

УДК 620.193

НИКЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЩЕЛОЧНЫМ И КИСЛОТНЫМ СПОСОБАМИ

Филипкина А.Е., Леонтьук Е.В. студенты I курса гр. ТХТ-201,

Суровая В.Э., к.х.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Наиболее значимыми конструкционными материалами являются металлы и сплавы. Везде, где происходит эксплуатация металлических конструкций есть среды, которые, реагируют и разрушают металлы: ржавчина на поверхности металлических конструкций в атмосфере; разложение наружной металлической обшивки судов в морской и речной воде; окисление металлических агрегатов растворами кислот, солей и щелочей на химических и других заводах; разрушение стальных трубопроводов в том числе и магистральных; окисление металлических материалов, изделий при их термообработки и т.п. Многие металлы в условиях их эксплуатации окисляются и покрываются защитной оксидной пленкой, в том числе и наноразмерной становятся более устойчивыми к влиянию агрессивной среды [1–3].

К серьезным последствиям приводит коррозия металлических материалов, ввиду потерь функциональных свойств металлоконструкций. Сегодня общий металлофонд Земли, включающий металлоконструкции, машины, оборудование и т.д., варьируется около 6,5 млрд т, что примерно 30% от всего объема произведенного металла. Во всем мире выплавляли стали по итогам 2018 г. примерно 1,8 млрд т, за I полугодие 2019 г. выплавляли 925 млн т (в том числе в Китае ~ 492 млн т, в США – около 44 млн т, в России – около 36 млн т). Наблюдается ежегодное возрастание производства стали примерно на 4,9% [4].

Цель работы: изучить процесс никелирования металлических поверхностей щелочным и кислотным способами.

В задачи работы входило:

1. изучить процесс коррозии и методы защиты металлов от коррозии;
2. рассмотреть кислотный и щелочной способ никелирования металлических поверхностей;
3. подготовить образцы для исследования;
4. обработать полученные результаты.

По механизму различают два основных типа коррозии: химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия происходит в результате взаимодействия металла с окисленными газами (кислородом, галогенами, сероводородом, диоксидом

серы и др.) при повышенной температуре или жидкими не электролитами (бензином, маслом и т. д.) [5].

Электрохимическая коррозия возникает при контакте металла с растворами электролитов (во влажном воздухе, в почве, в любых водных растворах электролитов). В основе теории электрохимической коррозии лежит понятие о коррозионных микрогальванических элементах, действующих на поверхности металла при его контакте с электролитом. Чистые металлические поверхности практически всех металлов, соприкасающиеся с атмосферой, содержащей кислород, немедленно покрываются пленками своих оксидов. Металлы, в ряду напряжений до водорода, вытесняют его из кислот [6].

На поверхности металлов в редких случаях самопроизвольно появляются защитные оксидные или гидроксидные пленки, тормозящие реакцию. Такой процесс глубокого торможения окисления металлических конструкций называется *пассивностью*, а состояние металла при этом – пассивным состоянием.

Фосфатные пленки, покрытые лаком, позволяют повысить коррозионную стойкость железа в $5 \cdot 10^3$ раз. Перспективными в практике противокоррозионной защиты являются методы, основанные на создании на поверхности металла пассивных пленок непосредственно из самой среды, минуя дополнительные стадии нанесения. С этой целью, например, можно дозировать в среду соответствующие вещества ингибиторы [7].

Использование ингибиторов пленкообразователей имеет ряд преимуществ перед другими способами противокоррозионной защиты: нет необходимости в использовании сложного и дорогостоящего оборудования; отсутствуют затраты энергии на осуществление защиты; отпадает надобность в дополнительных специальных стадиях защитной обработки, пленка формируется на всей поверхности металла; необходимые для защиты металла концентрации пленкообразователей невелики.

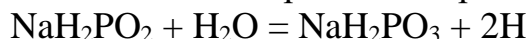
Методы нанесения защитных слоев можно разделить на термические, химические и электрохимические.

Термические методы применяются редко, т.к. окисление металлов при высокой температуре вызывает коробление деталей.

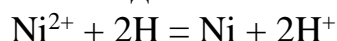
Химические методы нанесения покрытий осуществляют при более низких температурах и без наложения электрического тока. Электрохимические методы используют окислительно-восстановительные процессы на электродах электролизера.

Широкое распространение получил процесс химического никелирования, позволяющий получить на деталях сложной конфигурации равномерные осадки, отличающиеся высокими декоративными качествами, малой пористостью и вместе с тем большой твердостью и износостойкостью. Процесс химического никелирования основан на восстановлении ионов никеля гипофосфитом в водных растворах. Реакция восстановления никеля имеет ступенчатый характер. Первой стадией процесса является разложение

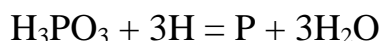
гипофосфита водой с выделением атомарного водорода [8]:



Водород, адсорбируясь на поверхности деталей, вступает в реакцию с ионами никеля, в результате чего выделяется металлический никель:



Одновременно атомарный водород восстанавливает фосфор, который включается в состав покрытия:



Для стабилизации скорости процесса никелирования в растворы добавляют соединения с буферными свойствами, поддерживающие значения рН в определенных пределах (молочная кислота, уксуснокислый, лимоннокислый, гликолевокислый натрий и др.). Для предупреждения выпадения в осадок фосфита никеля и повышения устойчивости растворов в них вводят комплексообразователи: в щелочной раствор – аммиак и лимоннокислый натрий, в кислый – аминокислоту (глицин).

В качестве образцов для исследования использовали стальные пластины, которые предварительно зачищали наждачной бумагой, обезжиривали этанолом, промывали в дистиллированной воде и протравили в течение 30 с в 15 %-ном растворе HCl, промывали в проточной воде, споласкивали в дистиллированной воде и сушили фильтровальной бумагой.

Замеряли штангенциркулем или линейкой площадь образца и взвешивали на аналитических весах до исследования.

Нанесения никеля на металлическую поверхность возможно двумя способами: щелочным и кислотным.

Щелочной способ нанесения никеля на металлическую поверхность.

Непосредственно перед никелированием к 200 мл раствора никеля приливали раствор аммиака до появления устойчивого синего цвета. рН раствора поддерживали периодическим добавлением раствора аммиака.

Подогревали полученный раствор до 85–88 °С. Образец поместили в нагретый щелочной раствор на 30 мин. После нанесения покрытия образцы промыли водой, опустили в стакан с спиртом и просуши.

Установили, что масса образцов после никелирования немного больше массы образцов до никелирования.

Кислотный способ нанесения никеля на металлическую поверхность.

Предварительно приготовили раствор для никелирования. Для этого в колбу добавили взвешенного 5 г NaH_2PO_2 , 10 г $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и 10 г яблочной кислоты и дистиллированной водой довели до метки, перемешали.

Приготовленный раствор нагрели до 86 градусов и поместили, предварительно очищенный и взвешенный, образец на 30 мин.

После нанесения покрытия образца промыли водой, опустили в стакан со спиртом.

В ходе исследований установили, что прирост массы образцов составил 0,002 г за счет образования никелевой пленки щелочным способом, и 0,005 кислотным способом.

Обработка результатов.

Толщину покрытия (l) определяли по формуле в микронах:

$$l = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{S \cdot \rho},$$

где m_1 и m_2 – масса образца до и после никелирования; S – поверхность образца, см^2 ; ρ – плотность металла покрытия ($\rho_{\text{Ni}} = 8 \text{ г / см}^3$).

В результате расчетов, выявили, что толщина никелевого покрытия составила 0,125 и 0,290 микрон щелочным и кислотным способом соответственно.

Установлен, прирост массы образцов в 0,002 г за счет образования никелевой пленки щелочным способом, и 0,005 кислотным способом.

Список литературы:

1. Кофанова Н.К. Коррозия и защита металлов. Учебное пособие. – Алчевск, 2003. – 181 с.
2. Суровой Э.П. Бин С.В., Суровая В.Э., Бугерко Л.Н. Кинетические закономерности термических превращений в наноразмерных пленках никеля // Журнал физической химии. 2014. Т. 88. № 12. С. 1970 – 1976.
3. Суровой Э.П. Бин С.В., Суровая В.Э., Бугерко Л.Н. Кинетика фотостимулированных превращений в наноразмерных пленках висмута // Журнал физической химии. 2013. Т. 87. № 9. С. 1565-1571.
4. Пустов Ю.А. Коррозия и защита металлов. – М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2020. – 216 с.
5. Ярославцева О.В., Останина Т.Н., Рудой В.М. Мурашова И.Б. Коррозия и защита металлов – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. – 90 с.
6. Рахимова, Д. Ф. Metalorrosion. Electroplating (Защита от металлов от коррозии. Гальванотехника): учебно-метод. пособие / Д. Ф. Рахимова, О. И. Лефтерова, Я. В. Ившин – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. – 152 с.
7. Москвичев, Ю. А. Теоретические основы химической технологии / Ю. А. Москвичев, А. К. Григоричев, О. С. Павлов. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 272 с.
8. Ракоч, А. Г. Современные жаростойкие материалы и системы металл – покрытие: высокотемпературное окисление сплавов на основе γTiAl и их микродуговое окислирование: курс лекций / А. Г. Ракоч, А. А. Гладкова, Ю. А. Пустов, И. В. Бардин. – Москва: Издательство «МИСиС», 2015. – 48 с.