

Л. П. Зарубина

**ЗАЩИТА ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ,
КОНСТРУКЦИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ
ОТ КОРРОЗИИ.
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА**

МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ,
ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Учебное пособие

2-е издание

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2021

Зарубина, Л. П.

3-35 Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита. Материалы, технологии, инструменты и оборудование : учебное пособие / Л. П. Зарубина. – 2-е изд. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 224 с.
ISBN 978-5-9729-0687-1

Изложены основы защиты зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Приведены классификация и характеристика защитных покрытий, рассмотрены вопросы подготовки поверхностей к защите от коррозии различными способами. Приведены примеры антикоррозионной защиты мостов, трубопроводов, судовых конструкций, емкостей и резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов и других конструкций. Рассмотрены вопросы биологической защиты. Предложены решения по защите от биологической коррозии. Приведена классификация способов и средств биозащиты древесины. Даны примеры биоцидных антисептических составов, лакокрасочных материалов. Обобщен и систематизирован многолетний опыт работы ведущих научных, проектных и производственных организаций.

Для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией зданий и сооружений. Может быть полезно студентам высших учебных заведений, аспирантам, слушателям институтов повышения квалификации строительного, машиностроительного и технологического профилей.

УДК 620.19
ББК 34.66

ЧАСТЬ I
ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Введение

Коррозия материалов является одной из важных мировых проблем. Практика показывает, что только прямые безвозвратные потери металла от коррозии составляют 10...12% всей производимой стали, при этом суммарный ущерб в промышленных странах достигает 4-5% от национального дохода. Ведь корродирует не только черный металл (сталь, чугун, железо и некоторые его сплавы), но и бетон, дерево, камень, даже полимеры. Наиболее интенсивная коррозия наблюдается в зданиях и сооружениях химических производств, что объясняется действием различных газов, жидкостей и мелкодисперсных частиц непосредственно на строительные конструкции, оборудование и сооружения, а также проникновением этих агентов в грунты и действием их на фундаменты. Агрессивному воздействию подвержено до 75% строительного фонда. Коррозия металла приводит к ослаблению конструктива и, как следствие, снижению безопасности эксплуатации сооружений.

Коррозия: процесс разрушения материалов вследствие химических или электрохимических процессов. По характеру самого процесса коррозию разделяют на две основные группы : химическую и электрохимическую. Химическая коррозия протекает в не электролитах – жидкостях, не проводящих электрического тока и в сухих газах при высокой температуре. Электрохимическая коррозия происходит в электролитах и во влажных газах и характеризуется наличием двух параллельно идущих процессов: окислительного (растворение металлов) и восстановительного (выделение металла из раствора).

По внешнему виду коррозию различают: пятнами, язвами, точками, внутрикристаллитную, подповерхностную. По характеру коррозионной среды различают следующие основные виды коррозии: газовую, атмосферную, жидкостную и почвенную.

Газовая коррозия происходит при отсутствии конденсации влаги на поверхности. На практике такой вид коррозии встречается при эксплуатации металлов при повышенных температурах.

Атмосферная коррозия относится к наиболее распространенному виду электрохимической коррозии, так как большинство металлических конструкций эксплуатируются в атмосферных условиях. Коррозия, протекающая в условиях любого влажного газа, также может быть отнесена к атмосферной коррозии.

Жидкостная коррозия в зависимости от жидкой среды бывает кислотная, щелочная, солевая, морская и речная. По условиям воздействия жидкости на поверх-

ность металла эти виды коррозии получают добавочные характеристики : с полным и переменным погружением, капельная, струйная. Кроме того, по характеру разрушения различают коррозию равномерную и неравномерную.

По степени воздействия на металлы коррозионные среды делятся на неагрессивные, слабоагрессивные, среднеагрессивные и сильноагрессивные.

Бетон и железобетон находят широкое применение в качестве конструкционного материала при строительстве зданий и сооружений химических производств. Но они не обладают достаточной химической стойкостью против действия кислотных сред. Свойства бетона и его стойкость в первую очередь зависит от химического состава *цемента* из которого он изготовлен. Наибольшее применение в конструкциях и оборудовании находят бетоны на портландцементе. Причиной пониженной химической стойкости бетона к действию минеральных и органических кислот является наличие свободной гидроокиси кальция (до 20%), трехкальциевого алюмината ($3\text{CaO}\times\text{Al}_2\text{O}_3$) и других гидратированных соединений кальция.

Коррозия бетона происходит тем интенсивнее, чем выше концентрация водных растворов кислот. При повышенных температурах агрессивной среды коррозия бетонов ускоряется. Несколько более высокой кислотостойкостью обладает бетон, изготовленный на глиноземистом цементе, из-за пониженного содержания оксида кальция. Кислотостойкость бетонов на цементах с повышенным содержанием оксида кальция в некоторой степени зависит от плотности бетона. При большей плотности бетона кислоты оказывают на него несколько меньшее воздействие из-за трудности проникновения агрессивной среды внутрь материала.

Щелочестойкость бетонов определяется главным образом химическим составом вяжущих, на которых они изготовлены, а также щелочестойкостью мелких и крупных заполнителей.

Увеличение срока службы строительных конструкций и оборудования достигается путем правильного выбора материала с учетом его стойкости к агрессивным средам, действующим в производственных условиях. Кроме того, необходимо принимать меры профилактического характера. К таким мерам относятся герметизация производственной аппаратуры и трубопроводов, хорошая вентиляция помещения, улавливание газообразных и пылевидных продуктов, выделяющихся в процессе производства; правильная эксплуатация различных сливных устройств, исключающая возможность проникновения в почву агрессивных веществ; применение гидроизолирующих устройств и др.

Непосредственная защита металлов от коррозии осуществляется нанесением на их поверхность неметаллических и металлических покрытий либо изменением химического состава металлов в поверхностных слоях: оксидированием, азотированием, фосфатированием.

Наиболее распространенным способом защиты от коррозии строительных конструкций, сооружений и оборудования является использование неметаллических химически стойких материалов: кислотоупорной керамики, жидких резиновых смесей, листовых и пленочных полимерных материалов (винилпласта, поливинилхлорида, полиэтилена, резины), лакокрасочных материалов, синтетических смол и др. Для правильного использования неметаллических химически стойких материалов необходимо знать не только их химическую стойкость, но и физико-химические свойства, обеспечивающие условия совместной работы покрытия и защищаемой поверхности. При использовании комбинированных защитных покрытий, состоящих из органического подслоя и футеровочного покрытия, важным является обеспечение на подслое температуры, не превышающей максимальной для данного вида подслоя.

Для листовых и пленочных полимерных материалов необходимо знать величину их адгезии с защищаемой поверхностью. Ряд неметаллических химически стойких материалов, широко используемых в противокоррозионной технике, содержит в своем составе агрессивные соединения, которые при непосредственном контакте с поверхностью металла или бетона могут вызвать образование побочных продуктов коррозии, что, в свою очередь, снизит величину их адгезии с защищаемой поверхностью. Эти особенности необходимо учитывать при использовании того или иного материала для создания надежного противокоррозионного покрытия.[1-8]

Глава 1. Классификация защитных покрытий и способов защиты от коррозии

Для защиты поверхностей от коррозии существуют разнообразные покрытия: лакокрасочные (антистатичные и армированные, полиуретановые, акриловые, порошковые эпоксидно – полиэфирные, органосиликатные и кремнийорганические), металлизационные с цинком, алюминием, медью и комбинациями этих металлов. Это краски, лаки, эмали, тонкодисперсные порошки, пленки. Лакокрасочные покрытия вследствие экономичности, удобства и простоты нанесения, хорошей стойкости к действию промышленных агрессивных газов нашли широкое применение для защиты металлических и железобетонных конструкций от коррозии. Защитные свойства лакокрасочного покрытия в значительной степени обуславливаются механическими и химическими свойствами, сцеплением пленки с защищаемой поверхностью.

Лакокрасочные материалы в зависимости от назначения и условий эксплуатации делятся на десять групп: А – покрытия стойкие на открытом воздухе; АН – то же, под навесом; П – то же, в помещении; Х – химически стойкие; Т – термостойкие; М – маслостойкие; В – водостойкие; ХК – кислотостойкие; ХЩ – щелочестойкие; Б – бензостойкие.

Наиболее распространены в промышленности покрытия металлические, неметаллические (органического и неорганического происхождения), а также покрытия, образованные в результате химической и электрохимической обработки металла.

Выбор вида покрытия зависит от условий, в которых используется защищаемое изделие (перепад температур, повышенная влажность, морская или пресная вода, щелочь, кислота, соли металлов, радиация, электроток и огонь), и технологичность возможностей формирования покрытия.[3, 9]

Наиболее часто применяемые способы защиты металлов:

- легирование;
- электрохимическая защита;
- покрытие металлами;
- защитные пленки.

Легирование – это введение в металл на стадии его производства определенного количества специальных добавок, например – хрома или марганца. Это придает сталям особые свойства, необходимые для использования в сложных условиях. Для возведения современных зданий, особенно повышенной этажности, необходима высококачественная атмосферостойкая легированная сталь, например, погодостойчивая марка COR-TEN. Такой материал позволяет решить проблемы эксплуатации сооружений даже в экстремальных климатических условиях.

Одними из самых популярных и относительно недорогих мер защиты от коррозии сегодня являются методы, изменяющие химический состав металла в поверхностных слоях. Как правило, это электрохимические способы нанесения покрытий на металл.

Наиболее известный процесс называется оцинковкой, которая в зависимости от способа обработки металла делится на горячую и холодную. В первом случае обрабатываемый материал погружается в специальную ванну. Затем под воздействием переменного тока осуществляется его обработка в растворе фосфата цинка при плотности тока 4 А/дм², напряжении 20 В и температуре 600-700°С. В результате электрохимической реакции образуется ферроцинковый сплав. При применении второго способа на подготовленную поверхность стального листа наносится защитный слой из цинка. Оцинковка толщиной 0,3 мм позволяет обеспечить защиту обработанной поверхности металла более чем на 30 лет.

Итальянская фирма «Metalnastri» разработала метод, сочетающий в себе качество горячего и технологичность холодного цинкования. Это - простая идея наклейки цинковой фольги на стальную поверхность. Высокую антикоррозийность создает сплошной цинковый слой, а токопроводящие клеевые композиции обеспечивают и электрохимическую защиту поверхности.

ЦНИИПСК им. А.П. Мельникова предложил метод термодиффузионного цинкования (ТДЦ) метизных и малогабаритных изделий из стали и чугуна. Метод заключается в нагреве металлоизделий в среде, содержащей порошок цинка. В результате на поверхности изделия образуется цинковое покрытие с хорошими защитными и декоративными свойствами. Технологический процесс такого цинкования экологически чист и практически безотходен. В качестве сырья используются отечественные материалы, не требующие специальной обработки. ТДЦ- покрытие обладает высокой адгезией и износостойкостью, обеспечиваемой в результате взаимной диффузии железа и цинка. Срок службы покрытия в 1,5-4 раза больше по сравнению с традиционными цинковыми покрытиями.

Широкое распространение цинковых покрытий обусловлено их хорошими химическими свойствами. Для стали (катод) цинк является анодом, за счет этого образуется гальваническая пара, имеющая высокие защитные свойства, хорошо сохраняемые даже при малой толщине слоя. Скорость разрушения цинкового покрытия составляет примерно 1-10 мкм в год в зависимости от различных факторов. Оцинковка может осуществляться совместно с другими металлами – с добавлением алюминия (Al) или железа (Fe). В настоящее время в России широко используется сталь Galfan с цинкоалюминиевым покрытием и сталь Galvannealed с цинкожелезным покрытием.

При покрытии другими металлами в зависимости от вида коррозии покрывающий слой наносят различными способами. В качестве покрывающего материала часто используется хром или никель. Хромирование – электролитическое нанесение

покрытия из хрома на поверхность металлического изделия. Никелирование, также нанесение на поверхность изделий никеля толщиной от 2 до 50 мкм.

На практике обычно применяются следующие методы:

Погружение изделий в расплавленный металл (горячий способ). Заключается в том, что изделия погружают в ванну с расплавленным металлом или же нагретую поверхность деталей обволакивают расплавленным металлом.

Метод термической диффузии. Основан на диффузии (проникновении) в поверхностные слои деталей присадок при высокой температуре. Диффузионные покрытия наносятся при нагреве деталей в твердой (порошкообразной), жидкой или газообразной фазе металла.

Металлизация. Заключается в нанесении (распылении) на поверхность деталей слоя присадок расплавленного металла с помощью пульверизаторов.

Контактный метод осаждения металла. Осуществляется без применения внешнего источника тока за счет вытеснения менее благородными металлами более благородных из растворов их солей. Толщина таких покрытий невелика и защитные свойства их невысоки.

Следует отметить, что металлические покрытия достаточно хорошо защищают металл от коррозии. Однако при нарушении защитного слоя она может протекать даже более интенсивно, чем без покрытия. Поэтому в промышленности для улучшения свойств металлических поверхностей, обработанных электротехническим методом, используется способ нанесения защитных покрытий из полимерных материалов. Такие продукты получили широкое распространение в строительной индустрии. Использование полимерных материалов для антикоррозионной защиты обусловлено их уникальными физико-химическими показателями. Полимеры имеют небольшой удельный вес, высокую стойкость к не механическим воздействиям (соприкосновение с водой, солями, щелочами или кислотами). Обладают пластичностью и светостойкостью. В настоящее время наибольшее распространение получили «трехслойные» продукты с двойным уровнем защиты. Первый уровень – непосредственно оцинковка, второй – полимер. Благодаря такой структуре сталь становится стойкой к воздействию агрессивных сред, механическим повреждениям и ультрафиолетовому излучению. Срок их службы составляет порядка 50 лет, в зависимости от качества и толщины покрытия. Необходимо также учесть, что высокие эксплуатационные характеристики таких материалов напрямую зависят от качества оцинковки исходного металла, а потребительские качества – от применяемого в составе полимера.

Альтернативой полимерным материалам являются конструкционные пластмассы и стеклопластики, получаемые на основе различных синтетических смол и стекловолоконистых наполнителей. В настоящее время выпускается значительный ассортимент материалов, особое место среди них занимает полиэтилен. Он инертен во многих кислотах, щелочах и растворителях, а также имеет высокую теплостойкость.

Другим направлением использования полиэтилена в качестве химически стойкого материала является порошковое напыление. Применение полиэтиленовых покрытий объясняется их дешевизной и хорошими защитными свойствами. Покрытия легко наносятся на поверхность различными способами, в том числе пневматическим и электростатическим распылением.

Защитные пленки. Способ заключается в нанесении на металл защитной оболочки из различных компонентов в следующей последовательности: шпатлевка, грунтовка, краска, лак или эмаль.

Для противокоррозионной защиты конструкций зданий и сооружений (ферм, ригелей, балок, колонн, стеновых панелей), а также наружных и внутренних поверхностей емкостного технологического оборудования, трубопроводов, газопроводов, воздухопроводов вентиляционных систем, которые в процессе эксплуатации не подвергаются механическим воздействиям абразивных частиц, применяют лакокрасочные покрытия. Такие покрытия наиболее эффективны для защиты от атмосферной коррозии. Однако срок службы лакокрасочных покрытий невелик и составляет 4-5 лет. Для повышения коррозионной стойкости лакокрасочных покрытий используют различные противокоррозионные пигменты.

Следует назвать антикоррозионные пигменты фирмы SNCZ (Франция): фосфаты цинка; модифицированные фосфаты цинка; фосфаты, не содержащие цинк; полифосфаты; феррит кальция, а также тетраоксихромат цинка; хроматы стронция, цинка, бария.

Наиболее часто используются фосфаты цинка PZ 20 и PZ W2 в большинстве лакокрасочных систем: органоразбавляемых, водоразбавляемых, воздушной и горячей сушки.

Там, где нельзя использовать противокоррозионные пигменты, содержащие цинк (контакт с пищевыми продуктами), используются пигменты на основе щелочеземельных фосфатов Новинокс ПАТ 30, Новинокс ПАТ 15 и Новинокс РС01.

Металлоконструкции, подвергающиеся воздействию соляного тумана, могут быть защищены лакокрасочными материалами, содержащими фосфат щелочеземельных металлов. Фосфат щелочеземельных металлов – нетоксичный пигмент, что повышает экологичность лакокрасочного покрытия и увеличивает сферу его применения.

Тетраоксихромат цинка ТС 20, хромат стронция L203E и хромат цинка CZ20 – применяются в лакокрасочных материалах, использующихся в авиационных, судовых покрытиях, а также в составе адгезивов для легких сплавов.

Для защитных покрытий, эксплуатирующихся в условиях высоких температур (до 600°C), используются хромат бария М 20 и феррит кальция FC 71. Применение феррита кальция для защитных покрытий – новое направление в лакокрасочных материалах. В табл.1.1 представлена стойкость различных лакокрасочных материалов (ЛКМ) к агрессивным средам.

Таблица 1.1. Стойкость лакокрасочных материалов

ЛКМ, по типу связующего	Стойкость к агрессивным средам							
	Вода	Водяной пар	Растворители	Разбавленные растворители	Кислоты	Разбавленные кислоты	Щелочи	Разбавленные щелочи
Винилхлоридные	+	++	±	±	±	+	±	+
Хлоркаучуковые	+	++	±	±	±	+	±	+
Акриловые	±	++	±	±	±	+	±	+
Алкидные	±	+	±	+	±	±	±	±
Битумные	++	++	±	±	±	±	±	+
ПУ ароматические	±	++	+	++	+	+	±	±
ПУ алифатические	+	++	±	+	±	+	±	++
Эпоксидно-полиуретановые	++	++	±	±	±	+	+	++
Эпоксидные	++	++	+	++	±	+	++	++
Цинк-силикатные	+	++	++	++	+	+	+	+
Перхлорвиниловые	++	++	±	±	±	±	±	+

Примечания: ++ - отлично, + - хорошо, ± - удовлетворительно. [1, 2, 3, 21]

Глава 2. Подготовка поверхности к ее защите от коррозии. Ремонт и восстановление поверхности изделий

2.1. Подготовка поверхности к ее защите от коррозии механическими способами

Долговечность и надежность защиты конструкций лакокрасочными материалами определяется качеством подготовки поверхности перед окрашиванием.

Металлоконструкции перед окраской очищают от грязи, брызг раствора и ржавчины. При небольших объемах работ и в труднодоступных местах поверхности эту операцию выполняют вручную стальными щетками, скребками, шлифовальными машинами. При больших объемах работ, особенно противокоррозионных, используют пескоструйные и дробеструйные машины.

Пескоструйный способ применяют для очистки от ржавчины металла толщиной более 3мм и удаления с металлической поверхности окалины. Сущность метода заключается в том, что на обрабатываемую поверхность подается сильной струей сжатого воздуха через сопло абразивный материал, который с большой силой ударяется о поверхность, сбивает с нее ржавчину или окалину.

В качестве абразивного материала используют колотую стальную или чугунную дробь с зернами 0,2-2мм, а также кварцевый речной или горный песок с зернами 0,3-1мм. Влажность песка должна быть не более 5%.

Для очистки металлической поверхности от ржавчины применяют однокамерные дробеструйные аппараты, одноцилиндровые пескоструйные конструкции периодического действия и гидropескоструйные установки.

При обработке крупногабаритных изделий сложной конфигурации, в труднодоступных местах, на действующих предприятиях, в полевых условиях использование пескоструйной очистки невозможно. Механическая очистка с помощью шлифовальных машинок, щеток и скребков затруднительна и не позволяет полностью удалить продукты коррозии.

В этих случаях целесообразно применить специальные составы для окраски металла непосредственно по ржавой поверхности, с которой удаляется лишь рыхлый слой, плохо связанный с основным металлом.

Оставшийся слой ржавчины представляет собой сложную систему, состоящую из продуктов коррозии железа (оксидов и гидроксидов) и посторонних примесей (солей, производственной пыли и др.) Химические составы, а также свойства этих продуктов

зависят от среды, в которой они образовались. Этот слой преобразуется модификаторами ржавчины.

2.2. Модификаторы (преобразователи) ржавчины – ПР

Модификаторы (преобразователи) ржавчины – это специально подобранные композиции веществ, которые вступают в химическое взаимодействие с ржавчиной и образуют защитный слой химически стойких соединений, не растворимых в воде, не оказывающих вредного воздействия на металл и прочно сцепленных с металлической поверхностью.

Обработке модификаторами ржавчины могут подвергаться продукты коррозии, плотно сцепленные с поверхностью металла толщиной не более 100мкм. Поверхность металла перед нанесением модификатора должна быть очищена от рыхлых слоев ржавчины, обеспылена и обезжирена ацетоном или уайт-спиритом.

В состав большинства современных модификаторов продуктов коррозии входит фосфорная кислота, но есть и такие, что изготовлены на основе таннина, оксикарбоновых многоосновных кислот и др. Широкое распространение получили преобразователи ржавчины на основе пленкообразующих веществ. Такие составы называются еще преобразующими грунтовками, т.е. грунтовочными преобразователями коррозии (ГПК).

Все составы взаимодействуют с продуктами коррозии по-разному. Поэтому их условно можно разделить на несколько групп:

- грунтовки-модификаторы (образуют основу под лакокрасочный материал);
- стабилизаторы продуктов коррозии (они преобразуют нестабильные гидраты окиси железа в более устойчивые соединения, такие, как магнетит и т.п.);
- преобразователи продуктов коррозии, которые при взаимодействии с металлом оказывают химическое воздействие на ржавчину (превращают ее в малорастворимые соли (фосфаты цинка, железа, бария, марганца и т.п.);
- специальные пенетрационные составы, которые при взаимодействии с продуктами коррозии уплотняют их, т.к. обладают хорошей проникающей способностью (алкидные смолы, растительные масла и др.).

В состав преобразователей ржавчины входят: ингибиторы, биоциды, пигменты, гидрофобизаторы и другие соединения, которые способствуют повышению защитных свойств покрытий. Все преобразователи ржавчины имеют разную вязкость, которая и является определяющим фактором в выборе способа нанесения состава на поверхность металла. В зависимости от консистенции преобразователь ржавчины можно наносить: кистью, распылением, окунанием или струйным обливом.

Рекомендуется использовать преобразователи ржавчины для защиты от коррозии металлоконструкций в полевых условиях. К ним можно отнести опоры линий

электропередач, наружную часть трубопровода, мосты, резервуары для хранения топлива в жидком состоянии, оборудования гидроэлектростанций, суда и другое. Если продукты коррозии или плотно сцепленная с металлом окалина занимают не более 30% поверхности, то применение преобразователей ржавчины даст положительный результат.

Не рекомендуется применять преобразователи ржавчины для покрытия слоя продуктов коррозии, образовавшегося в атмосфере, которая содержит большое количество сероводорода, аммиака, сернистого газа и т.п. Также не желательно применение модификаторов во влажных тропических условиях (при этом качество покрывных лакокрасочных материалов значения не имеет). Если предъявляются повышенные требования к декоративному виду, то использование преобразователей ржавчины также нецелесообразно.

На сегодняшний день известно более пятидесяти отечественных составов преобразователей ржавчины. Импортных насчитывается еще больше.

Рассмотрим некоторые наиболее перспективные и эффективные составы преобразователей ржавчины.

2.2.1. Собственно преобразователи ржавчины

Химический преобразователь ржавчины «Hotex-K» (ТУ 21-01-43443334-96)

Он предназначен для химической очистки и обработки ржавых металлических поверхностей изделий и конструкций из стали с одновременным фосфатированием и обезжириванием поверхности. Состав также используется для обработки окалины на сварных швах перед нанесением лакокрасочных покрытий, для очистки крупногабаритных изделий и доводки механически очищенных поверхностей котлов и баков в труднодоступных местах перед окраской.

«Hotex» изготовлен на основе водного раствора кислых фосфатов цинка, содержит анодный ингибитор окислительного типа. Имеющаяся в «Hotex» свободная фосфорная кислота (ФК) полностью расходуется на преобразование ПРК (продуктов коррозии). Он позволяет осуществлять холодное фосфатирование черного металла с одновременной пассивацией. Имеющаяся в преобразователе ржавчины свободная ФК в процессе взаимодействия с металлом расходуется полностью, так что промывание водой не требуется.

Скорость снятия коррозии зависит от толщины и природы коррозионного слоя и концентрации раствора. Стандартное соотношение составляет: 1 весовая часть концентрата к 2 частям воды (для слоя ржавчины толщиной 80-100 мкм). Расход рабочего состава при двукратной обработке – 90-120 г/м². Рабочий состав приготавливается из концентрата непосредственно на месте применения путем разведения водой. На обрабатываемую поверхность раствор можно наносить кистью, валиком, квачем,

пульверизатором или погружением с барботированием. Окраску изделий следует производить не позднее 30-ти суток после обработки (в зависимости от условий хранения).

Состав не горюч, не токсичен, прост в эксплуатации. Срок его хранения не ограничен. Климатические факторы при транспортировке и хранении не регламентированы. По степени воздействия на организм человека состав относится ко 2-му классу опасности (по ГОСТ 12. 1. 007-88). Выпускается и поставляется в виде концентрата или рабочего состава.

Фосфатирующий состав «Notex» рекомендован к применению в судостроении и судоремонте для защиты от коррозии труднодоступных помещений судов и надводных судовых конструкций, для обработки стальных поверхностей со степенью подготовки St2 по стандарту ИСО 8501-1.[28]

ИФХАН-58ПР - нейтральный преобразователь ржавчины

Применяется для модификации коррозии на поверхностях из черных металлов в целях подготовки ржавых стальных изделий, металлопроката, труб, арматуры к бетонированию, нанесению мастик, а так же к окраске. **ИФХАН-58ПР** представляет собой сложную композицию на основе танинов, ингибиторов (замедлителей) коррозии функциональных присадок. Так же обеспечивает антикоррозионную защиту, благодаря специальным присадкам пропитывает слои ржавчины до 150 мкм. Растительные танины взаимодействуют со ржавчиной, преобразовывая оксиды железа в коррозионнонеактивные соединения, обладающие отличной адгезией к металлу и обеспечивающие хорошую адгезию покрытий. Пожаробезопасно. **ИФХАН-58ПР** не образует токсичных соединений в воздушной среде и сточных водах. Характеристика **ИФХАН-58ПР** представлена в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Характеристика ИФХАН-58ПР

Показатель	Значение
Внешний вид	тёмно-коричневая жидкость
Содержание активных компонентов	более 45%;
Удельный вес	0.85-0.95г/см ³
pH	5.0-6.0
Теоретический расход	100-150мл/м ²
Количество слоёв	1-4.

Преимущества:

- не содержит минеральных кислот и позволяет исключить промывку изделия перед нанесением покрытия, необходимую для «кислых» преобразователей;
- экономически целесообразней и безопасней относительно кислотных преобразователей;
- улучшает функциональные свойства бетонов и продлевает срок их службы;
- при отсутствии прямых атмосферных осадков может использоваться в качестве самостоятельного покрытия даже во влажной атмосфере;
- экономичен и удобен в применении;
- не горюч, не содержит токсичных и едких веществ и не требует специальных мер безопасности.

Перед нанесением преобразователя необходимо удалить рыхлую ржавчину металлургической щеткой. Размешать преобразователь и нанести на поверхность кистью или распылителем. Об успешном преобразовании свидетельствует изменение цвета поверхности с рыжего на черный. В зависимости от толщины ржавчины поверхность обрабатывают преобразователем 1-4 раза. Если через 15-25 минут после первой обработки на поверхности останутся рыжие пятна, необходимо нанести преобразователь повторно. Последующую обработку можно проводить по непросохшей поверхности. После завершения процесса преобразования перед нанесением покрытия поверхность должна высохнуть. Ориентировочный расход - 100-150 мл/м². Температура обработки должна быть больше +4°С.

СЕПТОН 57 - модификатор ржавчины

СЕПТОН 57 удаляет очаги коррозии с поверхности чёрных металлов с каменных, бетонных, керамических поверхностей.

Концентрат разводится водой в соотношении 1:2.

При удалении ржавчины и восстановлении поверхности чёрных металлов необходимо очистить обрабатываемую поверхность от грязи, старой краски, отслаивающейся ржавчины. Кистью, валиком с синтетическим ворсом, губкой, распылителем равномерно наносится раствор на очаги коррозии. Восстановительная химическая реакция продолжается в течении 10-30 минут, в зависимости от степени и глубины поражения. Через 10-30 минут на поверхности металла образуется ровная, плотная, устойчивая к коррозии пленка. Расход готового раствора: 100-250 г/м². Обработка производится при температуре не ниже +5°С.

Раствор надо беречь от детей. При работе необходимо использовать индивидуальные средства защиты (очки, перчатки, фартук), избегать попадания препарата на кожу и в глаза. При попадании раствора на кожу следует ее промыть большим количеством воды. При попадании в глаза - промыть струей воды в течение 10-15 мин.

Хранить состав необходимо в сухом, прохладном помещении в закрытой таре. Пожаровзрывобезопасен. Гарантийный срок хранения концентрата - 24 месяца.

Модификатор ржавчины СФ 1

Модификатор ржавчины **СФ 1** предназначен для нанесения на стальные, чугунные, оцинкованные и алюминиевые поверхности перед покрытием лаком или краской, применяется для защиты металлов от воздействия коррозии и, благодаря содержанию кислых солей ортофосфорной кислоты, модифицирует ржавчину и плотно сцепленную прокатную окалину в специфическую железофосфатную пленку оттенков серебристо-серого или черно-стального цветов.

После процесса фосфатирования, образующийся аморфный слой выдерживает напряжение 300-500 вольт, и в некоторых условиях лакокрасочное покрытие выдерживает температурные перепады от -60 °С до +600 °С. Если покрытие будет повреждено, и возникнет блуждающий ток, то аморфный слой замедлит процесс коррозии.

Модификатор ржавчины **СФ 1** защищает обработанные им поверхности от повторного воздействия коррозии при промежуточном складировании на улице. Даже при постоянной повышенной влажности (но не более 90%) обработанные конструкции будут защищены.

В системе лакокрасочных покрытий модификатор ржавчины используется в обычных, кислотных и щелочных средах. Достоинством **СФ 1** является совместимость с большинством лакокрасочных материалов, наносимых без предварительного проведения грунтования. **СФ 1** используется в нефтяной промышленности для защиты внешних и внутренних поверхностей нефтяных резервуаров и других резервуаров с вторичными продуктами переработки нефти.

В ж/д-транспорте модификатор **СФ 1** применяется для фосфатирования деталей и прокорродированных поверхностей железнодорожного подвижного состава и других транспортных приспособлений.

Время высыхания модификатора ржавчины: 20 минут - при 23 °С, 14 часов - при 4 °С, 3 минуты - при 130 °С. Адгезия с ЛКМ – 1 балл. Плотность фосфатного покрытия – 1,28-4,6г/м². Теоретический расход – 20-30 г/м².

Модификатор **СФ 1** наносится на обрабатываемое покрытие при температуре от -10 °С до +40 °С только следующими методами покраски: протирка, распыление или окунание. При соблюдении повышенных мер предосторожности, возможно нанесение **СФ 1** на поверхности, нагретые до 175 °С. Так как модификатор токсичен, то распыление необходимо проводить только в специальных камерах, оборудованных вытяжкой. После полного высыхания, образовавшийся аморфный слой становится полностью нейтральным.

В целях предотвращения повреждения образовавшегося слоя, нельзя проводить повторные промывки и обработку пленки механическим способом перед нанесением

лакокрасочного покрытия. Новообразовавшийся слой улучшает качество проведения сварочных работ, эффективность сварки с использованием углекислого газа, защищает от коррозии сварочные швы (при нанесении после сварки). Плотную сцепленную ржавчину с толщиной слоя свыше 150 мкм рекомендуется обрабатывать в 2 слоя с интервалом 5-10 минут. Наносится лак или краска только после полного высыхания поверхности.

Модификатор ржавчины СФ 1 увеличивает срок службы лакокрасочного покрытия в 1,5-2 раза.

Ингибиторный таниновый модификатор коррозии ИМР-007 (ТУ 2389-001-42450065-01)

Модификатор коррозии предназначен для подготовки металлических поверхностей, имеющих ржавчину и окалину от 100 мкм и более, под окраску отделочными ЛКМ. В отличие от остальных фосфатных модификаторов ржавчины ИМР-007 формирует на поверхности металла устойчивый к коррозии гомогенный слой из цинко-оксидно-танино-фосфатного комплекса с железом. Этот слой заменяет одну из самых неприятных операций подготовки поверхности – струйную, механическую или ручную очистку от плотной ржавчины или окалины.

2.2.2. Грунтовки – модификаторы ржавчины

Грунтовки-преобразователи ржавчины – относительно новый вид грунтовочных составов.

Грунтовочный преобразователь коррозии **ЭВА-0112** (ТУ 6-10-1234-79) – двухупаковочная система, которая состоит из 85%-й ортофосфорной кислоты и основы. Эти составляющие смешиваются непосредственно перед самым применением в соотношении: на 100 массовых частей основы 3 части ортофосфорной кислоты. После того, как грунтовка-модификатор ржавчины замешана, ее необходимо использовать в течение 24 часов (1 суток). Если температура не ниже нуля, то основу можно хранить в запакованном виде около 6 месяцев. ЭВА-0112 очень эффективен, если его использовать в сочетании с лакокрасочным покрытием на основе эпоксидной смолы. Для улучшения характеристик преобразователя ржавчины ЭВА-0112 рекомендовано в его состав дополнительно вводить бензидин, карбонат бария или 4,4-диаминдифенил в количестве около 0,05 – 0,5%.

Грунтовка-модификатор ржавчины **ЭП-0180** (ТУ 6-10-1858-82) – это двухупаковочная система. Состоит из отвердителя и основы. Эти два компонента смешиваются за 30 минут перед применением в соотношении 7,5:100. После смешивания состав годен еще восемь часов. Если после того, как ввели отвердитель, состав имеет достаточно высокую вязкость (а необходимо, чтобы он был более жидким), в него можно

вводить растворитель. В качестве растворителя берется смесь ксилола, этилцеллозольва и ацетона в соотношении 40:30:30. Далее необходимо смесь профильтровать. Для того чтобы довести преобразователь ржавчины до рабочего состояния можно использовать растворитель 646 или Р-4.

Преобразователь ржавчины можно использовать и на поверхности металла, которая прокорродировала неравномерно. Пленка, которая образуется в результате нанесения **ЭП-0180**, может использоваться и как самостоятельное защитное покрытие. Очень хорошо с данным модификатором ржавчины сочетаются перхлорвиниловые и эпоксидные лакокрасочные материалы. ХВ составы наносятся на поверхность, обработанную преобразователем ржавчины **ЭП-0180** не позднее, чем через 6 – 10 часов (после того, как нанесли модификатор) и по слою грунта еще не отвержденному, а ЭП – через 24 часа. Преобразователь ржавчины наносится на сухую поверхность с использованием кисти или пневматического распыления. После высыхания приобретает красно-коричневую окраску.

Грунтовка-модификатор ржавчины **ЭВА-01-ГИСИ** (ТУ 81-05-121-79). Это двухупаковочная система, которая состоит из 70%-го раствора ортофосфорной кислоты и основы, смешанных в соотношении 5-7:100. Основа, в свою очередь, состоит из поливинилацетатной дисперсии, с добавками поверхностно активного вещества (ПАВ) ОП-7 или ОП-10. Также в основу добавляются в небольшом количестве красная и желтая кровяные соли.

Существует много модификаций грунтовок-преобразователя ржавчины **ЭВА-01-ГИСИ**. Вот некоторые из них:

- **ЭВА-07-ГИСИ** (дополнительно содержит в своем составе 1% параформа, благодаря чему обладает повышенной влагостойкостью и устойчивостью к воздействию биологических факторов);

- **ЭВА-03-ГИСИ** (с добавками катапина и фурилового спирта, которые повышают биоцидные, ингибирующие и гидрофобизирующие свойства грунтового слоя);

- **ЭВА-016-ГИСИ** (имеет повышенные защитные свойства, содержит 0,5 – 1% бихромата аммония; данный преобразователь ржавчины более технологичен и рекомендован в сочетании с эмалями ВН-30 и КО-198);

- **ЭВА-012-ГИСИ** (содержит в составе 1% глиоксаля и обладает повышенной стойкостью к воздействию влаги).

ГРУНТОВКИ ЭП-0191 (ТУ 6-10-16-92-86) и ЭП-0199 (ТУ 6-10-2084-86)

Материалы двухупаковочные на основе эпоксидных смол применяются в качестве грунтовок под эпоксидные эмали или в качестве самостоятельного лакокрасочного покрытия по металлу.

Грунтовка **ЭП-0191** рекомендуется: для защиты изделий из металла, эксплуатирующихся в атмосферных условиях с повышенной влажностью;

для использования в системах химстойких лакокрасочных покрытий для защиты прокорродировавших поверхностей черных металлов, подвергающихся воздействию промышленной атмосферы, содержащей агрессивные пары и газы, либо кратковременному обливу кислотами и щелочами.

Допускается нанесение грунтовок по влажной поверхности (ЭП-0191), со следами ржавчины при толщине слоя продуктов коррозии до 100 мкм (ЭП-0199). Стойкость покрытия грунтовкой **ЭП-0199** к 5% -ному раствору серной кислоты при 20°C не менее 30 часов. Грунтовки обладают высокой противокоррозионной и водостойкостью, стойкостью к минеральным маслам, бензинам, моющим средствам. Обеспечивают долговечность поверхностного лакокрасочного покрытия.

Жизнеспособность при 20°C грунтовки **ЭП-0191** не менее 2 часов, **ЭП-0199** не менее 8 часов.

Время высыхания грунтовки **ЭП-0191** при (20±2)°C не более 12 часов, грунтовки **ЭП-0199** - не более 24 часов, а при 120°C - 1 час.

Расход грунтовки **ЭП-0191** на один слой- 50-100 г/м², **ЭП-0199** -120-150 г/м².

Рекомендуемое количество слоев -1, самостоятельного покрытия - 2-3.

Гарантийный срок хранения грунтовок **ЭП-0191** - 12 месяцев, **ЭП-0199**- 6 месяцев. Цвет пленки – коричневым.

Подготовительные работы: поверхность металла должна быть очищена от пластовой рыхлой ржавчины, окалины, жировых загрязнений и пыли, для чего подвергается легкой механической обработке, затем протирается ветошью, смоченной в уайт-спирите и сухой ветошью.

Перед применением необходимо убедиться, что основа грунтовки хорошо перемешана и однородна по всему объему тарного места. Для приготовления грунтовки отвердитель следует смешать с основой в соотношении, указанном в сертификате качества на каждую партию материала, и тщательно перемешивать не менее 10 минут. При необходимости грунтовку перед нанесением можно разбавить до рабочей вязкости растворителями, но не более 10% от массы грунтовки. Подготовленную грунтовку наносят на поверхность защищаемого металла кистью, валиком, пневмо- или безвоздушным распылением при температуре окружающего воздуха от 5°C до 35°C. После высыхания слоя грунтовки (24 часа при 20°C) наносятся последующие слои эмали типа ЭП или др. При нанесении грунтовки **ЭП-0199** в 2-3 слоя она может не перекрываться эмалью.

Для разбавления грунтовок и промывки инструмента можно использовать растворители: 646, ксилол, толуол, Р-4, Р-5.

Хранить грунтовки следует в помещении, исключив попадание на них прямых солнечных лучей и влаги.

Материал огнеопасен. Запрещено работать вблизи открытых источников огня. Работы следует производить при хорошей вентиляции, в резиновых перчатках, с ис-

пользованием индивидуальных средств защиты. Не допускать попадания в органы дыхания и пищеварения. При попадании материала на кожу промыть ее теплой водой с мылом.

Грунтовка ХС-0320 (ТУ 2313-185-05034239-2002)

Грунтовка **ХС-0320** предназначена для защиты металлических поверхностей с остатками окалина и плотнoderжающейся ржавчины с толщиной слоя до 100 мкм, подвергающихся воздействию промышленной атмосферы, содержащей агрессивные газы и пары, а также воздействию солей и других химических продуктов, имеющих температуру не выше 60°C.

Грунтовка может применяется в комплексном покрытии под химстойкие и атмосферостойкие эмали типа ХВ, ХС, ПФ, ГФ, НЦ или эмаль «Виниколор», а также в качестве самостоятельного покрытия.

Грунтовка содержит в своем составе преобразователь ржавчины и обладает высокой адгезией как к ржавому, так и к чистому металлу. Грунтовочное покрытие атмосферостойкое, стойкое в слабо- и среднеагрессивных средах, имеющих температуру не выше 60°C. Срок службы грунтовочного покрытия не менее 5 лет. Техническая характеристика грунтовки ХС-0320 представлена в табл.2.2.

Таблица 2.2. Техническая характеристика

Показатель	Значение
Цвет покрытия	серый, черный, зеленый и др. цвета по согласованию с потребителем.
Массовая доля нелетучих веществ, %	42-47
Условная вязкость по ВЗ-246 с диаметром сопла 4 мм, при 20°C, с, не менее	25
Время высыхания до степени 3 при 20°C, час, не более	3
Эластичность пленки при изгибе, мм, не более	2
Прочность пленки при ударе, см, не менее	50
Адгезия покрытия, баллы, не более	1
Стойкость покрытия к статическому воздействию при 20°C, час, не менее - 3% раствора NaCl - воды	24 72
Расход на один слой, г/м ²	100-130
Толщина одного слоя, мкм	25-30

Подготовка поверхности: металлические поверхности очищают от рыхлой ржавчины, грязи, пыли и обезжиривают. Грунтовку следует тщательно перемешать, при необходимости разбавить растворителем Р-4.

Схема окраски:

самостоятельное покрытие: - металл: грунтовка ХС-0320 - 3 слоя;

комплексное покрытие: - металл: грунтовка ХС-0320 - 1 слой + эмаль марок ХВ, ХС, ПФ, ГФ, НЦ, «Виниколор» - 2 слоя.

Межслойная сушка при 20°C - 3 ч. Грунтовка наносится пневматическим распылением или кистью. Температура нанесения от минус 15 до 30°C.

Грунтовка ЦИНАР (ТУ 2310-019-50316079-2006)

ЦИНАР одноупаковочный материал, цинконаполненная композиция. Грунтовка **ЦИНАР** – это грунтовка-преобразователь ржавчины и окалины, представляет собой суспензию цинкового порошка марки ПВЦ и окисных пигментов в растворе модифицированной алкидной смолы.

Грунтовка обладает высокой способностью проникать в толстые слои ржавчины и впитывать воду из этих слоев. Ее можно наносить на поверхность со следами жировых загрязнений, она быстро сохнет при естественной сушке и выдерживает перепад температур от минус 60° до плюс 150°C. Допускается ремонт покрытия совместно с эмалями типа ЭП, ХВ, ПФ и с красками Цинк АС-М, ЦХСК- 1467.

Грунт **ЦИНАР** применяют в открытой атмосфере слабоагрессивной среды. Характеристика грунта представлена в табл.2.3.

Таблица 2.3. Характеристика грунта ЦИНАР

Показатель	Значение
Цвет	красно-коричневый, серый или баклажанный
Внешний вид пленки	матовая без посторонних включений
Массовая доля нелетучих веществ	45-55%;
Условная вязкость по вискозиметру типа ВЗ-246 при температуре (20-0,5)°C	40-50 сек
Время высыхания до ст. 3 при температуре (20±2)°C	не более 30 мин
Теоретический расход при однослойном нанесении	120-180 г/м ²
Плотность	1,20-1,30 г/м ² ;
Адгезия	1-2 балла
Прочность при ударе	не менее 50 см.