



Раздел I. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Тема 1.8. Коррозия металлов и меры борьбы с ней.

Занятие №2.

Учебные вопросы:

5. Методы защиты металлов от коррозии:

- легирование, фосфатирование;
- металлические покрытия;
- защита оксидными пленками;
- защита ЛКМ, ингибиторы и электрохимическая защита

5. Методы защиты металлов от коррозии

Защита сталей от коррозии

Для защиты сталей от коррозии применяют различные методы покрытия: металлические покрытия, азотирование, воронение, лакокрасочные покрытия и др.

Металлические покрытия широко применяются в авиастроении. Различают анодные и катодные покрытия.

При **анодном покрытии** защитный металл имеет более отрицательный электродный потенциал по сравнению с основным материалом, т. е. является анодом по отношению к нему. Анодными покрытиями для стали могут быть цинк и кадмий. В случае разрушения покрытия и попадания туда влаги образуется гальваническая пара. Разрушаться будет не основной металл, а покрытие. Скорость разрушения будет незначительной, так как поверхность разрушения всегда меньше площади покрытия, т. е. анода.

При **катодном покрытии** металл имеет более положительный электродный потенциал по сравнению с покрываемым металлом. Обычно это покрытие хромом, оловом, никелем, медью. При катодном покрытии будет разрушаться основной металл в местах нарушения покрытия. Катодное покрытие применяется как защита от химической коррозии, а также от механического истирания. Катодные покрытия применяются также как декоративное покрытие. Для защиты стальных деталей авиационной техники от коррозии наиболее широко применяются анодные покрытия.

Кадмиевое покрытие химически более стойкое, хорошо сопротивляется действию морской воды.

Цинковые покрытия обладают невысокой твердостью и непригодны для деталей, работающих в условиях трения. Цинк и кадмий наносятся на стальные детали гальваническим методом в электролитических ваннах.

Цинк на железо и сталь можно наносить методом цинкования (погружение в горячий расплав), напылением и диффузионным методом.

Каждый метод нанесения имеет свои преимущества и недостатки. Горячее цинкование применяется для получения толстых покрытий, которые полностью покрывают изделия. Размер изделия, которое подвергается обработке, может ограничиваться размером ванны, в которой производят цинкование.

Преимущества процесса распыления цинка состоит в том, что оборудование для нанесения покрытия компактно, переносного типа и может быть использовано в любом месте на больших и малых конструкциях. Толщину покрытия можно регулировать по желанию и гарантировать достаточную степень защиты сварных швов, кромок и заклепок на обрабатываемом изделии. К недостаткам этого метода относится невозможность покрыть внутренние поверхности.



Защиту от коррозии можно также осуществлять за счет видоизменения химического состава поверхностного слоя при диффузии в него подходящих металлов или элементов, которые в сочетании с основным металлом или сплавом будут обеспечивать необходимое сопротивление воздействию коррозионной среды. Такие поверхностные слои называются **диффузионными покрытиями**.

Фосфатирование — искусственное создание на поверхности детали тонкой защитной пленки, состоящей из смеси труднорастворимых фосфатов железа и марганца.

После предварительной очистки деталей обдувкой песком или травлением в слабых кислотах их погружают в ванну, содержащую около 3% кислого фосфорнокислого марганца. Обработку ведут при температуре 95—98°C. Фосфатная пленка обладает невысокой прочностью, поэтому авиационные детали часто промасливают для улучшения их стойкости к коррозии. Фосфатная пленка является прекрасным грунтом для нанесения лакокрасочных покрытий. Фосфатные покрытия хорошо сопротивляются действию атмосферы, пресной и морской воды.

Защита от коррозии алюминиевых сплавов

Алюминий обладает высокой стойкостью к большинству атмосфер и к самым разнообразным химическим реагентам. Эту стойкость обеспечивает защитная окисная пленка (Al_2O_3), образующаяся на поверхности металла, в результате чего в большинстве сред скорость коррозии алюминия быстро падает со временем. На свежей поверхности металла толщина этой пленки в считанные секунды достигает примерно 10 мкм, а на дальнейший рост существенное влияние оказывают окружающие условия — он ускоряется при повышении температуры и влажности. Многие способы защиты алюминиевых сплавов от коррозии основаны на искусственном утолщении окисной пленки и улучшении ее свойств. Пленка имеет пористое строение и неравномерна по толщине, легко растворяется в щелочи, поэтому алюминиевые сплавы в щелочных средах легко разрушаются.

Некоторые кислоты, например концентрированная азотная, способствуют образованию стойкой пленки. Из алюминия можно изготавливать детали, соприкасающиеся с некоторыми кислотами.

При нарушении окисной пленки анодами служат участки чистого алюминия или твердого раствора на алюминиевой основе. Катодами являются участки сплава, покрытые тонкой окисной пленкой, или металлические соединения $CuAl_2$ и др. Сопротивляемость коррозии алюминия зависит от его чистоты — чем он чище, тем выше сопротивляемость, поэтому для плакирования применяется чистый металл.

Примеси оказывают влияние на стойкость алюминия к коррозии.

Медь образует с алюминием соединение $CuAl_2$ или твердый раствор меди в алюминии. Она изменяет потенциал алюминия в положительную сторону. Включения $CuAl_2$ являются сильными катодами по отношению к зернам твердого раствора алюминий—медь и вызывают разрушение последних в коррозионных средах. Поэтому отожженные и литые медноалюминиевые сплавы обладают низкой коррозионной стойкостью.

Чистый алюминий, являясь анодом по отношению к твердому раствору, защищает последний от коррозии. Поэтому для плакирования применяют чистый алюминий.

Железо в алюминиевых сплавах присутствует в форме хрупких включений металлического соединения $FeAl_3$, почти нерастворимого в алюминии. Это соединение, находясь на поверхности детали, легко выкрашивается. В образующуюся раковину попадает пыль и влага, которые вызывают коррозию.

Включения $FeAl_3$ являются катодами по отношению к зернам твердого раствора и способствуют их электрохимическому разрушению. С точки зрения коррозии железо является вредным элементом в алюминиевых сплавах.

Кремний в небольших количествах несколько ухудшает коррозионную стойкость. В больших количествах кремний повышает коррозионную стойкость, так как образует окисную пленку SiO_2 .



Магний повышает коррозионную стойкость алюминиевого сплава. Соединение Mg_2Al_2 обладает анодными функциями. Образуя твердый раствор, магний изменяет потенциал алюминия в отрицательную сторону. В медноалюминиевых сплавах магний устраняет межкристаллитную коррозию. Наилучший эффект получается при содержании магния до 0,5%. При большем содержании магния коррозионная стойкость ухудшается.

Марганец защищает алюминиевый сплав от межкристаллитной коррозии. Кроме того, он создает на поверхности сплава окисную пленку, защищающую его от коррозии. В большом количестве марганец вреден, так как образует металлические соединения, являющиеся катодами и вызывающие разрушение основных составляющих сплава.

Существует несколько способов защиты алюминиевых сплавов от коррозии:

- искусственное утолщение защитной окисной пленки (анодирование);
- металлические покрытия;
- защита протекторами;
- лакокрасочные покрытия, защитные смазки.

Анодирование — создание на поверхности алюминиевой детали, стойкой защитной пленки путем электролиза. Анодирование производится в специальных ваннах. Детали обезжиривают и подвешивают на анод, а на катод — свинцовые пластины. В качестве электролита применяется 20%-ный раствор серной кислоты в воде. Этот метод получил широкое распространение в авиастроении.

Для повышения защитных свойств пленки анодированные детали дополнительно обрабатывают 10%-ным раствором хромпика ($K_2Cr_2O_7$) при температуре 90—95°C в течение 20—25 мин.

Искусственную пленку можно получить также химическим оксидированием. Образование пленки происходит в результате химического взаимодействия алюминиевого сплава и щелочных растворов, содержащих окислители (хромовокислые соли). Эта пленка состоит из гидратов окисей алюминия и хрома. Химическому оксидированию подвергают только детали из плакированного дуралюмина или из алюминиевых сплавов, не содержащих меди.

Для улучшения защитных свойств полученной пленки детали погружают на несколько секунд в 2%-ный раствор хромового ангидрида (CrO_3).

Химически оксидированная поверхность является хорошим основанием для последующего нанесения лакокрасочных покрытий.

Металлические покрытия дуралюмина состоят в получении на его поверхности тонкого слоя чистого алюминия. Коррозионная стойкость плакированного дуралюмина во много раз больше по сравнению с неплакированным, так как электрохимический потенциал чистого алюминия является более отрицательным по сравнению с дуралюмином. В случае разрушения плакированного слоя коррозия не распространится вглубь материала, а с незначительной скоростью будет распространяться по поверхности алюминия.

Защита протекторами основана на том принципе, что при контакте двух разнородных металлов в среде электролита разрушаться будет тот, который обладает более отрицательным потенциалом (анод). Протектор и служит тем анодом, который препятствует разрушению основного материала, разрушаясь сам. Обычно это небольшие пластинки, присоединяемые к защищаемой детали заклепками или болтами. Для надежной защиты от коррозии необходимо контакт протектора и детали, а также соприкосновение протектора с электролитом. Металлом протектора обычно служит цинк.

Применение ингибиторов. Для уменьшения скорости коррозии в среду вводят специальные вещества, называемые ингибиторами. Ингибиторы вводят в охлаждающие жидкости, травильные кислоты, антикоррозионные смазки. Различают анодные и катодные ингибиторы.



Анодные ингибиторы образуют нерастворимые соединения на анодных участках, уменьшают общую поверхность последних. В качестве ингибиторов используют хромпик ($K_2Cr_2O_7$), 5—10 %-ный раствор нитрита натрия $NaNO_2$.

Катодные ингибиторы тормозят катодный процесс. В качестве катодных ингибиторов используют различные травильные присадки (КС «уникол» и др.). Катодные ингибиторы добавляют в кислоты для снятия окислы без разрушения металла при травлении. Их можно вводить в любом количестве. Ингибиторы вводят в активные защитные смазки, которые создают на поверхности тонкий адсорбционный защитный слой.

Для хранения деталей на складах или при транспортировке их поверхности покрывают антикоррозионными смазками. Обычно это минеральные масла, к которым добавляют загустители: парафин или церезин. Для лучшей прилипаемости масел к металлическим поверхностям в них вводят специальные сорта мыла, например стеарат алюминия. Для консервации и хранения авиадвигателей применяют загущенные авиационные масла, технический вазелин и некоторые антикоррозионные смазки. Смазка наносится на тщательно очищенную от окислы, жира, грязи и пыли поверхность.