

УДК 621.793.3

ФОСФАТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

Л.А. Фейлер, студент гр. ХМб-171,
Е.Ю. Старикова, к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет имени
Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В результате воздействия раствора фосфорной кислоты и её кислых солей на поверхности металла образуются тонкие, достаточно прочные, пористые плёнки малорастворимых фосфатов металлов. Метод получения таких покрытий назван фосфатированием [1].

Фосфатированию подвергаются: чугун, низколегированные и углеродистые стали, кадмий, цинк, медь и её сплавы, алюминий. Фосфатированию плохо поддаются высоколегированные стали. Пленка фосфатов не только предотвращает коррозию металла, но и является отличным грунтом под лакокрасочные покрытия. Она не только повышает адгезию краски к металлу, но и существенно замедляет подпленочную коррозию при повреждении краски, поэтому часто используется в автомобильной промышленности [2].

Фосфатирование является одним из самых простых, экономичных и надёжных способов массовой защиты от коррозии для деталей из чёрных металлов, главным образом для углеродистых и низколегированных марок стали и чугуна. Высоколегированные стали особенно хромовольфрамовые, хромованадиевые и стали, легированные медью, фосфатируются с трудом и образуют плёнку низкого качества. Нержавеющие стали совсем не поддаются фосфатированию [3].

Возникновение такой пленки всегда связано с реакцией травильной коррозии металла. Техническое и экономическое значение имеют такие методы фосфатирования с использованием водных растворов, которые могут быть осуществлены путем орошения изделий или их погружения в соответствующие растворы [2].

В зависимости от механизма формирования фосфатных покрытий различают так называемые «некроющее фосфатирование» и «фосфатирование с образованием плёнки». Строго говоря, такая классификация не является однозначно корректной, поскольку плёночные покрытия образуются в обоих случаях. Однако, по сравнению с покрытиями, полученными по второму механизму, пленки «некроющего фосфатирования», как правило, значительно тоньше. Результат и качество фосфатирования зависят от большого числа влияющих факторов — например, первичного материала, очистки, процесса ополаскивания, а также используемого контрольного оборудования [1].

Первые обобщения исследований фосфатирования металлов выполнены Ю.Р. Эвансом [8]. Г.В. Акимовым были заложены основы метода ускоренного фосфатирования чёрных металлов. В пропитке (наполнении пор) фосфатных

покрытий автор впервые предложил использовать растворы хромовокислых солей.

Толщина фосфатной плёнки колеблется от 7-8 до 40-50 мкм и зависит от вида химической обработки, способа подготовки поверхности к покрытию, а так же от состава раствора и режима фосфатирования [7].

Прочность сцепления фосфатной плёнки со сталью весьма высока. Однако при перегибании фосфатированного листа железа на 180° фосфатная плёнка даёт трещины и осыпается в точках изгиба, но не отслаивается и не допускает дальнейшего проникновения коррозии под плёнку [7].

Пластинчатые кристаллы фосфатов создают высокоразвитую микропористую структуру фосфатной плёнки. Поэтому фосфатная плёнка хорошо впитывает в себя и прочно удерживает различные лаки, краски и смазки. Плёнка обладает высокими электроизоляционными свойствами. Её пробивное напряжение достигает 1000 В и может быть ещё более повышено путём её пропитывания специальными изоляционными лаками. Жаростойкость и электроизоляционные свойства её сохраняются до 825-875 К [7].

Фосфатные плёнки имеют высокоразвитую шероховатую поверхность и являются хорошим грунтом для лакокрасочных покрытий. Главным недостатком фосфатной плёнке является низкая прочность и малая гибкость [4.]

Цвет фосфатного покрытия колеблется от светло-серого до темно-серого (почти черного). Светло-серые фосфатные пленки образуются на цветных металлах и малоуглеродистых сталях, предварительно подвергшихся пескоструйной обработке, в растворах повышенной кислотности [5].

Виды фосфатирования.

Химическое фосфатирование. Данная процедура применяется по отношению к тем металлам, которые обладают непрочной структурой. Среди них выделяются: алюминий, низколегированная сталь и магний, цинк. К одному из подтипов химического фосфатирования относится аморфное фосфатирование. Для поведения данного процесса используются фосфаты железа [3].

Ускоренное фосфатирование ведут в растворах, содержащих нитраты. Введение в раствор с мажефом 50...70 г/л нитрата цинка и повышение кислотности позволяет сократить время процесса до 10...20 мин. В таком растворе допускается наносить покрытия на ответственные детали, например на пружины из проволоки диаметром 0,5 мм [1].

Черное фосфатирование. Данный процесс обработки металлических изделий относится к разряду декоративных. Он предполагает образование на их поверхности пленки черного цвета. Она является достаточно плотной и придает любому изделию дополнительную прочность.

Цинковое фосфатирование применяют для фосфатирования цинка, сплавов на его основе. Разработаны и оптимизированы два раствора: цинкосодержащий и бесцинковый [9].

Холодное фосфатирование более экономично, так как раствор сохраняется длительное время, не требует дополнительных затрат на обеспечение техники безопасности (усиление местной вентиляции, укрытие ванн и т.д.). Метод

используется при нанесении покрытий струйным напылением, а так же при устранении дефектов и восстановлении покрытий в условиях ремонта и эксплуатации [1].

Фосфатирование в нагретых растворах. Наиболее часто используется в промышленности. Например, в раствор с содержанием 20...40 г/л препарата мажеф, без перемешивания при 92...98 °С в течение 1ч получают покрытия, содержащее соли железа и марганца [1].

Нормальное фосфатирование. Длительность процесса нормального фосфатирования: время выделения водорода + выдержка около 5 – 10 минут [6].

Электрохимическое фосфатирование с применением переменного или реже постоянного тока. При фосфатировании с переменным током в качестве электролита используются растворы мажефа, а также растворы, применяемые при ускоренном фосфатировании. Напряжение, подаваемое на шины ванны 15 - 20 В. Electroдами служат обрабатываемые детали. Электрохимическое фосфатирование с использованием постоянного или переменного тока применяют для получения грунта под окраску. Электрохимическое фосфатирование может производиться с применением переменного или постоянного тока. Пленки, полученные под действием тока, используются как грунт под окраску [5].

В лаборатории “Защита от коррозии” кафедры ЭПХиНТ студентами ИХНТ выполняется лабораторная работа “Фосфатирование стали”. Методическим указанием к лабораторной работе предусмотрено освоение технологии нормального и ускоренного метода фосфатирования и исследование влияния дополнительной обработки полученных покрытий в горячем растворе бихромата калия [10]. Нормальное фосфатирование проводится в горячем растворе мажеф, а ускоренное – в горячем растворе мажеф + CuO.

Известно большое количество разных методов оценки защитной способности фосфатных пленок, но наибольшее признание получил экспресс-метод, разработанный Г.В. Акимовым, не потерявшим свою актуальность по сей день. Метод “капельной пробы”, которым мы пользовались, заключается в нанесении капли реагента ($\text{CuSO}_4 + \text{NaCl} + \text{HCl}$) на поверхность покрытия и определении времени изменения цвета капли.

Мы изучили технологию холодного фосфатирования в растворе, содержащем фосфорную кислоту, окись цинка и нитрит натрия. Как показал наш эксперимент, покрытия, полученные холодным фосфатированием при температуре 30-40 °С, по качеству соответствуют нормальному фосфатированию в растворе мажеф.

Кроме того экспериментально исследовали ускоренное фосфатирование в растворе, содержащем фосфорную кислоту, окись цинка и нитрит натрия при температуре 80-85 °С. Качество полученного этим методом покрытия практически соответствует качеству покрытия в горячем растворе мажеф + CuO.

В дальнейшем для учебного процесса будут использоваться разные методы и нормального, и ускоренного методов фосфатирования.

Список литературы:

1. Герасимов, А.А. Фосфатирование и оксидирование сталей, цинковых покрытий и сплавов. Коррозия: материалы, защита №11/2008, 42-44 с.
2. Каданер, Л.И. Справочник по гальваностегии. М.: Техника, 1976. – 202 с.
3. Акимов, Г.В. Основные учения о коррозии и защите металлов. – М.: Metallurgizdat, 1946. – 464 с.
4. Ямпольский, А.М. Краткий справочник гальванотехника / А.М.Ямпольский, В.А. Ильин. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.
5. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 225 с.
6. Эванс, Ю.Р. Коррозия, пассивность и защита металлов. – М.: Metallurgizdat, 1941. – 69 с.
7. Ибрагим, Г.И. Формирование фосфатных покрытий на цинке с оптимизацией составов и режимов для повышения защитных свойств: Автореф. дис. канд. хим. наук. – М.: МИСиС, 1984. – 22с.
8. Емелин, М.И. Защита машин от коррозии в условиях эксплуатации / М.И. Емелин, А.А. Герасимов – М.: Машиностроение, 1980. – 220с.
9. Гальванические покрытия в машиностроении: Справочник. В 2т./ Под ред. М. А. Шлугера. – М.: Машиностроение, 1985. Т. 2. – 52 с.
10. Фосфатирование стали. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине “Защита металлов от коррозии” для студентов направления 18.03.02 / Кемерово, Издательство КузГТУ, 2015. – 8 с.