

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РФ 2601332. Способ производства высокочистого раствора хлористого кальция. С.Г. Меркушов, Н.Ф. Воробьев; Заявл. 20.02.2016 Бюл. №5. Оpubл. 10.11.2016 Бюл. №31;
2. Лукашевич О.Д., Патрушев Е.И. Очистка воды от соединений железа и марганца: проблемы и перспективы // Химия и химическая технология. – 2004. – том 47 вып.1 – с. 66-70;
3. Колесников В.А., Ильин В.И. др. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий. – М.: Химия, 2007, 304 с;
4. Колесников В.А. Ильин В.И. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Механические и физико-химические методы очистки сточных вод. – М.: РХТУ. Издат. Центр, 2004. – 220 с.

УДК 621.357, 620.187

А.В. Романовская, магистрант,
В.В. Жилинский, доцент, канд. хим. наук,
А.А. Черник, доцент, канд. хим. наук
БГТУ, Минск

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ МЕДИ

В настоящее время одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений в области модификации поверхности конструкционных материалов является нанесение на различные основы композиционных электролитических покрытий (КЭП), показывающих высокие физико-механические и электрохимические свойства [1, с. 96]. Композиционные покрытия представляют собой металлическую матрицу, в данном случае, из меди, содержащую дисперсную фазу, в частности, твердые и сверхтвердые частицы. Такие покрытия, как правило, обладают повышенными физико-механическими характеристиками и износостойкостью. В начале 80-х годов XX столетия была обнаружена возможность введения в состав покрытия ультрадисперсных алмазов (УДА) методом соосаждения УДА с металлами при их химическом или электрохимическом восстановлении из водных растворов. Использование УДА в качестве композиционного материала в электрохимических и химических металл-алмазных покрытиях приводит к повышению их

износостойкости, существенной адгезии, резкому снижению коэффициента трения [2, с. 690].

Метод электрохимического осаждения проще в реализации, не требует сложного оборудования, не снижает прочности алмазного зерна из-за нагрева, имеется возможность покрывать изделия любой формы, есть возможность получить высокую концентрацию алмазного зерна в рабочем слое инструмента [3, с. 51].

В данной работе для перемешивания раствора использовали электрические мешалки. Режим перемешивания определяли опытным путем - скорость перемешивания выбирали такую, которая обеспечивала бы равномерное распределение дисперсной фазы по объему электролита.

Используемые УДА представляют собой частицы, близкие по форме к сферическим или овальным (рис. 1). Такие частицы могут образовывать устойчивые системы в электролитах [4, с. 61].

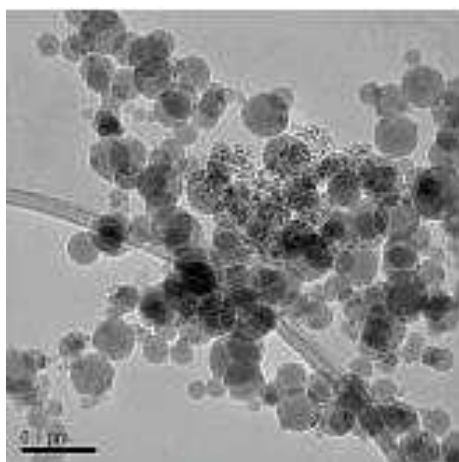


Рисунок 1 – Общий вид частиц наноалмазов

Во время осаждения взвешенные частицы УДА взаимодействуют с поверхностью растущего покрытия благодаря гидродинамическим, электростатическим и молекулярным силам. Этот процесс приводит к созданию композиционного покрытия. Методами ИК-спектроскопии удалось выяснить, что частицы УДА внедряются в металлическую матрицу. Частицы УДА, в отличие от обычных мелкодисперсных порошков, являются не наполнителями, а скорее специфическими структурообразующими элементами. В связи с тем, что размеры их чрезвычайно малы (от 4 до 6 нм), содержание их в покрытии обычно невелико – от 0,1 до 1,5 %.

УДА сочетают в себе свойства одного из самых твердых веществ в природе (рис. 2), способных участвовать в химических и электрохимических процессах [4, с. 108].

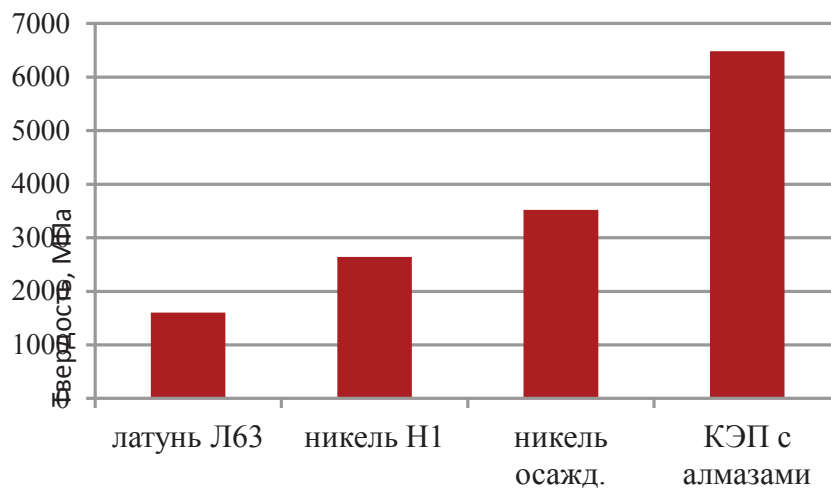
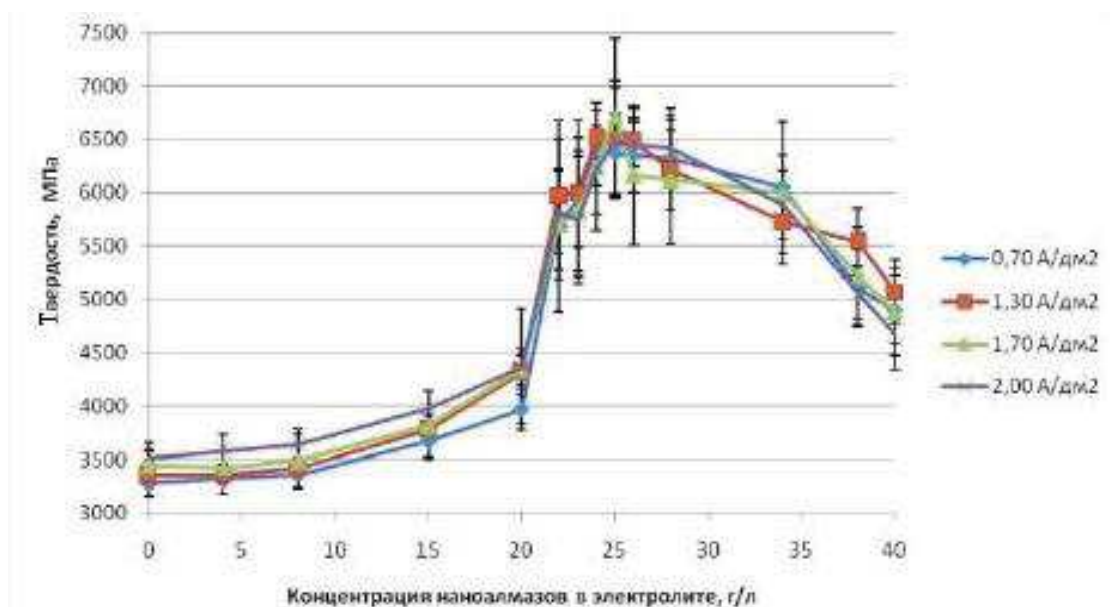


Рисунок 2 – Твердость некоторых материалов, применяемых в гальванотехнике

На рисунке 3 представлены зависимости твердости КЭП от концентрации в электролите при различных плотностях тока [4, с. 73].



Р

Рисунок 3 – Зависимости твердости КЭП от концентрации в электролите при различных плотностях тока

Увеличение концентрации УДА до 24-26 г/л в электролите приводит к росту твердости КЭП. Если продолжить повышать концентрацию, то это приведет к увеличению количества

агломератов. Образование агломератов наноалмаза приводит к снижению их подвижности в электролите и уменьшению вероятности закрепления агломерата, обладающего размером большим, чем критический размер агломерата, который при заданной плотности тока может быть закреплен слоем меди в прикатодной области. Из-за этого происходит уменьшение твердости КЭП. В ходе эксперимента использовали плотность тока $1,00 \text{ А/дм}^2$. Из литературных источников известно, что повышение плотности тока до $2,00 \text{ А/дм}^2$ не оказывает сильного влияния на твердость КЭП. Установлено, что значительное повышение плотности тока приводит к увеличению твердости КЭП из-за того, что с ростом плотности тока увеличивается критический размер агломерата, который может быть закреплен слоем меди в прикатодной области, но в процессе эксперимента выполнялось ограничение по току осаждения, которое было связано с качеством покрытия – его минимальной дефектностью (дендритообразование). При использовании плотностей тока больше $1,00 \text{ А/дм}^2$ происходит в некоторых случаях образование дендритов и/или увеличение внутренних микронапряжений в структуре покрытия. Поэтому большие плотности тока используются крайне редко для сульфатных электролитов за исключением скоростного осаждения тонких слоев меди.

Полученные экспериментальные результаты подтверждают многочисленные литературные данные преимущественно по процессу хромирования и никелирования по повышению микротвердости и износостойкости, уменьшение пористости, повышение антикоррозионных свойств, что в большей или меньшей степени свойственно для любых металл-алмазных покрытий.

Наибольшее влияние УДА оказывает на повышение износостойкости. Микротвердость покрытий увеличивается практически для всех металлов, но увеличение это не столь значительно – обычно в пределах 30-50% от номинальной. Снижение пористости покрытий и, соответственно, повышение коррозионной стойкости более значительно; это позволяет предположить, что частицы УДА не только адсорбируются на растущих кристаллах, уменьшая их размеры, но кроме этого заполняют поры, снижая, таким образом, пористость.

Повышение концентрации УДА до 15-20 г/л позволяет в 10-15 раз увеличить износостойкость этих покрытий. Во всех исследованных процессах удалось добиться существенного повышения потребительских свойств полученных покрытий.

В результате эксперимента было получено медное покрытие толщиной 20 мкм из стандартного электролита Уотса. Концентрация УДА в электролите составила 15 г/л. Выход по току меди – 99%. В качестве анодов были использованы медные пластины марки М0.

Введение УДА в кислый электролит меднения привело к получению беспористых медных покрытий, в 1,5 раза выросла микротвердость, в 2 раза возросла эластичность покрытия, износ уменьшился в 9-10 раз, во много раз возросла коррозионностойкость, рассеивающая способность электролита с УДА возросла в 3 раза.

Из представленного материала очевидно, что применение УДА имеет большие перспективы в гальванотехнике. Необходимы усилия многих исследователей для того, чтобы разобраться в механизме влияния этой добавки на гальванические процессы. В наших исследованиях затронуты лишь некоторые аспекты этой проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чаевский В.В, Дроздович В.Б. Изучение состава и структуры Ni- и Cr- композиционных электролитических покрытий, содержащих углеродные наноматериалы на стали / // Труды БГТУ, 2010. – Вып. 18, Сер. 6. Физ.-мат. науки и информатика. – С. 96-98.

2. Долматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза: свойства и применение // Успехи химии, 2001. – Т. 70, № 7. – С. 687-708.

3. Дисперсное упрочнение наночастицами алмазного композиционного электрохимического покрытия / Н.И. Полушин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия, 2011. – № 4. – С. 49-53.

4. Маслов, А.В. Разработка композиционных связок импортозамещающего алмазно-гальванического инструмента, упрочненных нанодисперсными порошками алмаза и оксида алюминия: дис. ... к-та техн. наук: 05.016.06 / Н.И. Полушин. – Москва, 2015. – 145 л.