

И.А. Черник, асп.;
А.А. Черник, доц., канд. хим. наук;
И.И. Курило, доц., канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ НИКЕЛЬ-ЖЕЛЕЗО

Никель и сплавы на его основе получили широкое распространение для защиты от коррозии деталей машин, работающих в загрязненной атмосфере, для получения функциональных покрытий, а также для конструктивных целей благодаря специфическим свойствам.

Вопросам интенсификации процессов получения никелевых покрытий и сплавов уделяется повышенное внимание со стороны разработчиков и потребителей процессов никелирования, в частности, в автомобильной промышленности, машино- и приборостроении. Первостепенными являются вопросы повышения прочности, износостойкости и долговечности покрытий. Вместе с этим важное значение имеет экономическая целесообразность, простота и эффективность применяемой технологии.

Одним из способов придания новых свойств никелевым покрытиям является их легирование различными металлами. При этом в зависимости от применяемых легирующих компонентов значительно варьируются свойства покрытий.

Применение железа в качестве легирующей добавки при получении никелевых покрытий электрохимическим методом является перспективным направлением. Наряду с повышением прочности покрытий, такое легирование позволяет также уменьшить конечную стоимость покрытия.

Для защиты деталей от коррозии возможна замена никелевых покрытий на железо-никелевые при условии, что последние содержат менее 40 % железа.

В ряде случаев никель-железные покрытия можно использовать не только как защитные, но и как декоративные, вместо никелевых покрытий, ввиду высокой стоимости последних. Сами блестящие сплавы железо-никель не пригодны для декоративных целей, так как по истечении некоторого времени они покрываются желтой пленкой, однако сплав железо-никель можно применять как подслоя для осаждения основного покрытия, что в конечном итоге позволяет достичь значительной экономии.

В данной работе исследуется осаждение покрытий Fe-Ni в импульсном и стационарном режимах. Особое внимание уделяется

именно нестационарному режиму электролиза, так как применение импульсного тока позволяет намного сократить время осаждения за счет улучшения функциональных свойств осадка, а также во многих случаях позволяет управлять качеством и составом получаемого покрытия.

Установлено, что в случае применения импульсного электролиза твердость покрытий увеличивается при увеличении плотности тока в импульсе. Кроме того, на рост твердости покрытия оказывает влияние длительность времени паузы. Это может быть обусловлено образованием большего количества новых кристаллических зародышей на поверхности катода. Если же увеличивать время импульса, то это приводит к уменьшению твердости. Все эти факторы в первую очередь связаны с кинетикой катодного процесса электрокристаллизации и составом получаемого сплава.

Зависимость выхода по току сплава от времени импульса представлена на рис. 1. Показано, что с ростом времени импульса наблюдается существенное увеличение выхода по току сплава с 20 до почти 90%. Это обусловлено высоким перенапряжением разряда ионов железа и никеля. Разряд этих ионов лимитируется электрохимической стадией. При увеличении длительности импульса прикатодное пространство обедняется ионами водорода и, как следствие, выделение водорода будет лимитироваться скоростью диффузии. Соответственно это приведет к тому, что выход по току сплава будет возрастать.

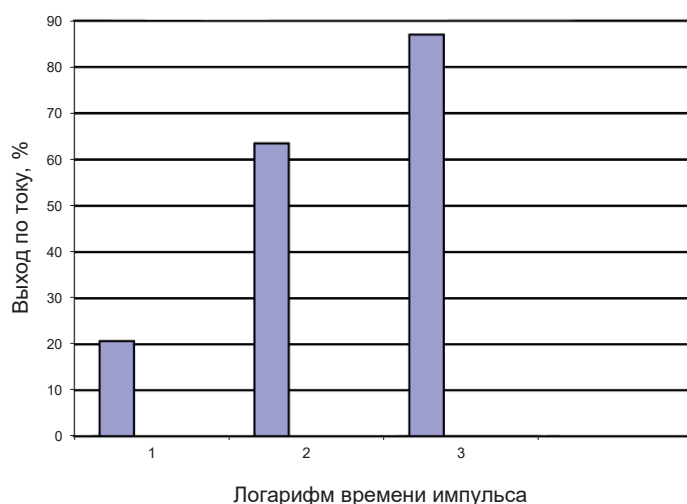


Рисунок 1 – Влияние времени импульса на выход по току покрытия.

В ходе работы проводился анализ содержания никеля в сплаве. Содержание никеля в сплаве увеличивается при уменьшении времени

импульса и увеличении времени паузы. Сопоставляя эти данные с данными по твердости покрытия, можно сделать вывод, что увеличение твердости покрытий также обусловлено ростом содержания никеля в сплаве.

Важным фактором осаждения качественных покрытий с определенным содержанием компонентов является поддержание постоянного состава электролита по ионам Ni^{2+} , Fe^{2+} и Fe^{3+} . Исследования показали, что содержание никеля в электролите остается постоянным на протяжении всего периода электролиза, а концентрация ионов железа незначительно растет. Содержание ионов Fe^{3+} увеличивается приблизительно на $0.1 \text{ г/дм}^3 \cdot \text{ч}$. Такие изменения концентраций компонентов раствора на качество покрытий не влияют.

Таким образом, с увеличением плотности тока в импульсе, времени паузы и времени импульса наблюдается увеличение содержания железа в сплаве. Оптимальной плотностью тока следует считать $30\text{-}40 \text{ А/дм}^2$ при этом выход по току составляет $60\text{-}87\%$, изменение плотности тока как в большую, так и меньшую сторону приводит к снижению выхода по току. Выход по току, также как и состав сплава, является функцией используемых технологических параметров. Установлено, что он увеличивается с ростом времени катодного импульса. Аналогично на выход по току влияет и увеличение времени паузы. При этом улучшается внешний вид покрытия.

Таким образом, анализ всех данных позволяет проследить динамику осаждения сплава железо-никель методом импульсного режима. С увеличением длительности катодного импульса увеличивается скорость образования кристаллических зародышей и скорость роста кристаллов. В зависимости от длительности паузы происходит полное или частичное выравнивание концентрации катионов в католите. Внешний вид полученных покрытий позволяет сделать вывод о том, что с увеличением катодного импульса наблюдается улучшение качества покрытия и увеличение его блеска.

Анализируя внешний вид полученных покрытий и условия их осаждения, можно сделать следующие выводы: с ростом катодного тока наблюдается ухудшение качества покрытия и уменьшение блеска. Аналогичные результаты наблюдаются с уменьшением времени паузы. Проведение электролиза при плотности тока 5 А/дм^2 и времени паузы 1 мс приводит к получению зеркально-блестящих осадков; изменяя время импульса, можно регулировать содержание никеля в сплаве в широком интервале.