

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
СТАНДАРТ

ISO
12944-5

Третье издание
02.2018г.

**Лакокрасочные материалы. Антикоррозионная защита
металлоконструкций при помощи систем защитных
покрытий.**

**Раздел 5:
Системы защитных покрытий**



Содержание

Вступительное слово

Введение

- 1. Объем**
- 2. Нормативные ссылки**
- 3. Термины и определения**
4. Классификация условий окружающей среды
5. Работы по нанесению новой системы и восстановление
 - 5.1. Работы по нанесению новой системы и полное восстановление
 - 5.2. Частичное восстановление
6. Типы покрытий
 - 6.1. Общая информация
 - 6.2. Примеры родового типа покрытий
 - 6.2.1. Алкидные краски (AK)
 - 6.2.2. Акриловые краски (AY)
 - 6.2.3. Этилсиликатные краски (ESI)
 - 6.2.4. Эпоксидные покрытия (EP)
 - 6.2.5. Полиуретановые покрытия (PUR)
 - 6.2.6. Полиаспартовые покрытия (PAS)
 - 6.2.7. Полисилоксановые покрытия (PS)
7. Системы покрытий
 - 7.1. Грунтовочные покрытия и тип грунта
 - 7.1.1. Общая информация
 - 7.1.2. Типы грунта
 - 7.2. Последующие слои
 - 7.2.1. Общая информация
 - 7.2.2. Промежуточные слои
 - 7.2.3. Верхние слои
 - 7.3. Толщина сухой пленки
 - 7.4. Износостойкость
 - 7.5. Нанесение в цеховых условиях и на объекте
8. Таблицы защитных лакокрасочных систем для категорий C2-C5, Im1, Im2 и Im3
 - 8.1. Пользование таблицами
 - 8.2. Параметры, влияющие на износостойкость
 - 8.3. Обозначение перечисленных лакокрасочных систем
 - 8.4. Инструкции по выбору соответствующей лакокрасочной системы

Приложение А (нормативное) Сокращенные термины и определения

Приложение В (нормативное) Минимальные требования к системам антикоррозионной защиты

Приложение С (информативное) Системы покрытий для углеродистой стали

Приложение D (информативное) Системы покрытий на горячеоцинкованной стали

Приложение E (информативное) Системы покраски на металлические покрытия с термическим напылением

Приложение F (информативное) Заводские грунты

Библиография

Введение

В атмосфере, воде и почве незащищенная сталь подвержена коррозии, что может привести к ее повреждению. Поэтому, чтобы избежать коррозионного повреждения, стальные конструкции обычно защищаются, чтобы противостоять коррозионному воздействию на протяжении требуемого срока службы конструкции.

Существуют различные способы защиты металлоконструкций от коррозии. Стандарт ISO 12944 (все разделы) предусматривает защиту с помощью систем покраски и покрытий, различных частей, а также все характеристики, которые являются важными для обеспечения необходимой антикоррозионной защиты. Дополнительные или другие меры возможны, но они требуют особого соглашения между заинтересованными сторонами.

Для того чтобы обеспечить эффективную антикоррозионную защиту металлоконструкций, необходимо, чтобы владельцы таких конструкций, проектировщики, консультанты и компании, осуществляющие работы по антикоррозионной защите, инспекторы защитных покрытий и производители материалов для покрытия имели в своем распоряжении актуальную информацию в сжатом виде об антикоррозионной защите с помощью систем покрытий. Такая информация должна быть как можно полнее, точно выраженной, легко понимаемой, для того чтобы избежать трудностей и недопонимания между сторонами, вовлеченными на практике в процесс выполнения защитных работ.

Целью международного стандарта ISO 12944 (все разделы) является предоставление данной информации в виде набора инструкций. Этот стандарт составлен для тех, кто уже обладает определенными техническими знаниями. Также предполагается, что пользователь стандарта ISO 12944 (всех разделов) знаком с другими соответствующими международными стандартами, особенно с теми, которые касаются подготовки поверхности.

Несмотря на то, что ISO 12944 (все разделы) не охватывает финансовых и контрактных вопросов, внимание уделяется тому, что в связи со значительными результатами ненадлежащей антикоррозионной защиты, несоблюдение требований и рекомендаций, представленных в ISO 12944 (все разделы) может привести к серьезным финансовым последствиям.

В ISO 12944-1 определен общий объем ISO 12944. Здесь приводятся некоторые базовые термины и определения, а также общая вводная информация к другим разделам ISO 12944. Кроме того, документ включает общие сведения по охране труда, технике безопасности и защите окружающей среды, а также руководство по использованию стандарта ISO 12944 (всех разделов) для конкретного проекта.

В данном документе представлены некоторые термины и определения, связанные с системами покрытий, в сочетании с руководством по подбору различных типов систем защитных покрытий.

Лакокрасочные материалы. Антикоррозионная защита металлоконструкций с помощью систем защитных покрытий.

Раздел 5:

Системы защитных покрытий

1. Объем

В настоящем документе описаны типы красок и систем покрытий, используемых для антикоррозионной защиты металлоконструкций.

Здесь также приведены инструкции по выбору систем покрытий, существующих для различных внешних условий (см. ISO 12944-2), за исключением категории коррозионной активности CX и Im4 согласно описанию в ISO 12944-2, различные степени подготовки поверхности (см. ISO 12944-4), а также ожидаемая степень износостойкости (см. ISO 12944-1).

2. Нормативные ссылки

В тексте представлены ссылки на ниже перечисленные стандарты таким образом, что некоторые их части или они полностью формируют требования настоящего документа. Что касается датированных ссылок, то применяется только цитированные издания. В случае недатированных ссылок применяется последнее издание упомянутого документа (включая поправки).

ISO 1461, *Горячеоцинкованные покрытия на изготовленных изделиях из черного железа и стали - Технические требования и методы испытаний*

ISO 2063 (все разделы), *Термическое напыление. Цинк, алюминий и их сплавы*

ISO 2808, *Лакокрасочные материалы. Определение толщины пленки*

ISO 3549, *Пигменты цинковой пудры для покрытий. Спецификации и методы испытаний*

ISO 8501-1, *Подготовка стальных подложек перед нанесением покрытий и относящихся к ним веществ. Визуальная оценка чистоты поверхности. Раздел 1: Степени ржавления и подготовка поверхности непокрытой стали и поверхности стали после полного удаления предыдущих покрытий.*

ISO 8503-1, *Подготовка стальных подложек перед нанесением покрытий и относящихся к ним веществ. Характеристики шероховатости поверхности стальной подложки, очищенной пескоструйным способом. Раздел 1: Спецификации и определения для сравнения по ISO профилей поверхности при оценке поверхности, прошедшей абразивную очистку*

ISO 12944-1, *Лакокрасочные материалы. Защита от коррозии металлоконструкций системами защитных покрытий. Раздел 1: Общая вводная информация*

ISO 12944-2, *Лакокрасочные материалы. Защита от коррозии металлоконструкций системами защитных покрытий. Раздел 2: Классификация условий окружающей среды*

ISO 19840, *Лакокрасочные материалы. Антикоррозионная защита металлоконструкций с помощью систем защитных покрытий. Замеры и критерии приемки толщины сухой пленки на шероховатой поверхности*

3. Термины и определения

В рамках настоящего документа применяются следующие термины и определения, представленные в ISO 12944-1.

ISO и IEC (МЭК) ведут терминологические базы данных для использования при стандартизации, представленные по следующим адресам:

- Электропедия IEC, доступная здесь: <http://www.electropedia.org/>
- Поисковая онлайн система ISO: <http://www.iso.org/obp>

3.1. Совместимость

< продуктов в системе покрытий > способность двух или более продуктов, которые необходимо успешно совместно использовать в системе покрытий, не вызывая нежелательных последствий

3.2. Грунтовочный слой

Первый слой системы покрытий

3.3. Промежуточный слой

Слой между слоем грунта (3.2) и верхним слоем (3.6)

3.4. Связующий слой.

Слой, предназначенный для улучшения межслойной адгезии

[ИСТОЧНИК: ISO 4618:2014, 2.262]

3.5. Герметик

Материал, наносимый на пористую поверхность перед покраской для снижения абсорбционной способности

Примечание 1 к вступительной части: Примером пористой поверхности служит слой металла с термическим напылением.

3.6. Верхний слой

Последний слой системы покрытий

3.7. Грунт

Покрытие, разработанное для использования в качестве грунтовочного слоя (3.2) на подготовленной поверхности

3.8. Заводской грунт

Быстросохнущее покрытие, наносимое на сталь, прошедшую пескоструйную очистку, для обеспечения временной защиты при сборке, при этом все еще возможно проведение сварки и резки

[ИСТОЧНИК: ISO 4618:2014, 2.204, с изменениями – «грунт» заменен на «покрытие», а «защищать ее» заменено на «обеспечивать временную защиту»]

3.9. Толщина сухой пленки (DFT)

Толщина покрытия, остающегося на поверхности после отверждения покрытия.

3.10. Номинальная толщина сухой пленки (NDFT)

Толщина сухой пленки (3.9), определенная для каждого слоя, или для всей системы покрытий

3.11. Максимальная толщина сухой пленки

Максимально допустимая толщина сухой пленки (3.9), превышение которой может ухудшить свойства покрытия или системы покрытий

3.12. Срок годности

Максимальное время, при любом температурном режиме, в течение которого материал, поставленный в виде отдельных компонентов, может успешно использоваться после смешивания этих компонентов

3.13. Срок хранения

Время, в течение которого материал сохраняет хорошую форму, находясь в своем оригинальном герметичном контейнере при нормальных условиях хранения

Примечание 1 к вступительной части: Под выражением «нормальные условия хранения», как правило, понимается хранение при температуре от +5°C до +30°C.

4. Классификация условий окружающей среды

Для данного документа актуальны следующие пять категорий атмосферной коррозионной активности:

- C1 очень низкая;
- C2 низкая;
- C3 средняя;
- C4 высокая;
- C5 очень высокая.

Принимаются во внимание атмосферные среды, определенные в ISO 12944-2, за исключением категории коррозионной активности CX. Системы для офшорных окружающих сред категории CX описаны в ISO 12944-9. Что касается других видов окружающей среды категории CX, необходимо определять конкретные системы в соответствии с особыми потребностями такой среды.

Для данного документа актуальны следующие три категории воды и почвы:

- Im1 погружение в пресную воду;
- Im2 погружение в морскую или солоноватую воду;
- Im3 заглубление в почву.

Принимаются во внимание условия окружающей среды при погружениях, описанные в ISO 12944-2, за исключением категории Im4. Системы для офшорных сооружений и среду категории Im4 описаны в ISO 12944-9.

5. Работы по нанесению новой системы и восстановление

5.1. Работы по нанесению новой системы и полное восстановление

Окрашиваемые поверхности, встречающиеся на новых конструкциях, выполнены из углеродистой стали со степенью ржавления А, В и С, согласно описанию в ISO 8501-1, а также из горячеоцинкованной стали и металлического покрытия с термическим напылением (см. ISO 12944-1). Возможные способы подготовки поверхности приведены в ISO 12944-4. Подложка и рекомендуемая степень подготовки поверхности представлены в Таблице В.1. Качество подготовленной поверхности имеет значение для износостойкости системы покрытий. Системы покрытий, перечисленные в Приложении С, Приложении D и Приложении E, представляют собой типичные примеры систем, используемых в условиях окружающей среды, которые перечислены в Пункте 4, при нанесении на стальную поверхность со степенями ржавления А – С, согласно описанию в ISO 8501-1, либо на горячеоцинкованную сталь или на металлическое покрытие с термическим напылением. На участках повреждения стали до образования точечной коррозии (степень ржавления D согласно ISO 8501-1) необходимо увеличить толщину сухой пленки или количество слоев, чтобы компенсировать увеличенную шероховатость поверхности, также следует обратиться к производителю покрытий за рекомендациями.

По сути, антикоррозионная защита не требуется для категории коррозионной активности С1. В случае, если по эстетическим причинам требуется покраска, то можно выбрать систему, предназначенную для категории коррозионной активности С2 (с низкой износостойкостью).

Если не защищенная металлоконструкция, рассчитанная на категорию коррозионной активности С1, сначала подвергается транспортировке, временному хранению или сборке в условиях воздействия (например, прибрежная среда С4/С5), то начнет образовываться коррозия из-за содержащихся в воздухе загрязняющих агентов/солей и продолжит образовываться, даже когда металлоконструкция будет перемещена на конечное местоположение с категорией С1. Во избежание данной проблемы, металлоконструкцию следует либо защитить на период хранения на объекте, либо нанести подходящий грунтовочный слой. Толщина сухой пленки должна быть подходящей для предполагаемого срока хранения и суровости условий хранения.

5.1. Частичное восстановление

Системы для частичного восстановления должны быть указаны и согласованы между заинтересованными сторонами отдельно для каждого конкретного объекта. Можно использовать системы покрытий, перечисленные в Приложении С, Приложении D и Приложении E, если они подходят. В особых случаях для ремонтных работ могут потребоваться другие типы систем.

Требуемую подготовку поверхности с любым старым покрытием и совместимость наносимой системы покрытий необходимо проверить соответствующими испытаниями до начала ремонтных работ.

Испытуемые участки можно подготовить для проверки рекомендаций производителя и/или совместимости с предыдущей системой покрытий.

6. Типы покрытий

6.1. Общая информация

С учетом категории коррозионной активности, различные примеры систем покрытий, которые по своей сути являются информативными, приведены в Таблицах С.1 – С.6, Таблице D.1 и Таблице E.1 в части ожидаемой износостойкости. Были включены именно эти системы благодаря их успешному опыту применения, однако этот перечень не является исчерпывающим, и другие аналогичные системы также допустимы. В данном пункте описаны только обобщенные типы связующих, упомянутых в системах в Таблицах С.1 – С.6, Таблице D.1 и Таблице E.1. Пигменты, наполнители и добавки являются также важными компонентами покрытия. В зависимости от состава покрытия, характеристики покрытия могут значительно варьироваться в пределах определенной технологии связующего. Типы связующих, описанные в Пункте 6, являются всего лишь примерами, можно также использовать и другие типы покрытий.

Кроме того, постоянно развиваются новые технологии, зачастую благодаря государственному законодательству, и такие технологии всегда следует рассматривать с учетом их целесообразности и там, где их характеристики проверены

- a) успешным опытом применения таких технологий и/или
- b) результатами испытаний, по крайней мере согласно ISO 12944-6.

ПРИМЕЧАНИЕ: Информация, приведенная в п. 6.2., относится только к физико-химическим свойствам красок и покрытий, а не к способу их применения. По каждому типу покрытия возможны вариации, в зависимости от их состава.

6.2. Примеры родового типа покрытий

6.2.1. Алкидные краски (АК)

У этих однокомпонентных красок отверждение/формирование пленки происходит в результате испарения растворителя и/или воды, а также в результате реакции, в которую вступает связующее с кислородом из атмосферы.

6.2.2. Акриловые краски (АУ)

Акриловые краски являются однокомпонентными материалами; имеются типы на водной основе и на основе растворителя. Пленка акриловых красок на основе растворителя высыхает в результате испарения растворителя без каких-либо других изменений формы, т.е. процесс является обратимым и пленка может в любое время повторно преобразоваться в исходный растворитель. У акриловых красок на водной основе связующее растворяется в воде. Отверждение пленки происходит в результате испарения воды и слияния растворенного связующего до формирования пленки. Процесс является необратимым, т.е. данный тип покрытия повторно не растворится в воде после высыхания.

Время высыхания зависит, помимо всего прочего, от движения воздушных потоков, относительной влажности и температуры.

6.2.3. Этилсиликатные краски (ESI)

Этилсиликатные цинковые грунты представляют собой одно- или двухкомпонентные составы. Высыхание/формирование пленки таких покрытий происходит в результате испарения растворителя и химического отверждения путем вступления в реакцию с влагой

из воздуха. Двухкомпонентные покрытия состоят из жидкого (содержащего связующее) и порошкообразного (содержащего цинковую пыль) компонента. Смесь жидкого и порошкообразного компонентов обладает ограниченным сроком годности.

Время высыхания зависит, помимо всего прочего, от температуры, от движения воздушных потоков, влажности и толщины пленки. Чем ниже относительная влажность, тем медленнее будет проходить отверждение.

Важно соблюдать инструкции производителя краски в части пределов относительной влажности, а также толщины влажной и сухой пленки во избежание образования пузырьков, кратеров и прочих дефектов покрытия. В частности, следует учитывать ограничения по номинальной толщине сухой пленки из-за риска растрескивания в случае превышения этих пределов.

6.2.4. Эпоксидные покрытия (EP)

Эпоксидные составы являются двухкомпонентными материалами. Краска высыхает вследствие испарения растворителей, если имеются, и отверждается в результате химической реакции между основой и отверждающим агентом. Смесь основы и отверждающего агента имеет ограниченный срок годности.

Связующие компонента основы являются полимерами с эпоксидными группами, например, эпоксидные, эпоксидно-виниловые/эпоксидно-акриловые или эпоксидные комбинации (например, эпоксидно-углеводородные смолы).

Отверждающий агент может состоять, например, из полиаминов, полиамидов или аддуктов.

Время высыхания зависит, помимо всего прочего, от движения воздушных потоков и от температуры.

Формулы могут быть на основе растворителя, воды или без содержания растворителя.

Большинство эпоксидных покрытий склонны к мелению под воздействием солнечного света. Если требуется сохранение цвета или глянца, то следует нанести подходящее финишное покрытие.

6.2.5. Полиуретановые покрытия (PUR)

Однокомпонентные полиуретановые краски изначально высыхают в результате испарения растворителя (при наличии растворителя) и в результате химической реакции с влагой из воздуха. Процесс является необратимым, следовательно, покрытие не может подвергнуться распаду, превратившись в исходный растворитель. Существуют ароматические, а также алифатические типы полиуретановых покрытий. Не рекомендуется использовать ароматические типы в качестве верхнего слоя, поскольку они склонны к мелению.

Двухкомпонентные краски на полиуретановой основе высыхают в результате испарения растворителей, при их наличии, и отверждаются в результате химической реакции между основой и отверждающим агентом. Смесь основы и отверждающего агента обладает ограниченным сроком годности.

Связующими основы являются полимеры со свободными гидроксильными группами, например, полиэстерные, акриловые, эпоксидные, полиэфирные, фтористые смолы, которые вступают в реакцию с подходящими изоцианатными отверждающими агентами.

Их можно сочетать с нереакционными связующими, например, с углеводородными смолами.

Отверждающий агент содержит ароматический или алифатический полиизоцианат.

В основе специального типа полиуретановых покрытий лежат флюорополимеры.

Краски для флюорополимерных/винил эфирных сополимерных покрытий (FEVE) являются двухкомпонентными материалами, имеется тип как на водной основе, так и на основе растворителя. Краски на основе растворителя высыхают в результате испарения растворителя и отверждаются вследствие химической реакции между основой и отверждающим компонентом. Флюорополимерные/винил эфирные сополимерные покрытия (FEVE) являются материалами, отверждающимися при комнатной температуре, вступающие в перекрестные связи с изоцианатным отвердителем.

Смола компонента основы представляет собой флюорополимер со свободными гидроксильными группами, вступающий в реакцию с подходящими изоцианатными отверждающими агентами.

Время высыхания зависит, помимо всего прочего, от движения воздушных потоков, относительной влажности и от температуры.

6.2.6. Полиаспартовые покрытия (PAS)

Двухкомпонентные краски для полиаспартовых покрытий (высыхают в результате испарения растворителей, при их наличии, и отверждаются в результате химической реакции, протекающей между основой и отверждающим агентом. Смесь основы и отверждающего агента обладает ограниченным сроком годности.

Процесс является необратимым, поэтому покрытие не подвержено распаду, превратившись в исходный растворитель.

Связующие компонента основы являются аминифункциональными аспаратами, которые вступают в реакцию с подходящими полиизоцианатами. Их можно сочетать с нереакционными связующими, например, с углеводородными смолами.

Отверждающий агент содержит алифатический полиизоцианат.

Время высыхания зависит, помимо всего прочего, от движения воздушных потоков, относительной влажности и от температуры.

6.2.7. Полисилоксановые покрытия (PS)

Полисилоксановые покрытия могут быть как одно-, так и двухкомпонентными.

Полисилоксаны частично являются неорганическими, с использованием смолы, и частично органическими, с использованием модифицированной смолы, которая, как правило, содержит акрил, акрилат или эпоксид.

Однокомпонентные краски изначально высыхают вследствие испарения растворителя и затем в результате химической реакции с влагой из воздуха. Как и в случае с однокомпонентными красками, у полиуретановых покрытий реакция является необратимой, т.е. пленка не подвержена распаду, превратившись в исходный растворитель.

Двухкомпонентные краски высыхают вследствие комбинации испарения растворителя и химической реакции отверждения между основой и отверждающим агентом. Смешанный материал обладает ограниченным сроком годности.

7. Системы покрытий

7.1. Грунтовочные покрытия и тип грунта

7.1.1. Общая информация

В качестве первого слоя системы покрытий, грунты должны обеспечивать адгезию с должным образом шероховатым, очищенным металлом. Слой грунта должен также обеспечить адгезию с последующими слоями.

В Таблицах С.1 – С.6 и в Таблице D.1 описаны системы покрытий минимум с одним слоем. В этих случаях слой грунта должен также выполнять функцию финишного покрытия.

В Приложении А представлен перечень сокращенных терминов и определений.

7.1.2. Типы грунта

В Таблицах С.1 – С.6 представлена информация по типу используемого грунта. В целях данного документа, определены две основные категории грунта в соответствии с типом содержащегося в них пигмента.

- Грунты, обогащенные цинком, Zn (R) – грунты, формирующие слой с содержанием пигмента цинковой пыли, равным или выше 80% по массе в сухой пленке.

- Другие грунты (прочие) – все остальные категории грунтов.

Изготовленные на заводе грунты представлены в Приложении F.

Пигмент из цинковой пыли должен соответствовать ISO 3549.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: В связи с потенциально большим риском ошибок при определении в лабораторных условиях по ASTM D6580 содержания цинковой пыли, производителям покрытий допускается указывать теоретическое содержание цинковой пыли на основании состава. Эти данные могут быть согласованы между сторонами путем сообщения состава (конфиденциально) или путем проведения аудита.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Показатель цинковой пыли 80% по массе в сухой пленке для цинкообогащенных грунтов Zn (R) является основой износостойкости систем покрытий согласно Приложению С. В некоторых странах действуют национальные стандарты с минимальным содержанием цинковой пыли в цинкообогащенных грунтах Zn (R) выше 80%.

7.2. Последующие слои

7.2.1. Общая информация

В Таблицах С.1 – С.6, в Таблице D.1 и Таблице E.1 приведена информация об общих типах последующих слоев, если количество слоев больше 1. Для лучшего понимания Таблиц С.1 – С.6, Таблицы D.1 и Таблицы E.1 было введено понятие последующих слоев. Оно

обобщенно означает все дополнительные слои, включая промежуточные и верхние слои, наносимые на грунт.

7.2.2. Промежуточные слои

Промежуточные слои представлены в системах покрытий тремя и более слоями, наносимыми между грунтом и верхним слоем, главным образом, служащими барьером для коррозионной среды.

7.2.3. Верхние слои

Верхние слои, являясь последними в системе покрытий, определяют внешний вид металлоконструкции. При выборе типа связующего должны приниматься во внимание блеск, цветоустойчивость и стойкость к химическому воздействию. В п. 6.2. представлена информация об общих типах покрытий, упомянутых в Приложениях В – Е.

7.3. Толщина сухой пленки

Толщина пленки, указанная в Таблицах В.2 – В.5, является номинальной толщиной сухой пленки. Как правило, толщина сухой пленки проверяется по всей системе покрытий. При необходимости оценки, толщина сухой пленки грунтовочного слоя или других слоев системы покрытий может быть отдельно замерена.

ПРИМЕЧАНИЕ: В зависимости от калибровки инструментов, метода измерений и толщины сухой пленки, шероховатость стальной поверхности будет по-разному влиять на результат измерений.

Метод и процедура проверки толщины сухой пленки на шероховатой поверхности должны соответствовать ISO 19840, а для горячеоцинкованных поверхностей - ISO 2808, если иное не согласовано заинтересованными сторонами.

Применяются критерии приемки, указанные в ISO 19840, если не согласовано иное.

Необходимо тщательно подходить к вопросу обеспечения толщины сухой пленки и предотвращения образования участков с избыточной толщиной. Рекомендуется не превышать максимальную толщину сухой пленки (отдельное значение толщины сухой пленки), равную трем величинам номинальной толщины сухой пленки. В случае если толщина сухой пленки превышает максимальный показатель, то сторонам необходимо прийти к компетентному соглашению. Для некоторых изделий или систем существует критический максимальный показатель толщины сухой пленки. К таким изделиям или системам должна применяться информация, представленная в техническом паспорте производителя покрытий.

В основе количества слоев и номинальной толщины сухой пленки, представленной в Таблицах В.2 – В.5, лежит нанесение безвоздушным распылением. Нанесение валиком, кистью или традиционным распылительным оборудованием, как правило, обеспечивает меньшую толщину пленки, и потребуются больше слоев для создания такой же толщины сухой пленки для системы. Для получения более детальной информации необходимо проконсультироваться с производителем покрытий.

7.4. Износостойкость

Определения износостойкости и степеней износостойкости приведены в ISO 12944-1.

Износостойкость системы защитных покрытий зависит от нескольких параметров, таких как:

- тип системы покрытий;
- исполнение конструкции;
- состояние подложки перед подготовкой;
- степень подготовки поверхности;
- качество работы по подготовке поверхности;
- состояние стыков, торцов и сварных швов перед подготовкой;
- стандарт работ по нанесению;
- условия во время нанесения;
- воздействующие условия после нанесения.

Состояние имеющегося покрытия можно оценить по ISO 4628-1, ISO 4628-2, ISO 4628-3, ISO 4628-4, ISO 4628-5 и ISO 4628-6, а эффективность работ по подготовке поверхности можно оценить по ISO 8501-1 и ISO 8501-3.

Рекомендации касательно первого главного технического обслуживания представлены в ISO 12944-1.

7.5. Нанесение в цеховых условиях и на объекте

Для обеспечения максимальных эксплуатационных характеристик системы покрытий, предпочтительно нанести большинство слоев системы или, если возможно, всей системы, внутри цеха. Преимущества и недостатки цехового нанесения описаны ниже.

Преимущества

- a) Более тщательный контроль за нанесением
- b) Контролируемая температура
- c) Контролируемая относительная влажность
- d) Более простой ремонт повреждений
- e) Более эффективный результат
- f) Более тщательный контроль за отходами и загрязнениями

Недостатки

- a) Возможное ограничение размера строительных компонентов
- b) Возможность повреждения во время погрузочно-разгрузочных работ, транспортировки и возведения
- c) При нанесении последующих слоев на объекте может быть превышено максимальное время нанесения покрытия
- d) Возможное загрязнение последнего слоя

По завершению изготовления на объекте, любое повреждение можно отремонтировать в соответствии со спецификацией.

ПРИМЕЧАНИЕ: Участки, на которых был выполнен ремонт, будут всегда оставаться более или менее видимыми. Это причина, по которой целесообразнее наносить верхний слой на всю поверхность на объекте, когда особое внимание уделяется эстетическому виду.

Нанесение системы покрытий на объекте будет сильно зависеть от ежедневных погодных условий, которые также окажут влияние на предполагаемый срок службы.

Если подлежат покраске несущие соединения, то необходимо использовать системы покрытий, которые не приведут к неприемлемому снижению силы предварительной нагрузки. Выбранные системы покрытий и/или меры предосторожности для таких соединений будут зависеть от типа конструкции и от последующих погрузочно-разгрузочных операций, сборки и транспортировки.

8. Таблицы защитных лакокрасочных систем для категорий C2 – C5, Im1, Im2 и Im3

8.1 Пользование таблицами

В таблицах, приведенных в Приложении С - Е, представлены примеры лакокрасочных систем для различных видов окружающей среды. Заливка, используемая в чередующихся строках, приведена только для удобства пользования. Краски, используемые для всех этих систем, должны соответствовать максимальным коррозионным воздействиям для данной категории коррозионной активности или погружения. Разработчик должен обеспечить наличие документации или заявления от производителя покрытий, подтверждающие пригодность или долговечность лакокрасочной системы для данной категории коррозионной активности или погружения.

ПРИМЕЧАНИЕ Перечисленные лакокрасочные системы были выбраны в качестве “типичных систем”. Это привело к тому, что некоторые из перечисленных систем не являются обязательно типичными или доступными в некоторых странах. Вместе с тем следует признать, что не представляется возможным сделать простой обзор или привести все возможные варианты.

8.2 Параметры, влияющие на износостойкость

Некоторые лакокрасочные системы имеют проверенную на практике износостойкость более 25 лет. Увеличение толщины пленки приведет к увеличению ее барьерных свойств (однако может выше определенного уровня привести к негативным последствиям из-за ухудшившихся механических свойств и увеличенного удерживания растворителя). Увеличение количества отдельных слоев может снизить внутреннее напряжение, вызванное испарением растворителя. При этом разницу в толщине пленки, вызванную избыточным напылением, можно снизить при увеличении количества слоев. Кроме того, выбор системы, предназначенной для «более высокой» категории коррозионной активности, чем предусмотрено, будет обеспечивать более высокую износостойкость при использовании такой системы в менее коррозионно-активной среде.

Краски могут использоваться в течение их установленного срока годности при хранении без учета их возраста, оказывающего какое-либо влияние на нанесение краски или на характеристики получаемого в результате покрытия.

8.3 Обозначение перечисленных лакокрасочных систем

Лакокрасочная система, приведенная в Таблицах С.1 - С.6 и в Таблице Е.1, обозначается при помощи ее системного номера в левом столбце каждой таблицы. Обозначение должно приводиться в следующей форме (пример взят из Таблицы С.1 для лакокрасочной системы № С2.08): **ISO 12944-5/C2.08**.

В тех случаях, когда под одним и тем же номером лакокрасочной системы приводятся слои с различными связующими, обозначение должно включать связующее, используемое в грунтовочном(ых) слое(ях), и связующее, используемое в последующем(их) слое(ях), и должно быть дано в следующей форме (пример взят из Таблицы С.1 для лакокрасочной системы № С2.06):

ISO 12944-5/C2.06-EP/PUR.

Если лакокрасочную систему нельзя соотнести ни к одной из систем, перечисленных в Таблицах С.1–С.6, D1 и Е.1, полная информация касательно подготовки поверхности, родового типа, количества слоев, номинальной толщины сухой пленки и т.д. должна быть приведена таким же образом, как указано в таблицах. __

8.4 Инструкции по выбору соответствующей лакокрасочной системы

- Определить категорию коррозионной активности окружающей среды (макроклимат), где будет расположена конструкция, согласно ISO 12944-2.
- Установить, существуют ли специальные условия (микроклимат), которые могут привести к более высокой категории коррозионной активности (см. ISO 12944-2).
- Найти соответствующую таблицу в Приложениях В - Е. В Приложении В определен набор минимальных требований для защитных систем при различных категориях коррозионной активности и погружения, а также износостойкости. В Таблицах С.1–С.6, D.1 и Таблице Е.1 даны рекомендации для различных родовых типов лакокрасочных систем для категорий коррозионной активности C2–C5, а также Im1 – Im3.
- Идентифицировать в таблице лакокрасочные системы с требуемой износостойкостью.
- Проконсультироваться с производителем покрытий, чтобы подтвердить выбор и определить, какая имеющаяся в продаже лакокрасочная(ые) система(ы) соответствует(ют) выбранной системе.

Приложение А (нормативное)

Сокращенные термины и определения

В Таблице А.1 приведена общая информация о сокращенных терминах и определениях.

Таблица А.1 – Сокращенные термины и определения

	Сокращенный термин	Описание			
Тип грунта	Zn (R)	Цинкообогатенный грунт, более подробная информация представлена в п. 7.1.2. Как правило, номинальная толщина сухой пленки варьируется от 40 мкм до 80 мкм.			
	Прочее	Все остальные категории грунтов			
Основа связующего для грунтовочного и последующих слоев		Основное связующее	Тип	Возможность водной основы	Дополнительные комментарии
	AK	Алкидное	Однокомпонентный	X	
	AY	Акриловое	Однокомпонентный	X	Как правило, на водной основе
	EP	Эпоксидное	Двухкомпонентный	X	Слабая устойчивость к УФ
	PUR	Полиуретановое	Одно- или двухкомпонентный	X	Только алифатические типы верхних слоев
ESI	Этил силикатное	Одно- или двухкомпонентный		Рекомендуется использовать связующий слой, совместимый со следующим слоем	
	C2 – C5	Категории коррозионной активности, см. ISO 12944-2.			
	Im1 – Im3	Категории погружения, см. ISO 12944-2.			
	NDFT	Номинальная толщина сухой пленки. Более подробная информация приведена в п. 7.3.			
	MNOC	Мин. количество слоев. В зависимости от материала покрытия, метода нанесения и конструкции деталей, может потребоваться нанесение большего количества слоев.			

Приложение В (нормативное)

Минимальные требования к системам антикоррозионной защиты

В Таблицах В.1 - В.5 описаны минимальные требования (подготовка поверхности, минимальное количество слоев (MNOС) и номинальная толщина сухой пленки (NDFT) систем защитных покрытий при заданной износостойкости и категориях коррозионной активности/погружения на углеродистой стали, горячеоцинкованной стали и металлическом покрытии с термическим напылением.

Тщательная подготовка поверхности – одно из предварительных условий долговечности системы защитных покрытий. В основе классификации систем покрытий лежит минимальное требование к подготовке поверхности, описанное в Таблице В.1. Если иное не указано в технических паспортах на краски, эти степени подготовки и будут минимальным требованием к подготовке поверхности.

Таблица В.1. – Подготовка поверхности

Подложка	Минимальная степень подготовки (если не указано иное)	Первый слой защитной системы
Углеродистая сталь со степенями ржавления А, В, С или D ^a согласно ISO 8501-1	Sa ½ согласно ISO 8501-1 Средняя (G) согласно ISO 8503-1	Грунт Zn (R)
	Sa ½ согласно ISO 8501-1 Дополнительная информация указывается в технических паспортах	Другой грунт
	Согласно ISO 2063	Металлическое покрытие с термическим напылением и герметик (согласно ISO 2063)
^a При ржавлении степени D требуется особо тщательный подход для обеспечения необходимой подготовки поверхности.		

Минимальное требование к подготовке поверхности горячеоцинкованной стали согласно ISO 1461 – абразивная очистка (см. ISO 12944-4), если не указано иное.

ПРИМЕЧАНИЕ: Другие критерии также имеют значение, такие как наличие водорастворимых солей, пыли, масла, жира и т.д.

Номинальной толщины сухой пленки, указанной в Таблицах В.2 – В.5 в ходе рассмотрения при особых обстоятельствах может быть недостаточно для конечного назначения. Может потребоваться увеличенная толщина сухой пленки.

Если имеются, новые инновационные технологии покрытий могут обеспечить эквивалентную антикоррозионную защиту при меньшей номинальной толщине сухой пленки и/или уменьшенном количестве слоев по сравнению с нынешними технологиями покрытий, описанными в данном документе (Таблица В.2 – В.5). Это также относится и к проверенным системам, которые успешно используются на практике длительное время, несмотря на несоблюдение требований к минимальному количеству слоев и минимальной толщине сухой пленки. Эксплуатационные характеристики этих новых технологий покрытий должны быть проверены опытом (применение на объектах с регулярной оценкой и испытаниями на этапе разработки продукции) и лабораторными испытаниями согласно ISO 12944-6, которые должны быть проведены и документально зафиксированы независимой испытательной лабораторией. Увеличенное время испытаний по сравнению с

испытаниями, указанными в ISO 12944-6, можно использовать для дальнейшей демонстрации эксплуатационных характеристик; испытанную проверенную систему покрытий, соответствующую конечному назначению, следует использовать в качестве эталона для сравнения эксплуатационных характеристик. Допускается, что для новых технологий может оказаться недоступным большой опыт работы; однако данные по эксплуатации в более суровых условиях и за более короткий срок могут быть также полезными для пригодности систем покрытий к использованию.

В случае проверенных систем, которые не обеспечивают минимальное количество слоев и/или минимальную толщину сухой пленки, необходимо документально зафиксировать доказательства эксплуатационных характеристик с данными по нанесению и инспекции покрытий на эксплуатируемых металлоконструкциях на объекте, соответственно, в момент нанесения и по прошествии нескольких лет воздействия определенной коррозионной среды (как определено настоящим документом). Претензии касательно ожиданий по износостойкости (l [низкая], m [средняя], h [высокая], vh [очень высокая], как определено настоящим документом) могут оформляться только с учетом количества лет проверенной эксплуатации в соответствии с критериями, согласованными между сторонами.

Таблица В.2 – Сводная информация по минимальному количеству слоев и минимальной толщине сухой пленки системы покрытий в зависимости от износостойкости и категории коррозионной активности на стальной поверхности, подвергшейся абразивной очистке

Износостойкость		Низкая (l)			Средняя (m)			Высокая (h)			Очень высокая (vh)		
		Zn (R)	Прочее		Zn (R)	Прочее		Zn (R)	Прочее		Zn (R)	Прочее	
Тип грунта		Zn (R)	Прочее		Zn (R)	Прочее		Zn (R)	Прочее		Zn (R)	Прочее	
Связующая основа грунта		ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY
Связующая основа последующих слоев		EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY
C2	Мин. кол-во слоев	a			-	-	1	1	1	1	2	2	2
	Ном. толщина сухой пленки				-	-	100	60	120	160	160	180	200
C3	Мин. кол-во слоев	-	-	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	Ном. толщина сухой пленки	-	-	100	60	120	160	160	180	200	200	240	260
C4	Мин. кол-во слоев	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	-
	Ном. толщина сухой пленки	60	120	160	160	180	200	200	240	260	260	300	-
C5	Мин. кол-во слоев	2	2	-	2	2	-	3	2	-	3	3	-
	Ном. толщина	160	180	-	200	240	-	260	300	-	320	360	-

	сухой пленки											
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в <u>Таблице А.1</u>. Для однослойных покрытий рекомендуется использовать связующую основу грунта.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флюорополимер [флюороэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].</p> <p>^a Если необходимо покрытие, то следует использовать систему более высокой категории коррозионной активности или износостойкости, например, высокую категорию C2 или среднюю категорию C3.</p>												

Подробные примеры систем защитных покрытий с различными категориями коррозионной активности и износостойкости приведены в Приложении С, Таблицах С.1 – С.6.

Таблица В.3. – Сводная информация по минимальному количеству слоев и минимальной номинальной толщине сухой пленки системы покрытий в зависимости от износостойкости и категории коррозионной активности на горячеоцинкованной стали согласно ISO 1461 и ISO 2063

Износостойкость		Низкая (l)		Средняя (m)		Высокая (h)		Очень высокая (vh)	
		EP, PUR	AY	EP, PUR	AY	EP, PUR	AY	EP, PUR	AY
Связующая основа грунта		EP, PUR	AY	EP, PUR	AY	EP, PUR	AY	EP, PUR	AY
Связующая основа последующих слоев		EP, PUR, AY	AY	EP, PUR, AY	AY	EP, PUR, AY	AY	EP, PUR, AY	AY
C2	Мин. кол-во слоев	a		a		1	1	1	2
	Ном. толщина сухой пленки					80	80	120	160
C3	Мин. кол-во слоев	a		1	1	1	2	2	2
	Ном. толщина сухой пленки			80	80	120	160	160	200
C4	Мин. кол-во слоев	1	1	1	2	2	2	2	-
	Ном. толщина сухой пленки	80	80	120	160	160	200	200	-
C5	Мин. кол-во слоев	1	2	2	2	2	-	2	-
	Ном. толщина сухой пленки	120	160	160	200	200	-	240	-

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице А.1. Для однослойных покрытий рекомендуется использовать связующую основу грунта.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флюорополимер [флюороэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].

ПРИМЕЧАНИЕ 3: В этом случае износостойкость относится к адгезионным характеристикам системы покрытий с горячеоцинкованной поверхностью. В случае повреждения системы покрытий, оставшийся

горячеоцинкованный слой обеспечивает дальнейшую защиту стали.

^a Если необходимо покрытие, то следует использовать систему более высокой категории коррозионной активности или износостойкости, например, высокую категорию C2 или среднюю категорию C3.

Подробные примеры защитных систем с различными категориями коррозионной активности и износостойкости приведены в Таблице D.1.

Таблица В.4 – Сводная информация по минимальному количеству слоев и минимальной номинальной толщине сухой пленки системы покрытий в зависимости от износостойкости и категории коррозионной активности на металлическом покрытии с термическим напылением

Износостойкость		Высокая (h)	Очень высокая (vh)
Связующая основа последующих слоев		EP, PUR	EP, PUR
C3	Мин. количество слоев	1	2
	Ном. толщина сухой пленки	120	160
C4	Мин. количество слоев	2	2
	Ном. толщина сухой пленки	160	200
C5	Мин. количество слоев	2	2
	Ном. толщина сухой пленки	200	240

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице A.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Особую осторожность необходимо проявлять при нанесении покрытия на алюминиевую поверхность с термическим напылением в хлоридной среде, т.к. фиксируются случаи преждевременных дефектов. См. также Ссылку ^[13].

Подробные примеры защитных систем с различными категориями коррозионной активности и износостойкости приведены в Таблице E.1.

Таблица В.5 - Сводная информация по минимальному количеству слоев и минимальной номинальной толщине сухой пленки системы покрытий для углеродистой стали по трем категориям погружения двух различных видов износостойкости на стальной поверхности, подвергшейся абразивной очистке

Износостойкость	Высокая (h)			Очень высокая (vh)		
	Zn (R)	Прочее	-	Zn (R)	Прочее	-
Связующая основа грунта	ESI, EP, PUR	EP, PUR	-	ESI, EP, PUR	EP, PUR	-
Связующая основа последующих слоев	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR
Минимальное количество слоев	2	2	1	2	2	1
Ном. толщина сухой пленки	360	380	400	500	540	600

Минимальные требования для более низких видов износостойкости подлежат согласованию между заинтересованными сторонами.

ПРИМЕЧАНИЕ: Сокращения приведены в Таблице A.1.

Подробные примеры защитных систем с различными категориями коррозионной активности и износостойкости приведены в Таблице C.6.

Приложение С (информативное)

Системы покрытий для углеродистой стали

В рамках соблюдения требований, приведенных в Приложении В, определенные формулы систем покрытий для углеродистой стали одобрены по результатам практического опыта и проведения лабораторных испытаний согласно ISO 12944-6. Общие родовые примеры, определенные формулы которых не прошли необходимые испытания, приведены в Таблицах С.1 – С.6. Возможно применение других систем покрытий с аналогичными характеристиками. Если используются эти примеры, то необходимо убедиться, что выбранные системы покрытий соответствуют указанному значению износостойкости при выполнении покрасочных работ согласно спецификации. См. также п. 7.4.

Цифровые значения по системе покрытий состоят из категории коррозионной активности и порядкового номера. В связи с определенным и предельным типом коррозионного воздействия, обусловленного категорией коррозионной активности СХ, не представляется возможным дать общие рекомендации для систем покрытий. Подходящие системы покрытий и критерии оценки для СХ должны определяться подрядчиками.

Таблица С.1. – Системы покрытий для углеродистой стали при категории коррозионной активности С1

№ систем	Грунтовочный слой				Последующий(е) слой(и) Тип связующего	Система покрытий		Износостойкость			
	Связующее	Тип грунта	Кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленке в мкм		Общее кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленке в мкм	Низкая (l)	Средняя (m)	Высокая (h)	Очень высокая (vh)
Для С1 может применяться любая система, используемая для категории с более высокой категорией коррозионной активности, предпочтительно С2.											

Таблица С.2. – Системы покрытий для углеродистой стали при категории коррозионной активности С2

№ систем	Грунтовочный слой				Последующий(е) слой(и) Тип связующего	Система покрытий		Износостойкость			
	Связующее	Тип грунта	Кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленке в мкм		Общее кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленке в мкм	Низкая (l)	Средняя (m)	Высокая (h)	Очень высокая (vh)
C2.01	АК, АУ	Прочее	1	40-80	АК, АУ	1-2	80	X			
C2.02	АК, АУ	Прочее	1	40-100	АК, АУ	1-2	100	X	X		
C2.03	АК, АУ	Прочее	1	60-160	АК, АУ	1-2	160	X	X	X	
C2.04	АК, АУ	Прочее	1	60-80	АК, АУ	2-3	200	X	X	X	X
C2.05	EP, PUR, ESI	Прочее	1	60-120	EP, PUR, АУ	1-2	120	X	X	X	
C2.06	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-100	EP, PUR, АУ	2	180	X	X	X	X
C2.07	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	-	1	60	X	X	X	
C2.08	EP, PUR,	Zn	1	60-80	EP, PUR, АУ	2	160	X	X	X	X

ESI	(R)									
-----	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице А.1.
ПРИМЕЧАНИЕ 2: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флюорополимер [флюорэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].

Таблица С.3. – Системы покрытий для углеродистой стали при категории коррозионной активности С3

№ систем	Грунтовочный слой				Последующий(е) слой(и) Тип связующего	Система покрытий		Износостойкость			
	Тип связующего	Тип грунта	Кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленки в мкм		Общее кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленки в мкм	Низкая (l)	Средняя (m)	Высокая (h)	Очень высокая (vh)
C3.01	AK, AY	Прочее	1	80-100	AK, AY	1-2	100	X			
C3.02	AK, AY	Прочее	1	60-160	AK, AY	1-2	160	X	X		
C3.03	AK, AY	Прочее	1	60-80	AK, AY	2-3	200	X	X	X	
C3.04	AK, AY	Прочее	1	60-80	AK, AY	2-4	260	X	X	X	X
C3.05	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-120	EP, PUR, AY	1-2	120	X	X		
C3.06	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-160	EP, PUR, AY	2	180	X	X	X	
C3.07	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-160	EP, PUR, AY	2-3	240	X	X	X	X
C3.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	-	1	60	X	X		
C3.09	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR, AY	2	160	X	X	X	
C3.10	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR, AY	2-3	200	X	X	X	X

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице А.1.
ПРИМЕЧАНИЕ 2: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флюорополимер [флюорэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].

Таблица С.4. – Системы покрытий для углеродистой стали при категории коррозионной активности С4

№ систем	Грунтовочный слой				Последующий(е) слой(и) Тип связующего	Система покрытий		Износостойкость			
	Тип связующего	Тип грунта	Кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленки в мкм		Общее кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленки в мкм	Низкая (l)	Средняя (m)	Высокая (h)	Очень высокая (vh)
C4.01	AK, AY	Прочее	1	60-160	AK, AY	1-2	160	X			
C4.02	AK, AY	Прочее	1	60-80	AK, AY	2-3	200	X	X		
C4.03	AK, AY	Прочее	1	60-80	AK, AY	2-4	260	X	X	X	
C4.04	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-120	EP, PUR, AY	1-2	120	X			
C4.05	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-160	EP, PUR, AY	2	180	X	X		
C4.06	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-160	EP, PUR, AY	2-3	240	X	X	X	
C4.07	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-240	EP, PUR, AY	2-4	300	X	X	X	X
C4.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60	-	1	60	X			
C4.09	EP, PUR,	Zn	1	60-80	EP, PUR, AY	2	160	X	X		

	ESI	(R)									
C4.10	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR, AY	2-3	200	X	X	X	
C4.11	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR, AY	3-4	260	X	X	X	X

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице А.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флюорополимер [флюороэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].

Таблица С.5. – Системы покрытий для углеродистой стали при категории коррозионной активности C5

№ систем	Грунтовочный слой				Последующий(е) слой(и) Тип связующего	Система покрытий		Износостойкость			
	Тип связующего	Тип грунта	Кол-во слоев	Ном. толщина сухой пленки в мкм		Общее кол-во слоев	Ном. толщина сухой пленки в мкм	Низкая (l)	Средняя (m)	Высокая (h)	Очень высокая (vh)
C5.01	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-160	EP, PUR, AY	2	180	X			
C5.02	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-160	EP, PUR, AY	2-3	240	X	X		
C5.03	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-240	EP, PUR, AY	2-4	300	X	X	X	
C5.04	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80-200	EP, PUR, AY	3-4	360	X	X	X	X
C5.05	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR, AY	2	160	X			
C5.06	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR, AY	2-3	200	X	X		
C5.07	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR, AY	3-4	260	X	X	X	
C5.08	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR, AY	3-4	320	X	X	X	X

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице А.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флюорополимер [флюороэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].

Таблица С.6. – Системы покрытий для углеродистой стали при категориях погружения Im1, Im2 и Im3

№ системы	Грунтовочный слой				Последующий(е) слой(и) Тип связующего	Система покрытий		Износостойкость			
	Тип связующего	Тип грунта	Кол-во слоев	Ном. толщина сухой пленки в мкм		Общее кол-во слоев	Ном. толщина сухой пленки в мкм	Низкая (l)	Средняя (m)	Высокая (h)	Очень высокая (vh)
I.01	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR	2-4	360	X	X	X	
I.02	EP, PUR, ESI	Zn (R)	1	60-80	EP, PUR	2-5	500	X	X	X	X
I.03	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80	EP, PUR	2-4	380	X	X	X	
I.04	EP, PUR, ESI	Прочее	1	80	EP, PUR	2-4	540	X	X	X	X
I.05			-	-	EP, PUR	1-3	400	X	X	X	
I.06			-	-	EP, PUR	1-3	600	X	X	X	X

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Материалы на водной основе пока не подходят для погружения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: В зависимости от механических и абразивных нагрузок, может потребоваться увеличение номинальной толщины сухой пленки систем для обеспечения износостойкости. Что касается абразивных нагрузок, то рекомендуемая номинальная толщина сухой пленки должна составлять до 1 000 мкм, а для предельных абразивных нагрузок – даже до 2 000 мкм.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Категории погружения касаются только внешнего воздействия. Ограниченные пространства и внутренняя поверхность резервуаров не входит в объем настоящего документа (см. ISO 1294402).

ПРИМЕЧАНИЕ 4: Сокращения приведены в Таблице А.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 5: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флюорополимер [флюорэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].

Приложение D (информативное)

Системы покрытий на горячеоцинкованной стали

В рамках соблюдения требований, приведенных в Приложении В, определенные формулы систем покрытий для горячеоцинкованной стали согласно ISO 1461 одобрены по результатам практического опыта и проведения лабораторных испытаний согласно ISO 12944-6. Общие родовые примеры, определенные формулы которых могли не пройти необходимые испытания, приведены в Таблице D.1. Возможно применение других систем покрытий с аналогичными характеристиками. Если используются эти примеры, то необходимо убедиться, что выбранные системы покрытий соответствуют указанному значению износостойкости при выполнении покрасочных работ согласно спецификации. См. также п. 7.4.

Цифровые значения системы покрытий состоят из заглавной буквы «G», номера категории коррозионной активности и порядкового номера. В связи с определенным и предельным типом коррозионного воздействия, обусловленного категорией коррозионной активности СХ, не представляется возможным дать общие рекомендации для систем покрытий. Подходящие системы покрытий и критерии оценки для СХ должны определяться подрядчиками.

Таблица D.1. – Системы покрытий для горячеоцинкованной стали при категориях коррозионной активности C2 – C5

№ системы	Категория коррозионной активности	Грунтовочный слой			Последующий(е) слой(и)	Система покраски		Износостойкость ^a			
		Тип связующего	Кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленке в мкм		Тип связующего	Кол-во слоев	Ном. толщины на сухой пленке в мкм	Низкая (l)	Средняя (m)	Высокая (h)
G2.01	C2	EP, PUR, AY	1	80		1	80	X	X	X	
G2.02		AY	1	80	AY	2	160	X	X	X	X
G2.03		EP, PUR	1	80-120	EP, PUR, AY	1-2	120	X	X	X	X
G3.01	C3	EP, PUR, AY	1	80		1	80	X	X		
G3.02		EP, PUR	1	80-120	EP, PUR, AY	1-2	120	X	X	X	
G3.03		AY	1	80	AY	2	160	X	X	X	
G3.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160	X	X	X	X
G3.05		AY	1	80	AY	2-3	200	X	X	X	X
G4.01	C4	EP, PUR, AY	1	80		1	80	X			
G4.02		EP, PUR	1	80-120	EP, PUR, AY	1-2	120	X	X		
G4.03		AY	1	80	AY	2	160	X	X		
G4.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160	X	X	X	
G4.05		AY	1	80	AY	2-3	200	X	X	X	
G4.06		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2-3	200	X	X	X	X
G5.01	C5	EP, PUR	1	80-120	EP, PUR, AY	1-2	120	X			
G5.02		AY	1	80	AY	2	160	X			
G5.02		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2	160	X	X		
G5.03		AY	1	80	AY	2-3	200	X	X		
G5.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2-3	200	X	X	X	
G5.04		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2-3	200	X	X	X	
G5.05		EP, PUR	1	80	EP, PUR, AY	2-3	240	X	X	X	X

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице A.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флюорополимер [флюороэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].

^a Износостойкость в данном случае относится к адгезионным характеристикам системы покраски с горячеоцинкованной поверхностью. В случае поврежденной системы покраски, оставшийся горячеоцинкованный слой обеспечивает защиту стали.

Использование систем покрытий на горячеоцинкованной стали для погружения возможно, однако требуется особое внимание, прежде чем подтверждать пригодность. Системы покрытий, наносимые на горячеоцинкованную поверхность, автоматически не предотвращают случаи преждевременных повреждений и, в некоторых ситуациях, могут повлиять в дальнейшем на преждевременный сбой защитной системы. Систему покрытий для нанесения на горячеоцинкованную поверхность для погружения необходимо определять для каждого конкретного проекта после тщательной оценки факторов риска, и решение должно основываться на богатом опыте применения конкретных систем покрытий на такую же подложку и при аналогичном типе условий погружения (тип воды, температура, поток, pH, твердость и т.д.).

Приложение Е (информативное)

Системы покраски на металлические покрытия с термическим напылением

В рамках соблюдения требований, приведенных в Приложении В, определенные формулы лакокрасочных систем на металлические покрытия с термическим напылением одобрены по результатам практического опыта и проведения лабораторных испытаний согласно ISO 12944-6. Общие родовые примеры, определенные формулы которых не прошли необходимые испытания, приведены в [Таблице Е.1](#). Возможно применение других систем покрытий с аналогичными характеристиками. Если используются эти примеры, то необходимо убедиться, что выбранные системы покрытий соответствуют указанному значению износостойкости при выполнении покрасочных работ согласно спецификации. См. также [п. 7.4](#).

Цифровые значения системы покрытий состоят из заглавных букв «TSM», номера категории коррозионной активности и порядкового номера. В связи с определенным и предельным типом коррозионного воздействия, обусловленного категорией коррозионной активности СХ, не представляется возможным дать общие рекомендации для систем покрытий. Подходящие системы покрытий и критерии оценки для СХ должны определяться подрядчиками.

Таблица Е.1. – Лакокрасочные системы, наносимые на металлические покрытия с термическим напылением при категориях коррозионной активности С4 и С5

№ системы	Категория коррозионной активности	Слой герметика			Последующий(е) слой(и) Тип связующего	Система покраски		Износостойкость	
		Тип связующего	Кол-во слоев	Ном. толщина сухой пленки в $\mu\text{м}$		Кол-во слоев	Ном. толщина сухой пленки в $\mu\text{м}$	Высокая (h)	Очень высокая (vh)
TSM 4.01	С4	EP, PUR	1	Данные отсутствуют	EP, PUR	2	160	X	
TSM 4.02		EP, PUR	1	Данные отсутствуют	EP, PUR	2	200	X	X
TSM 5.01	С5	EP, PUR	1	Данные отсутствуют	EP, PUR	2	200	X	
TSM 5.02		EP, PUR	1	Данные отсутствуют	EP, PUR	2	240	X	X

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в [Таблице А.1](#).

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Герметик должен заполнять поры металла. Его наносят до завершения процесса впитывания. На металлическом покрытии после нанесения не должно остаться значительного слоя герметика.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Системы с категорией коррозионной активности С2 и С3 считаются актуальными, только при наличии особых видов воздействия в виде сильного механического или термического воздействия. Использовать толщину сухой пленки как для соответствующей системы для углеродистой стали.

ПРИМЕЧАНИЕ 4: Необходимо особо тщательно подходить к вопросу нанесения покрытий на алюминий с термическим напылением в хлоридной среде, т.к. были зафиксированы случаи преждевременных повреждений. См. также Сноску [13].

ПРИМЕЧАНИЕ 5: В дополнение к полиуретановой технологии, могут использоваться и другие технологии покрытий, например, полисилоксаны, полиаспартический и флуорополимер [флуороэтилен/винил эфирный сополимер (FEVE)].

Использование лакокрасочных систем на металлические покрытия с термическим напылением для погружения возможно, однако требуется особое внимание, прежде чем подтверждать пригодность.

Лакокрасочные системы, наносимые на металлические покрытия с термическим напылением, автоматически не предотвращают случаи преждевременных повреждений и, в некоторых ситуациях, могут повлиять в дальнейшем на преждевременный сбой защитной

системы. Лакокрасочную систему для нанесения на металлические покрытия с термическим напылением для погружения необходимо определять для каждого конкретного проекта после тщательной оценки факторов риска, и решение должно основываться на богатом опыте применения конкретных систем покрытий на такую же подложку и при аналогичном типе условий погружения (тип воды, температура, поток, pH, твердость и т.д.).

Приложение F (информативное)

Заводские грунты

Заводские грунты наносятся тонким слоем на только что очищенную струйным способом сталь для того, чтобы обеспечить временную коррозионную защиту во время сборки, транспортировки, строительства и хранения металлоконструкции. Заводской грунт затем покрывается финишной системой покрытий, которая, как правило, включает еще один грунтовочный слой. Совместимость нескольких родовых типов заводского грунта с грунтами различных систем покрытий указана в Таблице F.1., а пригодность аналогичных заводских грунтов при различных условиях воздействия при использовании вместе с соответствующей системой покрытий указана в Таблице F.2.

Заводские грунты должны иметь следующие свойства:

- a) Они должны быть пригодны для нанесения распылением, чтобы создать ровное покрытие с толщиной сухой пленки, как правило, 15 - 30 мкм.
- b) Они должны высохнуть очень быстро. Грунтовка обычно проводится в соответствии с автоматическим блоком струйной очистки, который может обрабатывать продукты со скоростью линии от 1 м до 3 м в минуту.
- c) Механические свойства получаемого покрытия должны обеспечивать нормальные методы транспортировки, предусматривающие крутящуюся станину, магнитные подъемные краны и пр.
- d) Покрытие должно обеспечивать защиту на определенный период.
- e) Заводской грунт не должен значительно препятствовать проведению обычных монтажных процедур, таких как сварка или резка. Заводские грунты, как правило, сертифицированы для соблюдения качества резки и сварочных работ, а также охраны труда и техники безопасности.
- f) Выбрасываемые во время проведения газосварочных работ пары не должны превышать пределы допустимой концентрации.
- g) Покрытая поверхность требует минимальной подготовки поверхности перед нанесением системы покрытий, при условии, что эта поверхность находится в хорошем состоянии. Требуемая подготовка поверхности должна быть определена перед началом последующих покрасочных работ.
- h) Покрытая поверхность должна быть пригодна для определенной системы покрытий. Покрытие (как правило) не следует рассматривать в качестве грунтовочного слоя.

Как правило, заводской грунт не является неотъемлемой частью системы покрытий. Может возникнуть необходимость в его удалении. Если заводской грунт не удалить, то его необходимо рассматривать как часть системы покрытий и, следовательно, он должен пройти соответствующие испытания.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Рекомендации по очистке и подготовке приведены в ISO 12944-4.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Более подробная информация представлена в EN 10238.

Таблица F.1. – Совместимость заводских грунтов с системами покрытий

Заводской грунт		Совместимость родового типа заводского грунта с грунтом системы покрытий				
Тип связующего	Антикоррозионный пигмент	АК	АУ	EP ^a	PUR	Zinc ESI
АК	Прочее	✓	✓	НС	НС	НС
EP	Прочее	✓	✓	✓	✓	НС
EP	Цинковая пыль	НС	✓	✓	✓	НС
ESI	Цинковая пыль	НС	✓	✓	✓	✓ ^b
АУ (на водной основе)	Прочее	НС	✓	НС	НС	НС

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице А.1.
ПРИМЕЧАНИЕ 2: Формулы краски могут быть различными. Рекомендуется уточнить совместимость у производителя краски.
✓ = принципиальная совместимость
НС = принципиальная несовместимость
^a Вкл. эпоксидные комбинации, например, углеводородные смолы.
^b Требуется абразивная очистка.

Таблица F.2 – Пригодность заводских грунтов, используемых с соответствующей системой покрытий, при различных условиях воздействия

Заводской грунт		Пригодность условиям воздействия					
Тип связующего	Антикоррозионный пигмент	C2	C3	C4	C5	Погружение	
						Без катодной защиты	С катодной защитой
АК	Прочее	✓	✓	✓	НП	НП	НП
EP	Прочее	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EP	Цинковая пыль	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ESI	Цинковая пыль	✓	✓	✓	✓	✓	✓
АУ (на водной основе)	Прочее	✓	✓	✓	НП	НП	НП

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Сокращения приведены в Таблице А.1.
ПРИМЕЧАНИЕ 2: Формулы краски могут быть различными. Рекомендуется уточнить совместимость у производителя краски.
✓ = пригодность
НП = непригодность