paint system), подразумевающей как весь комплекс образовавшихся слоев краски, так и систему окраски.

В Финляндии рекомендуется маркировать системы окраски так, как это дается в стандарте ISO 12944, часть 5, пункт 5.8, дополняя в скобках обозначением краски, общей номинальной толщиной пленки, количеством слоев пленки, металла основы и обработки поверхности.

Обозначения связующего краски дается по части 5 стандарта ISO 12944 (см. таблицу 2.1 настоящей брошюры). Степени обработки поверхности обозначаются в соответствии со стандартом ISO 8501 (см. главу 5 "Подготовка основы для окраски"). Номинальную толщину пленки измеряют микрометром.

Материал основы металлической конструкции обозначают химическим символом, например:

Fe= железо

Zn= цинк.

Примеры рекомендованных маркировок систем окраски:

**SFS-EN ISO 12944-5/S1.01** (AK 100/2- Fe Sa2<sup>1/2</sup>)

**SFS-EN ISO 12944-5/S1.01** (AKAY160/2-FeSt 2)

Стандарт ISO 12944 предполагает, что если комбинация красок не приведена ни в одной из таблиц A.1 – A.9 стандарта, то следует приводить все данные, касающиеся обработки поверхности, общего типа краски, номинальную толщину пленки и количество слоев. Для маркировки такой системы окраски можно использовать представленный в этой рекомендации способ маркировки без ссылки на номер таблицы.

## **7.2 Выбор системы окраски**

В общем можно сказать, что краски системы должны соответствовать размещению объекта и выдерживать **соответствующие** нагрузки. Они должны сочетаться друг с другом, с применяемым способом обработки поверхности и выбранными условиями окраски.

### **7.2.1 Классы нагрузки**

Типы красок выбираются, исходя из требований к защите объекта. Краски должны также выдерживать нагрузки, получаемые при выполнении монтажных работ на объекте.

При описании объекта для выбора условий пользуются стандартом ISO 12944, часть 2, в которой условия окружающей среды классифицированы на влияющие на коррозию металла факторы по классам C1 – C5 и Im1 - Im3, см гл. 2 настоящей инструкции.

Наиболее распространенные выбираемые условия во внутренних помещениях относятся к классам нагрузки C1 и C2, исходя из предположения, что кроме влажности там не будет никаких других важных факторов, влияющих на коррозию.

Наружные условия окружающей среды определяются классами C2 – C5. По качеству и объему загрязненного воздуха местные условия можно классифицировать как сельские, городские, морские или промышленные.

Кроме уже упомянутых классов нагрузки, могут быть и нагрузки специальные, как например, в установках химической, бумажной и целлюлозной промышленности, или в подземных и подводных сооружениях. В таких особых условиях типичными возбудителями коррозии являются разъедающие газы, пыль химикалий, брызги, биологические, механические и температурные нагрузки. Системы окраски, подвергающиеся специальным нагрузкам, представлены в брошюре "Схемы промышленной и антикоррозионной окраски", изданной Teknos.

При определении среды и класса нагрузки следует обратить особое внимание на непосредственную близость к объекту влияющих на коррозию факторов. С точки зрения защиты от коррозии такой микроклимат имеет большее значение, чем макроклимат данной местности.

Климат Финляндии в основном относится к прохладному и влажному типу. По сравнению с другими промышленными странами, атмосфера Финляндии чистая.

Поскольку однотипные в принципе краски могут отличаться друг от друга практическими и прочностными характеристиками, очень важно выбрать такую систему окраски, которая уже хорошо зарекомендовала себя в практическом применении.

Самые распространенные системы окраски фирмы Teknos, которые с успехом применяются на практике представлены в брошюре "Схемы промышленной и антикоррозионной окраски".

### **7.2.2 Подготовительная обработка и условия окраски**

При выборе системы окраски следует принимать во внимание также подготовительную обработку и условия окраски. Если из-за расположения, или по экономическим причинам обработка и окраска ограничены, система окраски выбирается так, чтобы краски подходили для достигнутой степени обработки и условиям окраски и соответствовали наилучшим образом требованиям к антикоррозионной защите объекта. Фирма Teknos располагает системами окраски, подходящими как для окраски в помещениях, так и в полевых условиях.

### **7.2.3 Экономичность**

Антикоррозионная окраска является своего рода инвестицией, цель которой состоит в том, чтобы произвести окраску наиболее экономично и, чтобы эта окраска выдержала запланированный срок. Хотя доля затрат собственно на краски составляет всего 15 – 20% от общей стоимости антикоррозионных работ, выбор красок имеет особое экономическое значение. Так, например, при окраске в мастерской или в малярном цехе быстровысыхающие краски сокращают время высыхания и тем самым повышают производительность цеха или мастерской.

## **8. ВЫПОЛНЕНИЕ МАЛЯРНЫХ РАБОТ**

Нанесение краски имеет большое значение для долговечности окраски. Работа должна быть выполнена профессионально, с соблюдением всех условий и указаний, изложенных изготовителем краски в описании изделия.

## 8.1 Способы окраски

Краски наносятся на окрашиваемую поверхность различными способами. Промазка или нанесение кистью, нанесение валиком, окраска распылением, окраска окунанием, окраска поливкой, разливочной машиной и прокатная окраска являются самыми распространенными способами окраски. При выборе способов окраски следует принимать во внимание

- место окраски
- форму и размер объектов, их количество, а также ритм окраски
- тип краски
- количество колеров
- технику безопасности и окружающую среду.

### 8.1.1 Нанесение кистью

Нанесение кистью – старейший способ окраски, применяемый до наших дней. Преимуществом этого способа является хорошее проникновение краски в поры окрашиваемой поверхности. Однако нанесение краски кистью – процесс медленный и зачастую относительно дорогой. При окрашивании больших поверхностей не удастся добиться достаточной равномерности и гладкости поверхности. Толщина пленки остается меньшей, чем при окраске безвоздушным распылением.

### 8.1.2 Нанесение валиком

Чаще всего нанесение краски валиком применяется тогда, когда нужен более быстрый метод работы. Валиком краска накатывается на окрашиваемую поверхность, а не намазывается, как при нанесении кистью. Валиком нецелесообразно применять при окрашивании небольших или плохо очищенных, неровных поверхностей, особенно если на поверхности осталась ржавчина или пыль. В этом случае пленка краски не прилипает в должной степени к поверхности основы, а остается на загрязнителях. Кроме того, валиком трудно достичь равномерной и достаточной толщины пленки. Прежде всего, валик предназначен для окраски больших гладких поверхностей. Его не рекомендуется применять для грунтования.

### 8.1.3 Окраска распылением

В настоящее время окраска распылением является самым распространенным способом окраски больших поверхностей. Для различных практических целей разработано несколько типов распыления

#### Воздушное распыление

Способ воздушного распыления является самым старым способом нанесения краски распылением. Этот способ применяют и тогда, когда основной целью окраски является улучшение внешнего вида.

При воздушном распылении краска подается гидростатическим или небольшим избыточным давлением в сопло краскового пистолета. Подающаяся на сопло краска образует легкий туман, смешиваясь с разными с поступающим из другой части воздухом. Поступающую в сопло краску можно регулировать игольчатым клапаном или размерами сопла. Форма распыляемой краски определяется направлением и величиной воздушного потока. Воздушное распыление требует давления воздуха и разбавления, оно производит много краскового тумана побочного распыления. Поверхность получается ровная и гладкая. Воздушное распыление планируется для тонких слоев краски и не рекомендуется к применению там, где слой краски должен быть толстым. Воздушное распыление не рекомендуется применять там, где элементы конструкции имеют сложную форму. Выдуваемый воздух препятствует проникновению краски в узкие места и в поры поверхности. Такое распыление иногда называют распылением низкого давления из-за применяемого при этом низкого рабочего давления.

Главными преимуществами этого способа являются

- возможность регулировать форму факела напыляемой краски
- отсутствие движущихся частей в окрасочном аппарате
- хорошая окрашиваемость
- выгодная стоимость
- быстрая смена колеров.

К недостаткам следует отнести

- непригодность для окраски всех поверхностей
- затруднительность окраски изогнутых и угловатых конструкций
- необходимость разбавления

#### Безвоздушное распыление (распыление под большим давлением)

Безвоздушное распыление больше всего применяется для нанесения антикоррозионной окраски. Распыление краски при безвоздушном распылении происходит от разницы давлений, когда краска под большим давлением проходит через узкое сопло. Получаемый таким образом красковый мелкий туман быстро оседает на окрашиваемой поверхности. А поскольку встречная воздушная подушка

отсутствует, то краска легко попадает в углы и проникает в поры поверхности.

Необходимое при безвоздушной окраске давление получается от насоса высокого давления, который поднимает давление в 20 – 70 раз, в зависимости от соотношения воздуха, краски и площади поверхности поршней. Существуют аппараты, в которых используются мембранные или поршневые насосы с электрическими двигателями или двигателями внутреннего сгорания. Они применяются на объектах, где нельзя получить сжатый воздух.

Диаметр и давление сопла безвоздушного распылителя определяет в первую очередь объем краски. Угол распыления определяет ширину распыления краски. В производственном описании краски указано, для каких изделий лучше всего подходят те или иные размеры сопла безвоздушного распылителя.

При выборе безвоздушного распылителя следует обратить внимание на длину шланга, давление, условия и производительность в литрах. Принимая решение следует также учесть нормальное давление воздуха в сети, наиболее употребляемые типы красок и потребность в краске.

Для распыления обычных красок разбавления требуется сопло с давлением 120 – 160 кг/см<sup>2</sup>. Многие толсто пленочные краски и покрытия с малым содержанием растворителя требуют давления 200 – 450 кг/см<sup>2</sup>, чтобы слой краски получился равномерным. Краска должна направляться при минимальном давлении, чтобы достигнуть хорошего экономического эффекта. Применяя дополнительно соответствующий нагреватель краски, можно значительно снизить давление.

### **Распыление под большим давлением создает в углах лучшую пленку, чем способ воздушного распыления.**

Главными преимуществами способа безвоздушного распыления являются

- пригодность для многих типов красок
- большая производительность
- невысокая потребность в разбавлении красок
- большая толщина пленки
- небольшое облако краски.

К недостаткам следует отнести

- большое давление в шланге
- внешний вид поверхности краски не всегда так же хорош, как при воздушном распылении
- не годится для нанесения малых объемов краски.

### **Безвоздушное распыление с подачей вспомогательного воздушного потока**

Конечные результаты окраски безвоздушным распылением можно улучшить при помощи пистолета, в который подается рассеивающий воздух.

Некоторые изготовители распылителей продают безвоздушные воздуховспомогательные пистолеты под названиями Airmix, Aircoat, Airflow, Airassist и т. д.

Общим для всех этих приборов является то, что при помощи отдельно регулируемого потока рассеивающего воздуха можно регулировать и изменять свойства веера краски, исходящего из сопла пистолета. В результате поверхность краски улучшается и трудно распыляемые краски можно распылять без штриховых явлений. Такие пистолеты можно применять как обычные безвоздушные пистолеты, если нет нужды подавать рассеивающий воздух. Так как давление распыления можно снизить при помощи вспомогательного воздушного пистолета, то этот пистолет можно также с успехом использовать для электростатической окраски.

### **Электростатическая окраска**

Электростатический распылитель разработан как для нанесения жидких, так и для нанесения порошковых красок. При помощи трансформатора между окрашиваемой поверхностью и распыляемой краской создается высокое напряжение постоянного тока (60 – 100 кв.). Краска или порошок в пистолете рассеиваются центробежной силой, рассеивающим воздухом или высоким давлением. В электрическом поле краска или порошок получает заряд и поступает на поверхность заземленной детали. При окраске порошковыми красками, проходящий мимо детали порошок можно через циклон направить в улавливающий резервуар, а затем использовать снова (рисунок 8.7). Наряду с электростатическими распылителями можно использовать при распылении порошковой краски также и распылители, действующие без внешних источников напряжения, работающие по трибоэлектрическому принципу (рисунок 8.8).

### **Двухкомпонентное распыление**

Реакция отверждения покрытий, не содержащих растворителей, проходит так быстро, что для их использования разработан специальный двухкомпонентный распылитель. Они подают отвердитель и смолы из отдельных резервуаров и смешивают компоненты в нужных пропорциях перед подачей на

безвоздушный пистолет-распылитель.

#### **8.1.4 Окраска окунанием**

Окраска окунанием – это быстрый способ окраски серийно изготавливаемых деталей. Преимуществом этого способа является малый расход краски. Окрашиваемые детали можно погружать в ванну с краской поодиночке, пучком, на стеллаже, в проволочной корзине или каким-либо другим соответствующим образом.

Ванна рассчитывается в соответствии с размером деталей. Ванны больших размеров оборудуются насосом, который отсасывает краску поблизости от поверхности и подает ее снова на дно ванны с целью воспрепятствовать образованию осадка. Ванна для окраски должна быть оборудована плотной крышкой, причем крышка всегда должна быть закрыта, если окраска не производится. В стандарте SFS-3358 "Окраска и сушка краски" даются указания относительно устройства ванн.

Для окраски окунанием по своему назначению подходят физически высыхающие краски, краски высыхающие при окислении и термоплавкие краски. Нельзя использовать двухкомпонентные быстрореагирующие краски из-за кратковременной жизнеспособности смеси.

Обычная толщина пленки при одноразовом окунании – от 30мм с обеих сторон детали. Если деталь слишком сложная, то при окраске окунанием вообще нельзя получить равномерной окраски, потому что отверстия, выступы и т.п. препятствуют легкому стеканию краски.

#### **Окраска элетроокунанием**

Окраска элетроокунанием – электро- и катафорез – это такой способ окраски, при котором окрашиваемая деталь включается в цепь постоянного тока в качестве анода или катода, а ванна служит противоположным полюсом. Для окраски таким способом предназначены водоразбавляемые краски. Электрически заряженные частицы краски устремляются к поверхности окрашиваемой детали, осаждаются и образуют равномерную прочную пленку толщиной 30мм. Этот способ окраски применяется в автомобильной промышленности и на заводах бытовых машин для нанесения грунтовки.

#### **Электростатическая порошковая окраска окунанием**

Окрашиваемую деталь погружают в ванну, где находится псевдосжиженная порошковая краска. В ванне имеются электроды, по которым сквозь краску проходит ток, в результате чего порошковая краска налипает на поверхность заземленной детали. Толщину пленки можно регулировать силой тока.

#### **Вихревая агломерация**

Вихревая агломерация, или окраска взвесью, применяется как общий способ нанесения порошковых красок. Порошок поддерживается во взвешенном состоянии потоками воздуха, поступающими через отверстия в дне ванны. Предварительно нагретые детали погружают во взвесь, где порошок налипает на горячую деталь. Деталь извлекают из ванны, подвергают обжигу в печи и охлаждают. Этот способ пригоден и для нанесения термопластических красок.

### **8.2 Условия окраски**

Подготовительная обработка и малярные работы должны выполняться в соответствии с условиями, указанными в инструкции поставщика краски. Часто причиной отставания краски от поверхности бывает то, что краска наносилась на влажную, мокрую или покрытую льдом поверхность. Во время окраски и отверждения краски температура воздуха должна быть достаточно высокой для высыхания краски.

#### **8.2.1 Относительная влажность воздуха и точка росы**

В воздухе всегда присутствует водяной пар. Когда водяной пар сгущается и превращается в жидкость, начинается коррозия. На чистой металлической поверхности это происходит, когда относительная влажность воздуха достигает 100%, например, при снижении температуры до точки росы. На загрязненной поверхности конденсация может происходить значительно раньше.

На практике очищенная струйным способом стальная поверхность начинает подвергаться коррозии уже при относительной влажности воздуха 60-70%. Поэтому струйная очистка должна производиться при низкой относительной влажности воздуха. Окраска производится в минимально возможные сроки после очистки (хорошая практика - в течение 6 часов), чтобы поверхность не начала ржаветь, а краску успеть нанести на чистую поверхность.

Некоторые краски более подходят для применения при высокой относительной влажности воздуха. При окраске влажных поверхностей такими изделиями оптимальные результаты достигаются, если краска наносится кистью.

Относительная влажность воздуха по разному влияет на высыхание и образование пленки различных красок. В описании изделия указываются максимальные рекомендуемые величины относительной влажности воздуха.

Если температура металлической поверхности ниже температуры воздуха, в некоторых случаях это может вызвать образование конденсата на поверхности, хотя относительная влажность воздуха будет небольшой. Поэтому не всегда правильно требовать данные по величинам относительной влажности воздуха, а гораздо более важно то, чтобы температура металлической поверхности была как минимум выше точки росы на  $3^{\circ}\text{C}$ .

Точка росы – это такая температура воздуха, при которой воздух охлаждается до образования 100% относительной влажности воздуха.

При температуре воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  следует контролировать, чтобы температура металлической поверхности была выше, иначе на поверхности может образоваться корка льда. Измерение температуры поверхности лучше всего производить датчиком температуры поверхности.

### 8.2.2 Влияние температуры на высыхание краски

Температура оказывает существенное влияние на высыхание краски и на образование пленки. Чем выше температура, тем быстрее высыхание краски – это непреложное правило. Высыхание химически высыхающих и высыхающих на воздухе красок значительно ускоряется при повышении температуры. В описаниях изделий указываются необходимое время высыхания и минимальная температура во время окраски.

Некоторые типы красок, такие как физически высыхающие хлоркаучуковые, виниловые и битумные краски отверждаются и при температуре ниже нуля, но чтобы избежать излишних малярных работ, следует убедиться, что перед окраской краски хранились в теплом помещении.

Высыхающие на воздухе масляные и алкидные краски очень медленно отверждаются при низкой температуре. Следует избегать малярных работ при температуре воздуха ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ . Это касается и водоструйной подготовительной обработки.

Эпоксидные и другие реагирующие краски очень медленно активируются при температуре ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ . При температуре ниже  $+10^{\circ}\text{C}$  следует использовать специальные эпоксидные краски, которые подходят для использования при низких температурах. Специальные эпоксидные краски, используемые при низких температурах отверждаются даже при температуре  $-7^{\circ}\text{C}$  и ниже. Полимеризация при такой температуре происходит, конечно же, медленно. Когда температура подымется выше  $0^{\circ}\text{C}$  и более, процесс ускорится. Хотя многие эпоксидные краски кажутся отвердевшими уже при испарении растворителя, следует помнить, что конечной прочности пленка достигает после окончательной полимеризации.

Не рекомендуются также и слишком высокие температуры. Быстрое испарение растворителя вызывает пористость пленки и плохую адгезию к основе.

### 8.2.3 Окраска в стационарных условиях

Рекомендуется проведение антикоррозионных малярных работ, по возможности, в теплых помещениях, а в полевых условиях – в теплое время года при сухой погоде. Развитие малярного дела идет в направлении организации окраски в стационарных условиях, иными словами, к проведению антикоррозионных малярных работ вне мест монтажа и строительства.

### Соотношения между точкой росы, температурой воздуха и относительной влажности воздуха.

Источником послужил стандарт ISO 8502-4:1993 (E), Preparation of steel substrates before application of paint and related products. -Tests for the assesment of surface cleanliness. *(Подготовка стальных поверхностей перед нанесением краски и подобных изделий. Испытания для оценки чистоты поверхности)*

Заглавие четвертого раздела: Guidance on the estimation of the probability of condensation prior to paint application. *(Руководство по оценке возможности конденсирования перед нанесением краски)*

Указанный стандарт дает указания, как оценить возможность появления конденсата на окрашиваемой поверхности и подходят ли условия для произведения окраски.

Относительная влажность воздуха, температура воздуха и температура поверхности являются исходными точками при оценке возможности точки росы (конденсата) на окрашиваемой поверхности. Практически на это влияют также теплопроводность окрашиваемой поверхности, солнечное теплоизлучение, воздушные потоки на окрашиваемой поверхности и возможное наличие на



поверхности типа и количества гигроскопических веществ.

Общим указанием может быть то, что температура окрашиваемой поверхности должна быть, как минимум, на 3<sup>0</sup>С выше температуры точки росы перед окраской, ввремя окраски и высыхания краски, если изготовитель краски не рекомендует иное.

Температуру точки росы можно вычислить по формуле, имеющейся в стандарте ISO 8502-4.

### 8.3 Толщина пленки и ее измерение

#### 8.3.1 Толщина пленки

Толщины пленок зависят от класса климатической нагрузки, типа краски и желательной долговечности окраски. В стандартах и инструкциях по малярным работам толщины пленок приводятся в виде *номинальной толщины пленки*. Принимая во внимание профиль поверхности при измерении толщины пленки, ее в разных стандартах определяют разными способами, поэтому очень важно уяснить о каком определении идет речь.

#### 8.3.2 Измерение толщины влажной пленки

Толщину пленки можно отслеживать во время проведения работ при помощи измерителя толщины мокрой пленки. Толщина мокрой пленки измеряется либо гребенчатым измерителем, либо дисковым измерителем, сразу же после нанесения краски до того, как из пленки испарится растворитель. Способ измерения описывается в стандарте ISO 2808. Толщина мокрой пленки считается прямо с измерителя ( $K_m$ ).

Толщину сухой пленки ( $K_k$ ) можно рассчитать по формуле:

$$K_k = K_m \cdot V / 100, \text{ где:}$$

$K_m$  – толщина мокрой пленки (определяется с помощью «гребенки»);

$V$  – объемная доля нелетучих веществ (%).

где  $V$  означает процент содержания в краске сухих веществ. Содержание в краске сухих веществ ( $V$ ) указывается в описании изделия, а толщину мокрой пленки  $K_m$  получают в результате измерений.

#### 8.3.3 Расчет количества краски

Теоретически необходимый объем краски  $M_t$  (в литрах) рассчитывается по формуле:

$$M_t = K_k / (V \cdot 10), \text{ где:}$$

$M_t$  = теоретический расход краски (л)

$K_k$  = толщина сухой пленки (мм)

$V$  = содержание в краске сухих веществ (в %)

При окраске практический расход краски всегда больше теоретического. На практике краска расходуется на заполнение профиля поверхности, неравномерную толщину пленки и распыление мимо поверхности. Кроме того краска остается в посуде и на инструментах. на м<sup>2</sup>

Практически необходимый объем краски  $M_k$  (в литрах) можно рассчитать по формуле:

$$M_k = M_t \cdot (1 / (1 - H)), \text{ где:}$$

$M_k$  = практический расход краски (л)

$M_t$  = теоретический расход краски (л)

$H$  = процент потерь (%)

*На практике при окраске процент потерь составляет около 30 – 70%, иными словами, практический объем краски  $M_k$  в ~ 1,4 – 3 раза больше теоретически рассчитанного объема.*

#### 8.3.4 Измерение толщины сухой пленки

Когда пленка отвердеет измеряется толщина сухой пленки. Способы измерения толщины сухой пленки могут быть как с нарушением, так и без нарушения пленки. Способы измерения толщины сухой пленки описываются в стандарте ISO 2808.

##### 8.3.4.1 Способы без нарушения пленки

Толщину сухой пленки на металлической поверхности измеряют при помощи магнитных измерителей. Измерители классифицируются по магнитности поверхности и по принципу действия прибора. Если металл основы магнитный, то измерители замеряют либо силу притяжения между магнитом прибора и металлом основы, либо силу магнитного сопротивления покрытия и металла основы. Измерители бывают с постоянным магнитом или электромагнитные.

Если же металл основы немагнитный, то применяются измерители вихревых токов. Сила вихревого

тока зависит от толщины пленки между металлом и измеряющей головкой. Измерительные приборы применяются в соответствии с инструкциями изготовителя. Факторы, влияющие на результаты измерений, описаны в стандарте ISO 2808. Пленка должна достигнуть достаточной степени твердости до начала измерений.

Перед применением измеритель регулируют в соответствии с инструкциями изготовителя, используя подходящие калибровочные образцы. Калибровочными образцами могут быть или калибровочная пленка, или окрашенные детали. Обычно калибровочные пленки делаются из пластмассы.

Калибровочную пленку устанавливают, по договоренности, на гладкую (холодной прокатки) или шероховатую стальную поверхность. Настройку измерителя нужно проверять всегда перед началом измерений и через регулярные промежутки времени во время измерений.

Чтобы избежать неточностей, вызванных методом действий работника, проводящего измерения, можно уменьшить использование прибора, который он сам настраивал, или использовать датчики постоянного давления. Такой датчик устанавливают перпендикулярно поверхности детали. Измерители, работающие на принципе силы магнитного притяжения, должны настраиваться каждый раз отдельно для установки их в горизонтальном положении и отдельно для установки в вертикальном положении.

Измерения толщины пленки производят на поверхности, или части поверхности, представляющей наибольшее значение для внешнего вида или работы объекта.

В зависимости от величины представленной поверхности выбирается столько участков для измерения, сколько нужно для того, чтобы получить правильное представление о распределении толщины пленки. Участок измерения – это часть представленной для измерения поверхности, на которой производится оговоренное количество измерений. Точка участка измерения, на которой производится одно отдельное измерение, называется точкой измерения. Для коррекции неточности метода измерения и недостаточной повторяемости следует снять несколько данных с точек измерения. Средняя величина данных и будет толщиной пленки точки измерения. Минимальная толщина пленки представленной для измерения поверхности – это самая маленькая толщина, полученная на точке измерения.

В стандартах антикоррозионной окраски определяется количество измерений на участке измерения и величину отклонения от номинальной толщины пленки.

**Пример:** из каждых ста квадратных метров поверхности выбирается участок измерения площадью в десять квадратных метров, где выбираются 20 точек измерения. С точки измерения данные отбираются три раза. На одной точке измерения толщина пленки может быть ниже номинальной. Максимальное занижение толщины пленки не может быть более 20%.

В протоколе измерений должно быть ясно изложено, сколько измерений произведено в соответствии с указаниями, оговоренные или иные отклонения от стандарта, результаты измерений (средняя величина, максимальная величина, минимальная величина), способ измерения и марка измерительного прибора.

#### **8.3.4.2 Способы с нарушением целостности пленки**

По желанию измерение толщины пленки можно произвести способом, нарушающим целостность пленки. В стандарте ISO 2808 описываются способы измерения сухой пленки.

Измерения в полевых условиях возможно, в том числе сделать прибором, делающим клинообразный вырез. Прибор состоит из оборудованного подсветкой микроскопа и режущего инструмента. В нем имеется отшлифованный резец из твердого металла, которым делается сквозной V-образный вырез на сухой пленке. Микроскопом, входящим в прибор, производится измерение толщины слоя краски, когда известен угол резца. При этом способе просматривается также количество слоев.

## **9. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРИ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ОКРАСКЕ**

Окраска относится к тем процессам, в которых трудно оценить качество только посредством конечной проверки или на основании оценки образовавшейся пленки. Поэтому очень важно, чтобы планировались контроль и проверка во время работ всех факторов, влияющих на конечный результат окраски. Заказчики требуют все больше письменных или других надежных материалов, подтверждающих сведения о качестве окраски и рабочих факторах, влияющих на качество.

При антикоррозионной окраске на качество готовой защитной пленки влияют многие факторы. Процесс делится на стадии планирования, выполнения работ, подтверждения качества или контроля и проверки на разных стадиях работы. Значение профессиональных навыков и заинтересованность выделяются как основная черта на всех стадиях производства антикоррозионной окраски.

Для оценки качества готовой пленки учитываются различные стадии, влияющие на достижение

конечного качественного результата. Принимая во внимание все вышеупомянутые обстоятельства, составляется *проект качества*. При проектировании качества и общего выполнения работ следует учитывать, что, если только одна из контролируемых стадий будет выполнена неудачно, то это приведет к неудаче всей окраски или ухудшению ее результатов (стандарт ISO 12944-8).

Целью выполнения окрасочных работ является стопроцентный успех окраски. Для достижения этого успеха предполагается, что:

- персонал обладает профессиональными навыками и заинтересованностью
- все стадии работы будут успешными
- все надлежащие проверки на всех стадиях работы будут произведены правильно.

**Конечным результатом работ будет принятая система окраски и высокий уровень ее качества.**

Назначение *управления качеством* является то, чтобы антикоррозионная окраска соответствовала условиям договора (стандарт SFS-EN ISO 8402).

Понятие *контроль качества* включает в себя все связанные с антикоррозионной окраской виды работ, вещества, инструменты, способы работы и проверки условий, учет, ремонтные мероприятия и ликвидацию выявленных нарушений.

Управление качеством антикоррозионной окраски облегчается, если у поставщика или подрядчика есть система качества (основание – стандарты ISO 9001 и ISO 9002).

*Подтверждение качества* окраски и основные его факторы представлены в стандарте ISO 12944-7.

### 9.1 Проектирование качества

Поставщик или подрядчик, который занимается системой качества, составляет для проекта окраски письменный *проект качества*, который полностью согласуется с мероприятиями по управлению качеством данного предприятия. Поставщик или подрядчик также дает описание требований к профессиональному уровню персонала, который производит окраску (основание – стандарт ISO 12944-7).

В проекте качества определяются:

- цели, достигаемые качеством: правильные оттенки, внешне бездефектная окраска и правильная толщина пленки
- детальные права и обязанности каждого на разных стадиях проекта
- детальное описание порядка работы, применяющихся способов и рабочих инструкций
- целесообразный порядок контроля качества по стадиям и порядок мер исправления и ликвидации недостатков
- порядок внесения изменений в проект и их выполнения

Если же поставщик или подрядчик в своей деятельности не пользуется системой качества, то можно составить между заказчиком и поставщиком или подрядчиком письменный договор о системе качества, который по форме и содержанию соответствовал бы вышеуказанной системе качества.

Можно также договориться о том, что производить контроль качества малярных работ будет третья сторона, например, сертифицированный инспектор-контролер. Он действует в качестве представителя лица, уполномочившего его. У третьей стороны может быть составлен отдельный договор, в котором определяются объекты проверки качества, объем, время, место, способы измерений, количество и время посещений объекта. В договоре также указывается, как контролер оформляет свои наблюдения, кому и как он сообщает о замеченных недостатках, об их исправлении и ликвидации отклонений от норм.

### 9.2 Факторы обеспечения качества

Ниже приводятся важнейшие факторы, обеспечивающие качество антикоррозионной окраски.

#### 9.2.1 Персонал

Работник, производящий антикоррозионную окраску, должен обладать нужной для выполнения работ квалификацией. Работа, которая требует особенно тщательного выполнения, должна поручаться персоналу, имеющему профессиональное образование или сертифицированное подтверждение квалификации, если между сторонами не заключены другие договора.

При необходимости перед началом малярных работ созывается совещание, в котором участвуют заказчик, поставщик и изготовитель краски. На совещании рассматриваются следующие вопросы:

- спецификация окраски, описание малярных работ и стандарты, по которым будут выполняться работы
- поставщик должен указать, что он будет постоянно следить за достижением нужного уровня качества на всех стадиях работы
- рабочий журнал с ежедневными записями и кто его будет вести
- возможные неясности в инструкциях по окраске и требования стандартов, например, как обрабатывать трудноокрашиваемые объекты, которые нельзя обработать на месте окраски в

соответствии со спецификацией.

### 9.2.2 Стальная конструкция

Если договорено, что конструкция изготавливается по требованиям части 3, стандарта ISO 12944, то обеспечиваются нужные требования.

Степень ржавления неокрашенной поверхности определяется по стандарту SFS-ISO 8501-1. Если не оговорено иное, то степень ржавления поверхности утверждается, только как А, В или С.

Качество выполнения стальных работ контролируется по стандарту SFS 8145, при этом проверяется, чтобы зачистка сварных швов и кромок соответствовала оговоренным степеням качества.

Доступ к окрашиваемой поверхности должен быть беспрепятственным (ISO 12944-3). Освещение поверхности должно соответствовать требованиям к выполнению малярных работ.

Результаты проверки протоколируются.

### 9.2.3 Подготовительная обработка

Очистка поверхности должна соответствовать степени очистки, указанной в спецификации работы.

Загрязнители, препятствующие получению качественного ЛКП (соли, жиры и масла), должны быть смыты с применением щетки или моечным аппаратом высокого давления с поверхности до ее очистки струйным способом. В необходимых требованиях оговаривается фракция абразивного материала для струйной очистки, их размер и чистота (стандарты ISO 11124 – ISO 11127).

Инструменты для очистки должны быть в хорошем состоянии и указаны в договоре. Компрессор должен быть достаточной мощности, а сжатый воздух – чистым.

Температура воздуха и детали, а также относительная влажность воздуха во время очистки поверхности должны соответствовать спецификации на ЛКМ. Эти величины заносятся в протокол.

Степень подготовительной обработки поверхности оценивается по стандарту SFS-ISO 8501-1, а результаты протоколируются.

Профиль поверхности оценивается в необходимых требованиях стандарта SFS-ISO 8503.

На поверхностях, находящихся в степени ржавления С или D после струйной очистки все еще остаются невидимые растворимые в воде соли железа, хлориды и пыль. В стандарте ISO 8502 представляются способы определения наличия таких загрязнителей. Имеются приборы для измерения солей.

Предварительная обработка окрашенных поверхностей дана в стандартах SFS-ISO 8501-1 и ISO 8501-2. Струйную очистку следует производить осторожно, без повреждения слоев краски. Граница между очищенным участком и слоями краски должна отмечаться.

График работ по подготовительной очистке должен быть составлен так, чтобы к окраске можно было приступить как можно скорее, пока поверхность не загрязнилась вновь. Освещение во время работы должно быть достаточным.

### 9.2.4 Условия

Подготовительные работы и окраска должны проводиться в условиях, указанных в описании малярных работ или в сходных с указанными в стандартах. Условия подготовительной обработки, малярных работ и высыхания краски не должны отклоняться от указанных в инструкции поставщика граничных температур воздуха и поверхности. При необходимости такие условия создают или прерывают работу, пока не будет требуемых условий.

Следующие факторы окружающей среды должны измеряться и в оговоренном объеме заносятся в протокол:

- температура воздуха
- температура основы
- относительная влажность воздуха
- точка росы
- наличие ветра
- температура краски
- освещение
- работы, производящиеся поблизости и мешающие выполнению малярных работ.

### 9.2.5 Способы окраски и инструменты

При выполнении малярных работ должны применяться методы и инструменты, указанные в описании работ или в соответствующем стандарте.

Выбранный способ окраски должен подходить для конструкции и не наносить вреда окружающей среде. Способы окраски и малярные работы представлены в стандарте SFS 4959.

### 9.2.6 Применяемые при малярных работах вещества

При малярных работах должны применяться только краски и разбавители, указанные в спецификации окраски. Этих материалов должно иметься в достаточном количестве.

Краски и разбавители должны храниться надлежащим образом. Упаковки должны быть в хорошем состоянии. Заводские упаковки должны быть прочно закрыты, а наклейки и этикетки – хорошо читаться. При складировании краски нужно учитывать данные на заводской этикетке указания по технике безопасности, требования к условиям хранения и сроки хранения. Лучше всего лакокрасочные изделия хранить в помещении с постоянной прохладной температурой. Холодные краски рекомендуется перед употреблением поместить на некоторое время в тепло, чтобы они согрелись в достаточной мере.

Товарные названия красок и заводской номер серии заносятся в протокол.

### 9.2.7 Малярные работы

Малярные работы должны выполняться в соответствии с описанием и стандартом ISO 12944-7. Маляры, выполняющие работы, должны быть ознакомлены с инструкцией по применению краски и техникой безопасности.

Окрашиваемая поверхность должна иметь требуемую степень подготовительной обработки. Перед окраской поверхность не должна загрязняться и окисляться.

Возможно-имеющаяся корка с поверхности однокомпонентной краски удаляется, а краска равномерно смешивается. Компоненты двухкомпонентных красок должны смешиваться в нужной пропорции и не превышать разрешенных сроков хранения.

Количество и качество добавляемого в краску разбавителя определяется в описании работы или описании товара. Во время нанесения краски нужно следить, чтобы краска наносилась равномерной толщины пленкой, без потеков и пропусков. Измерителем толщины мокрой пленки проверяют достаточность нанесения краски.

***На острые кромки, углы и сварные швы нанести дополнительный слой краски.***

Перед нанесением следующего слоя краски, предыдущий слой должен просохнуть. Если время нанесения слоев превышает время нанесения покрытия в целом, то поверхность должна обрабатываться при помощи растворителя или обдираться для обеспечения адгезии краски.

Поверхности, которые при сборке закрываются, должны быть окрашены пред сборкой. Соприкасающиеся поверхности должны быть окрашены и высушены до сборки.

Окрашенные конструкции нельзя обрабатывать до высыхания краски.

*Под ремонтной окраской* подразумеваются как исправления в процессе работы, так и окраска уже окрашенных, но поврежденных при транспортировке деталей. При ремонтной окраске следует учитывать как спецификацию системы окраски, описание краски (TDS), так и рекомендации производителя.

### 9.2.8 Готовая пленка краски

При высыхании краски следует смотреть, чтобы в пленке не было огрехов или других помех, ослабляющих действие защитной пленки, таких как подтеки, кратеры, поры, трещины, шагреневая поверхность или сухие экструзии. Степень глянцевого поверхности и колера должны соответствовать договору.

### 9.3. Контроль качества пленки

Во многих договорах содержатся требования, чтобы после работ были произведены измерения толщины пленки. В качестве основного требования к толщине пленки выступает *номинальная толщина пленки*. Отклонения от номинальной толщины пленки в разных стандартах определяются по разному. Об измерениях толщины пленки сказано в разделе 8.3 настоящей брошюры.

Производить *контроль пористости* рекомендуется у изолированных поверхностей для условий

эксплуатации «в погружении». При контроле стремятся найти в пленке и покрытии поры, отверстия и другие слабые места. Контроль пористости можно проводить высоковольтным дефектоскопом для покрытий с минимальной толщиной 300 мкм.

Пленку можно контролировать и при помощи *способов, нарушающих целостность пленки*. Об измерениях толщины пленки говорится в стандарте ISO 2808. Адгезию пленки измеряют по стандарту ISO 2309 испытанием на растяжение или по стандарту ISO 4624.

#### **9.4 Эталонные участки**

При необходимости по требованию исполнитель работ создает эталонные участки в соответствии со спецификацией окраски, а заказчик одобряет поверхность этих участков, использованные краски, инструменты и приборы для обработки поверхности, персонал и способы окраски.

Эталонные участки – это оговоренные участки на поверхности, которые используются для того, чтобы показать утвержденные минимальные уровни качества работы, убедиться в правильности данных изготовителем или подрядчиком сведений и сделать возможным контроль действенности пленки в любое время после окончания работ (ISO 12944-7).

Все эталонные участки должны быть точно описаны и их можно также отметить в конструкции (ISO 12944-8).

Размер и количество эталонных участков должны быть практически и экономически в разумном соотношении с общей площадью конструкции (ISO 12944-8).

#### **9.5 Документирование малярных работ и условий**

При антикоррозионной окраске используются два вида документов. Одни составляются до начала работы, а другие составляются в процессе работы.

##### **9.5.1 Документы при начале работ**

Для управления подтверждением качества и управления качеством составляются и проектируются такие документы как спецификации, чертежи и схемы, указания по контролю, способы подтверждения качества, описание изделий и сведения по технике безопасности. Все эти документы должны ясно читаться, датироваться и содержаться в чистоте и порядке. Проверять документы убеждаются, что для всех объектов, где будут проводиться работы, имеющие существенное значение для качества, имеются целесообразные документы и созданы предпосылки для решения всех вопросов.

##### **9.5.2 Документы, составляемые в процессе работы**

Ответственный за выполнение малярных работ ведет рабочий журнал (дневник). В нем отмечаются датированные события, условия и результаты измерений, такие как:

- дневные сведения о погоде и условиях окраски и подготовительной обработки на месте
- проверка инструментов
- степень ржавления поверхности и подготовительная обработка
- товарное название краски и серийный номер изготовления, а также жизнеспособность двухкомпонентных красок
- результаты измерений толщины пленки.

В дневник заносятся замеченные недостатки и действия, вызвавшие замечания, а также результаты контроля исправления. Записывается имя ответственного за малярные работы и время проверок.

##### **9.5.3 Протоколы проверок**

Обо всех проверках и контроле, будь то конечная проверка или приемный контроль и т.д. составляются соответствующие протоколы.

## **10. РЕМОНТНАЯ ОКРАСКА**

Под ремонтной окраской подразумевается последующую окраску металлической конструкции, местную или полностью новую.

### **10.1 Оценка состояния окраски**

Долговечность окраски ограничена. Погодные условия, влажность, агрессивные газы и другие факторы окружающей среды ухудшают состояние поверхности краски. Окрашенные металлические поверхности известкуются, покрываются трещинами, вздутиями, ржавеют, а краска шелушится.

В стандарте ISO 4628 представлены общие принципы, по которым можно классифицировать количество и размер нуждающейся в ремонте окрашенной поверхности. По имеющимся в стандарте

фотографиям можно также определить степень ржавления и вздутия поверхности.

### 10.2 Срок ремонтной окраски

Проверки состояния окраски производятся настолько часто, насколько велика нагрузка окружающей среды на окрашенную конструкцию. Малейшие повреждения защитной пленки в особо тяжелых условиях или на конструкции «в погружении», вызывают коррозионные язвы на подложке. Начинаясь местная точечная коррозия может быстро привести конструкцию в негодность. Поэтому ремонтную окраску таких точек производят сразу после обнаружения, то есть в пределах ржавления Ri 1 – Ri 3.

В классах нагрузки C2 – C5 местная окраска начинается, когда степень ржавления поверхности достигает Ri 2 – Ri 3.

Перед первой большой ремонтной окраской стороны должны договориться о степени повреждения окраски или покрытия. Оценка производится в соответствии со стандартами ISO 4628-1 – ISO 4628-5.

Долговечность окраски определяется по тому времени, когда степень поврежденности станет такой низкой, что окраска утрачивает свою защитную способность и должна быть возобновлена.

Для облегчения оценки степени ржавления можно использовать карту точек, где размеры и количество изображенных поврежденных точек меняются, но величина повреждений в процентах и степень ржавления Ri постоянны.

*Класс долговечности – это не одно и то же, что "гарантийный срок".* Долговечность – это величина, которая может помочь владельцу составить программу содержания объекта в порядке. Гарантийный срок – важный фактор, о котором имеется отдельный пункт в административной части договора, имеющий юридическую силу. Обычно гарантийный срок короче, чем срок долговечности окраски. Законодательного регулирования, которое связывало бы два эти разные сроки, не существует.

### 10.3 Выбор ремонтной окраски

При ремонтной окраске обычно применяются те же самые типы красок, что и при первоначальной окраске, если слабая устойчивость первоначальной окраски, условия окраски или другие причины не дают основания поменять тип краски.

Если тип краски неизвестен, то можно это можно приблизительно выяснить на месте, проверив воздействие эпоксидного разбавителя на краску поверхности в течение десяти минут:

- Эпоксидные и полиуретановые краски на эпоксидном разбавителе воздействию не подвергаются. Ремонт можно делать эпоксидными или полиуретановыми красками.
- Алкидные краски подымаются или становятся слизкими и вязкими под воздействием эпоксидного разбавителя. Ремонт нужно производить алкидными красками.
- Хлоркаучуковые и виниловые краски растворяются а эпоксидном разбавителе. Чаще всего ремонт делается акриловыми красками.
- Краски с дисперсионным связующим (латексные краски) под воздействием эпоксидного разбавителя становятся слизкими и вязкими. Можно наносить сверху латексные краски.

В неясных случаях и на больших объектах старую краску можно проверить путем анализа. При необходимости производят пробную окраску, результат которой можно оценить разными способами. Если условия окраски нельзя организовать при ремонте краской с соответствующими требованиями, следует посоветоваться с поставщиком краски о возможности замены типа краски.

Если первоначальная окраска неустойчива в выбранных условиях нагрузки, проверяется пригодность системы окраски и при необходимости выбирается более пригодная для этих условий система окраски.

### 10.4 Выполнение ремонтной окраски

Ремонтная окраска производится или местным окрашиванием, или окраска возобновляется.

Местная ремонтная окраска производится при степенях ржавления Ri2 – Ri3. Поверхность очищается от жира, грязи и солей. Окрашиваемые участки очищают от отставшей краски и ржавчины с применением способов, которые требуются при данной системе окраски для подготовительной обработки поверхности: соскабливанием, стальными щетками или струйной очисткой. Отмечаются границы очищенной поверхности и слоев прочной окраски.

В стандарте ISO 8501-2 имеются эталонные фотографии очистки перед ремонтом.

При местной струйной очистке следует быть осторожным, чтобы не повредить слои краски. Очистка должна проводиться под нужным углом, на правильном расстоянии и правильными очищающими

материалами.

Участки окрашиваются красками выбранной системы окраски в соответствии со спецификацией толщины пленки.

Если хотят получить единообразный внешний вид, то окрашивается вся поверхность краской одной системы. Тогда старую, неповрежденную поверхность краски следует обрабатывать так, чтобы новая краска налипала на нее. Глянцевые поверхности алкидных и эпоксидных красок промывают соответствующим моющим веществом и огрубляют до шершавости. Окраску полностью обновляют, если степень ржавления поверхности достигает Ri 4. Тогда вся поверхность очищается струйной очисткой от краски и ржавчины, окраску обновляют от основы, пользуясь первоначальной системой окраски.

## 11. УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОКРАСКЕ

Многие краски, особенно разбавляемые растворителем, содержат вредные для здоровья вещества. Поэтому при работе с красками следует строго соблюдать установленные нормы и правила и позаботиться о мерах и средствах защиты. При работе с легковоспламеняющимися красками следует обратить особое внимание на заземлении, чтобы не допустить возникновения опасности пожара или взрыва от статического электричества.

При планировании нужных способов работы и защитных мероприятий, как и при их выполнении, следует обратить внимание на местные условия, применяемые способы ведения работ, типы красок и окрашиваемые объекты. Ниже приводятся общие указания по технике безопасности, на основании которых можно составить указания по технике безопасности для проведения работ на местных объектах.

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ

- Можно ограничить ненужное движение и пребывание посторонних на *рабочих точках*.
- *Соблюдение чистоты рабочего места* можно облегчить, используя сменяемую защитную бумагу и тому подобные защитные покрытия. Контейнеры с крышками и другие, предназначенные для отходов виды, сосудов значительно облегчают уборку.
- *Вентиляция на рабочих местах* – это один из важнейших факторов, влияющих на безопасность в малярном цехе и других стационарных пунктах, где производится окраска. Помимо общей вентиляции можно использовать правильно спланированную местную вытяжку, которая может быть как стационарной, так и передвижной.
- *Для промывки*, кроме обычных принадлежностей, заказывают еще и чистящие вещества, кремы для кожи и средства для очищения глаз.

### МАЛЯРНЫЕ РАБОТЫ

*Дозировка, разбавление и смешивание* производятся непосредственно на месте окраски. Следует избегать засорения. При необходимости можно во время смешивания использовать защитные средства от засорения. На линиях окраски часто можно применять автоматические или закрытые устройства. Во избежание возгорания горючих жидкостей при дозировании, следует воспрепятствовать образованию статического электричества путем заземления.

*Окраска валиком, кистью и шпателем* оказывает меньшее вредное воздействие, чем окраска распылением. Попадание загрязнения и пятен на кожу предотвращается при помощи соответствующей защитной одежды или защитных перчаток. При необходимости применяют средства защиты глаз и лица. Обычно при помощи вентиляции можно поддерживать низкий уровень вредных паров растворителей во время малярных работ валиком. Если содержание вредных паров становится слишком высоким, следует использовать газозащитную маску-респиратор с фильтром.

*При окраске распылением* сила воздействия вредных веществ может сильно возрасти. Обычно средства защиты дыхания при окраске распылением необходимы. При распылении водоразбавляемых красок также следует планировать пользование защитными средствами. Таким защитным средством может быть респиратор с пылевым фильтром. При распылении красок, разбавляемых растворителем, защитным средством служит респиратор с газопылевым фильтром. Если окраска распылением производится в помещении, где вентиляция слабая, или отсутствует совсем, то можно использовать маски с подачей сжатого или приточного воздуха, или капюшон, который одновременно защищает лицо и шею.

Обычно при окраске распылением кожа легко попадает под воздействие краски. Используя защитную спецодежду и перчатки, это воздействие можно уменьшить. Под защитные перчатки можно надевать тонкие хлопчатобумажные перчатки. Для облегчения очистки кожи можно использовать



соответствующие защитные кремы.

При окраске распылением часто возникает опасность пожара или взрыва. Этому можно воспрепятствовать, установив правильное заземление на время малярных работ и струйной промывки.

### **ШЛИФОВОЧНЫЕ РАБОТЫ**

Всякая пыль от шлифовки, а особенно пыль краски, оказывает раздражающее действие на дыхательные пути, кожу и глаза. При помощи пылесоса на объекте содержание пыли в воздухе можно значительно уменьшить. Шлифовка водой также существенно уменьшает количество пыли. При необходимости от пыли защищаются, используя дыхательные аппараты с фильтром и соответствующую защитную одежду.

### **СТРУЙНАЯ ОЧИСТКА**

При струйной очистке используется специальный защитный шлем, оборудованный смотровым стеклом и подачей воздуха для дыхания.

Обнаженные участки кожи защищаются толстой защитной спецодеждой, специальными перчатками и специальными сапогами. Проникновению под одежду выдуваемых частиц можно воспрепятствовать, стянув рукава и штанины тесемкой или клейкой лентой.

### **ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА**

Обычно при выполнении малярных работ объектами защиты служат дыхательные пути и кожа.

– *Защитные перчатки:* Должны быть плотными и устойчивыми против растворителей и отвердителей. Тонкие хлопчатобумажные перчатки под защитными перчатками уменьшают потение, раздражающее кожу. При струйной очистке используют специальные перчатки, предназначенные для этой работы.

*Защитная одежда:* Обычно можно использовать обыкновенные комбинезоны. Для работы во взрыво- и пожароопасных помещениях предпочтительнее хлопчатобумажные комбинезоны. При необходимости можно использовать непроницаемые передники, налокотники и дополнительные средства для защиты запястий и пылезащитные средства.

*Защитные кремы:* Рекомендуется применять, если существует опасность раздражения кожи. Такие кремы облегчают очистку кожи и препятствуют ее иссушению.

*Защита дыхательных путей:* Когда на месте работы нельзя обеспечить удаление вредной пыли и газов при помощи вентиляции, применяются:

- \* респиратор с пылевым фильтром при шлифовании
- \* респиратор с газовым фильтром при промывке и работе валиком, кистью или шпателем.
- \* защитный комплект с фильтрующей маской при распылении
- \* маска с подачей сжатого или приточного воздуха или капюшон при распылении, защитный шлем при струйной очистке.

### **ЛИЧНАЯ ГИГИЕНА**

Тщательная личная гигиена является существенной частью техники безопасности. Руки следует мыть водой с туалетным мылом перед едой, после курения и посещения туалета. Использование защитных кремов облегчает очистку кожи. После окончания рабочего дня и мытья рук рекомендуется смазывать руки защитным кремом для предотвращения иссушения кожи.