**Защита металлов от коррозии**

Коррозия – это разрушение металла или сплава в результате его окисления под воздействием окружающей среды. В наибольшей степени коррозии подвергается поверхность металлической конструкции или изделия, но, при наличии трещин, сколов и других дефектов изделия коррозия может проникнуть и глубоко вовнутрь металла, ослабив тем самым прочность конструкции.

Если взять наиболее распространённый вид коррозии сплава на основе железа в воздушной среде, то его можно представить так: железо (Fe) под воздействием кислорода (O2) воздуха окисляется до FeO или Fe2O3, а под воздействием содержащейся в воздухе влаги на поверхности металла образуется ржавчина. Помимо этого идут электрохимические процессы окисления железа и превращения его в ржавчину, которая со временем поражает всё более глубокие слои металла.

Не вдаваясь в детали, способы защиты от коррозии можно разделить на пассивные и активные.

Пассивные ещё называют барьерными, т.е. изолирующими поверхность металла от взаимодействия с окружающей средой. Это покрытие поверхностей лаками, красками, эмалями и пр. Много плюсов, но главный минус – недолговечность.

Активные способы, это, главным образом нанесение на защищаемый металл слоя защитного металла. И тут опять мы сталкиваемся с электрохимическими реакциями. Если использовать для защиты более активный металл, чем защищаемый, то получим анодное покрытие. К этим покрытиям относятся хромирование и цинкование. Если использовать менее активный металл – получим катодное покрытие. Это лужение и никелирование.

Ну а способы нанесения покрытий могут быть разными: горячими, холодными и гальваническими, погружением, растиркой или напылением.

**Лужение**

Лужение – это нанесение на поверхность металла тонкого слоя олова или сплава на его основе. Сплав олова со свинцом используется для лужения деталей и проводов при пайке, поэтому здесь мы на этом останавливаться не будем.

Оловянное же покрытие применяется для защиты металлических изделий и консервной (белой) жести от коррозии.

Существуют два вида лужения: горячее и гальваническое

**Горячее лужение** – самый старинный способ нанесения олова на изделия либо методом погружения, либо натирания. Горячим способ назван потому, что изделие обрабатывается расплавленным оловом, температура плавления которого составляет 232℃.

Лужение погружением заключается в обработке изделия в ванне с хлористым цинком, выполняющим роль флюса и затем перемещением его в ванну с расплавом олова при температуре 270-300℃.

Лужение натиранием знакомо всем, кто хотя бы раз держал в руках паяльник. Сначала нужно разогретым паяльником нанести на поверхность металла слой флюса. Затем перенести на металл некоторое количество припоя и горячим паяльником разровнять его на обрабатываемой поверхности. Натиранием пользовались ещё наши отцы и деды и лужёные таким способом изделия не ржавели 30-40 лет.

При лужении изделий нужно учитывать некоторые моменты. Олово - это полиморфный металл, то есть в разных условиях может иметь различную кристаллическую решётку. В обычных условиях оно существует в виде β-модификации, называемой «белым оловом». Именно с таким оловом мы и имеем дело. Эта форма устойчива при температуре выше 13,2℃. При низких температурах начинает меняться кристаллическая решётка и олово переходит в другую форму называемую «серым оловом». Этот переход сопровождается увеличением объема, что может привести к разрушению оловянного покрытия. Такое явление называют «оловянной чумой».

Как этого избежать? Оказывается, предотвратить превращение белого олова в серое поможет небольшая (менее 5%) добавка в сплав висмута.

Другой момент – при лужении стальных поверхностей олово с железом может образовывать гальванические пары. Здесь мы опять оказываемся перед электрохимической задачей. Чем больше стандартный восстановительный потенциал, тем более сильным окислителем является данный металл. В ряду олово, железо, цинк наиболее сильным окислителем будет олово со стандартным потенциалом -0,136В, затем железо (-0,441В) и цинк (-0,761В). То есть, если вы покроете слоем олова всю поверхность железа, то это будет покрытие, которое прослужит многие десятилетия. Если же надумаете лужением залатать прохудившуюся стальную кастрюлю, то только откроете путь к электрохимической коррозии.

Для лужения крупных деталей потребуется хлористый цинк, паяльная лампа, сыпучий припой, щётка и ветошь для растирки.

В автомобильной промышленности лужение раньше использовалось для защиты от коррозии сварных швов, но с внедрением точечной позиционной сварки необходимость лужения отпала. Сейчас его используют при реставрации старых автомобилей и ремонте. Лужением восстанавливают сварные швы или исправляют небольшие повреждения кузова, если мастер предпочитает лужение шпаклёвке.

**Гальваническое лужение** применяется для лужения изделий различной формы и размера и производится в щелочном или кислом электролите. Процесс основан на электрохимической реакции, в результате которой ионы олова из электролита переносятся на поверхность изделия. Таким способом обеспечивается очень надёжное сцепление слоя олова с изделием, равномерная толщина защитного слоя и его низкая пористость, что, в свою очередь, обеспечивает хорошие эксплуатационные характеристики покрытия.

**Цинкование**

Самым распространённым способом защиты металлов от коррозии является цинкование, дающее наиболее длительную – 25-30 лет защиту. На воздухе цинк покрывается тонкой оксидной или карбонатной плёнкой, которая надёжно защищает железо от взаимодействия с окружающей средой. Причём как по барьерному, так и по электрохимическому (протекторному) принципу.

Оцинкованный стальной лист в настоящее время является основным материалом для изготовления кузовных деталей автомобиля. Причём доли применения горячеоцинкованного и электролитически оцинкованного листа сопоставимы.

**Электролитическое (гальваническое) цинкование** — очень распространённый способ создания антикоррозионных цинковых покрытий. Он значительно дешевле и проще горячего цинкования, но имеет некоторые ограничения по применению, поскольку не позволяет создавать защитный слой толще 40 микрон. Основой этой технологии является электрохимический процесс осаждения цинка из электролитического раствора на деталь, подключенную к отрицательному полюсу источника питания.

Основная номенклатура цинковой гальваники — это разнообразные крепёжные элементы, инструмент, кронштейны, опоры, подвески, внешние детали машин и оборудования, а также холоднокатаный тонколистовой прокат. Для повышения антикоррозионных свойств оцинкованного крепежа, инструментов и мелких деталей простой формы их часто подвергают дополнительной обработке – пассивированию в растворах хромовой кислоты или его солей. Этот процесс называется хроматированием, и наибольшее применение получили два его типа: бесцветное и радужное (жёлтое). После пассивации на поверхности изделия образуется очень тонкая твёрдая плёнка, значительно тормозящая процесс коррозии.

Электролитически оцинкованный стальной лист используют для изготовления наружных кузовных деталей автомобилей, поскольку он обладает наибольшей адгезией с лакокрасочным покрытием.

**Горячее цинкование** является самым традиционным способом нанесения цинковых покрытий. Горячее цинкование — покрытие стали слоем цинка для защиты от коррозии путём погружения стального листа или изделия в ванну с расплавленным цинком при температуре около 460°C. Под воздействием кислорода воздуха цинк, вступая во взаимодействие с кислородом воздуха, образует оксид ZnO, который, в свою очередь, реагирует с диоксидом углерода CO2 с образованием карбоната цинка ZnCO3, препятствующего коррозии. И, кроме того, обладая более низким, по сравнению с железом восстановительным потенциалом он во взаимодействии с окружающей средой принимает окислительный удар на себя. Другими словами, пока не израсходуется весь цинк коррозия не подступит к железу. Отсюда вывод: чем толще покрытие, тем долговечнее изделие.

Горячее цинкование считается одним из самых надёжных методов защиты железа и стали от коррозии.

Толщина оцинкованного слоя составляет от 30 до 100 мкм, обычно — 45-65 мкм. Горячее цинкование позволяет защитить от атмосферной коррозии на срок от 50 до 100 лет. Горячему цинкованию подвергают как уже готовые металлоконструкции, так и листовой прокат. Горячеоцинкованный стальной лист идёт на изготовление внутренних деталей кузовов автомобилей.

Применительно к автомобилестроению следует особо остановиться на оцинковании кузовов автомобилей. Конечно, самым надёжным, так и самым дорогостоящим способом защиты от коррозии является полное оцинкование кузова. Это делает и VAG и BMV и Volvo и другие автопроизводители. Не для всех моделей, а, преимущественно, для дорогих. Погружают кузова в расплавленный цинк или электролит и всё готово. Более дешёвые машины, кузова которых изготавливают из уже оцинкованного металла, требуют дополнительно антикоррозионной обработки сварных швов и внутренних полостей. И тут в ход может пойти холодное цинкование цинконаполненными материалами (ЦНК) или напыление.

**Анодирование**

Анодирование – это электрохимический процесс создания защитной оксидной плёнки. Эту технологию используют не только для обработки стали, но и многих цветных металлов. По сути, это то же самое покрытие гальваническим способом, только здесь защитная плёнка образуется не за счёт Zn или Cr, а за счёт самого обрабатываемого металла.

Анодированию подвергают изделия из различных металлов, в частности из Al, Mg, Ti, но на первом месте стоит алюминий и сплавы на его основе.

Алюминиевое изделие и свинцовый катод помещают в ванну с водным раствором серной кислоты и подают электрический ток, напряжением от 50 до 100В. На алюминии (аноде) образуется оксидная плёнка, которой можно придать любой цвет.

Анодирование широко применяют для обработки литых изделий из легких сплавов на основе алюминия, чаще бинарных, т.е. состоящих из двух компонентов – Al-Mg, Al-Cu, но подходят и трёхкомпонентные – Al-Mg-Si и Al-Zn-Mg.

Алюминий, хотя и переменным успехом, но продолжает заявлять свои права на применение при изготовлении кузовов автомобилей. Целиком из алюминия изготавливаются кузова Audi A8, довольно много автомобилей оснащаются алюминиевыми внешними панелями. Алюминий хорошо противостоит атмосферной коррозии, но плохо окрашивается. Эту проблему так же решает анодирование, которое не только увеличивает адгезию к лакокрасочному покрытию, но и повышает антикоррозионные свойства.

**Напыление металлов**

Напыление металлов - одно из самых современных и перспективных направлений развития технологий обработки поверхности металлов с целью изменения его поверхностных свойств и повышения эксплуатационного ресурса, в том числе и за счёт повышения антикоррозионных свойств. Кроме того, напыление металлов позволяет решать и ранее трудноразрешимую задачу – восстановление изношенных поверхностей вращения, ремонт легкосплавных деталей машин и механизмов (устранение трещин, сколов, восстановления геометрических параметров и пр.).

В процессе напыления поток мелкодисперсных расплавленных или нагретых до кипения частиц направляют на поверхность металла. При взаимодействии с поверхностью распыляемые элементы осаждаются на поверхности заготовки, обеспечивая надёжный неразрушаемый контакт.

В общем виде существует два основных вида напыления: газодинамическое и вакуумное. При вакуумном напылении перенос напыляемых частиц осуществляется при разрежении 10-2 Па, что способствует более плотному прилеганию напыляемого слоя и производится в магнетронных, катодных или ионно-плазменных установках. В этих установках на обрабатываемую поверхность подаётся поток расплавленных мелкодисперсных частиц, поскольку считалось, что для создания устойчивого, малопористого и однородного слоя это условие является обязательным.

Однако, как впоследствии выяснилось, это условие оказалось совсем не обязательным. Если даже не нагревать напыляемые частицы до температуры плавления, а направить поток на обрабатываемую поверхность со сверхзвуковой скоростью 600-700 м/с (скорость звука составляет 331 м/с), то показатели полученного покрытия на отрыв, микротвёрдость, пористость и однородность, ничем не уступали покрытиям, полученным при высокотемпературном напылении.

Вот после этого и начало стремительно развиваться холодное газодинамической напыление, которое стало не только способом защиты металлических изделий от коррозии, но ещё в большей степени – способом восстановления и ремонта деталей (чаще всего из лёгких сплавов, но и не только) машин (в частности, ДВС). Напыление из алюминия и цинка позволяет приостановить коррозию в местах появления ржавчины и защитить от коррозии такие уязвимые элементы, как сварные швы.

Технология холодного газодинамического напыления включает в себя нагрев сжатого воздуха до 400-600 ℃, подачу его в сверхзвуковое сопло, ввод в этот поток порошкового материала крупностью 0,01-50 мкм и напыление его на поверхность изделия. Оборудование для холодного газодинамического напыления может быть и стационарным, и переносным, составы порошков самыми различными, чаще всего содержащими алюминий, цинк и керамические добавки.

У нас хорошо зарекомендовали себя компактные установки холодного газодинамического напыления ДИМЕТ (Россия), REIMAIR (Украина), которые вполне подойдут для использования в любой авторемонтной мастерской.