

УДК 621.7/9.0487

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ, ОБЛАДАЮЩИХ СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Тарасов Ю. И., Размыслович М. А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В настоящее время современная техника испытывает большую потребность в материалах, которые способны длительный срок выдерживать высокие механические и тепловые нагрузки, хорошо противостоять вредному воздействию износа, агрессивных сред и других нагрузок. В определенной мере эта проблема решается применением ионно-плазменных и гальванических покрытий наряду с методами химической, термической и механической обработки в различном их сочетании. Однако использование традиционных технологических приемов радикально решить проблему материалов новой техники не может.

Поэтому в основе разработки нового класса материалов и покрытий заложен принцип, заключающийся в том, что совместная работа разнородных материалов дает эффект, эквивалентный созданию нового материала, свойства которого отличаются от свойств каждого из его составляющих. Одним из видов этого класса материалов являются композиционные электрохимические покрытия (в дальнейшем КЭП).

КЭП представляют собой металлическую матрицу с вкраплением мелкодисперсных частиц твердой фазы неорганического или органического происхождения. КЭП получают из электролитов-суспензий в процессе осаждения частиц дисперсной фазы (в дальнейшем ДФ) на катод с последующим их заравниванием электроосажденным металлом-матрицей. Эти покрытия совмещают в себе свойства металлов и неметаллов и характеризуются более высокой коррозионной стойкостью, микротвердостью, повышенными износостойкостью и жаропрочностью. Научный интерес к такого рода системам обусловлен наличием не до конца реализованных к настоящему времени возможностей воздействовать на их состав и микроструктуру и тем самым изменять их свойства.

Для получения твердых неорганических частиц, используемых в качестве ДФ, определенной дисперсности и однородности, а также обладающих заданными свойствами в последнее время используют золь-гель процесс. Основа золь-гель процесса состоит в получении золя и последующем пере-

воде его в гель. Таким образом, данная технология имеет дело с коллоидным состоянием вещества. Размеры частиц вещества в коллоидном состоянии составляют 10^9 — 10^6 м, этим и определяются особенности химического и физико-химического поведения коллоидных частиц определенного вещества в сравнении с соответствующими свойствами этого же вещества, но не в коллоидном состоянии.

Электролитическое получение покрытий, содержащих дисперсии, не требует сложной аппаратуры, использования высоких температур в ходе проведения процесса, а также реактивов особой чистоты. К достоинствам метода электрохимического осаждения можно отнести:

1. простота, экономичность, доступность для широкого применения;

2. диспергированные материалы за счет периодического или непрерывного перемешивания электролита находятся в статистическом или динамическом контакте с поверхностью катода. Этим достигается возможность соосаждения частиц с металлом, и создаются особые условия его кристаллизации;

3. моно- или поликомпозиционные покрытия воспроизводят форму детали, имеют прочное сцепление с основой, в большинстве случаев не требуют механической доводки или термообработки, наносятся практически на все металлические и неметаллические материалы после подготовки их поверхности; при толщине слоя более 10 мкм КЭП практически беспористы, температура их получения колеблется в пределах 18-60°C, толщина — от единиц до сотен мкм.

К недостаткам метода относятся:

1. получение покрытий не обеспечивает повышенных требований к долговечности, надежности изделий, работающих в жестких и особо жестких условиях, по физико-механическим и химическим свойствам;

2. неравномерное распределение покрытий на деталях сложной конфигурации и невозможности соосаждения дисперсных материалов, не стойких к воздействию раствора электролита.

Установлено, что наибольшее влияние на шероховатость КЭП оказывает микрогеометрия подложки и высота слоя электролита над катодом. Большое влияние на шероховатость оказывает диаметр частиц дисперсной фазы. Увеличение диаметра частиц приводит к снижению микрошероховатостей КЭП. Это связано с уменьшением содержания частиц в готовом покрытии при увеличении их диаметра.

Основное назначение электрохимических металлических и композиционных покрытий на основе цинка и области применения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Возможности использования композиционных покрытий

| Металлические электрохимические покрытия | | КЭП | |
|--|---|--|---|
| Основное Назначение | Область применения | Основное назначение | Область применения |
| Цинковые покрытия | | КЭП на основе цинка | |
| Защита черных металлов от коррозии | Для деталей, узлов из чугуна и стали; изделия народного потребления, применяемые в различных климатических зонах. | Защита черных металлов и режущих инструментов от износа и коррозии с улучшением физико-механических свойств. | Для деталей, узлов, работающих в жестких условиях повышенного износа, влажности, в контакте с водой, маслами. |
| Коррозионная защита | Медицинские инструменты, химическая аппаратура от воздействия щелочных сред; детали цинковых и алюминиевых сплавов. | Коррозионная защита с улучшением химических и механических свойств, повышение твердости. | Химическая промышленность, детали, подвергающиеся повышенному износу. |
| Восстановление размеров | Для ответственных дорожных деталей типа валов и др. | Восстановление размеров, придание поверхности высокой износостойкости, самосмазывающих свойств. | Автомобилестроение, судостроение и др. отрасли. |

Систематическое изучение возможности формирования на катоде КЭП в процессе соосаждения цинка с частицами $\text{MoO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ проводилось из элек-

тролита-суспензии на основе стандартного раствора электрохимического осаждения цинка. В качестве анода использовали цинковый электрод.

Скорость формирования изученных КЭП, представленная на рис. 1, несколько ниже соответствующего показателя для цинкового покрытия, что, по-видимому, может быть объяснено какими-либо затруднениями формирования металлической матрицы при осаждении КЭП.

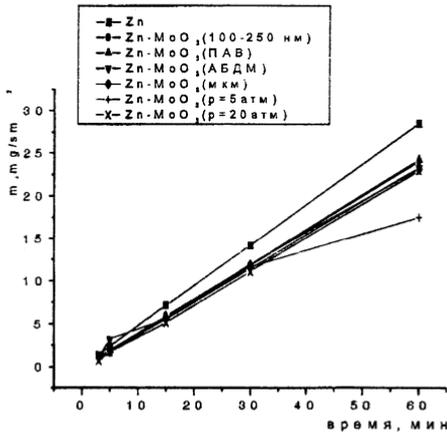


Рис. 1. Кривые прироста массы для процессов формирования КЭП Zn – MoO₃, (концентрация частиц ДФ 0,1 г/л)

Таблица 2

Износостойкость образцов КЭП, сформированных из электролитов-суспензий с различной концентрацией ДФ при $i = 2 \text{ А/дм}^2$

Полученные образцы КЭП подвергали следующим испытаниям:

1. износостойкость образцов оценивалась по потере массы образца в условиях сухого трения и сравнивалась с цинковым покрытием, осажденным из стандартного сернокислого электролита цинкования.

2. процесс кислотной коррозии образцов КЭП в кислой среде моделировался при растворении изучаемого покрытия в 1 н растворе H_2SO_4 в течение 2 часов при температуре $70^\circ C$. Показатель коррозионной стабильности — потеря массы образца за указанный промежуток времени при данной температуре.

На основании результатов проведенных экспериментов были получены следующие результаты, отраженные в таблицах 2,3.

Таблица 3

Потеря массы образцов КЭП, сформированных из электролитов-суспензий с различной концентрацией ДФ в 1 н растворе H_2SO_4 при $t=70^\circ C$

| Концентрация ДФ в электролите, г/л | Потеря массы образца, мг/см ² . | | |
|--|--|--------|---------|
| | 30 мин | 60 мин | 120 мин |
| Zn | 0,90 | 2,25 | 3,80 |
| Zn-MoO ₃ (100 - 250 нм), 0,1г/л | 0,40 | 2,05 | 3,00 |
| Zn-MoO ₃ (100 - 250 нм), 0,1г/л, обр. ПАВ | 0,30 | 1,55 | 3,05 |
| Zn-MoO ₃ (р = 20 атм.), 0,5г/л | 0,45 | 1,75 | 3,60 |
| Zn-MoO ₃ (100 - 250 нм), 0,5г/л | 0,65 | 2,15 | 3,70 |

Анализ приведенных экспериментальных данных свидетельствуют о возможности получения композиционных электрохимических покрытий с улучшенными триботехническими характеристиками.