**Разработка и получение высокоэнергетических КЭП Ni-B из электролитов на основе глубоко эвтектических растворителей**

***Адилова С.С.1,2, Дровосеков А.Б.2, Поляков Н.А.2, Малкин А.И.2***

*Аспирант, 2 год обучения*

*1Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Россия, 125047, Москва, Миусская площадь, д. 9*

*2 Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Россия, 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 31, корп. 4*

*e-mail:*[*sabina.adilova3@yandex.ru*](mailto:sabina.adilova3@yandex.ru)

Исследовано влияние состава электролитов на содержание бора в композиционных электрохимических покрытиях (КЭП) Ni-B, как перспективного высокоэнергетического материала. Высокоэнергетические свойства таких покрытий обусловлены реакцией образования борида никеля Ni3B при взаимодействии никеля и бора с выделением большого количества тепловой энергии. Оптимальное соотношение компонентов в композите составляет 75 ат.% никеля к 25 ат.% бора в процентном соотношении.

Для получения КЭП Ni-B использовали сульфаматный электролит никелирования и электролиты на основе глубоко эвтектических растворителей (deep eutectic solvent или DES) холина хлорид – этиленгликоль и холина хлорид – мочевина. Бор в электролиты вводили в виде нанодисперсного порошка аморфного бора со средними размерами частиц около 80 нм и перемешивали для образования суспензии. Для данных электролитов была установлена зависимость содержания бора в КЭП Ni-B от содержания порошка бора в электролите.

Определено, что при увеличении содержания порошка бора до 20 г/л в сульфаматном электролите его содержание в КЭП Ni-B возрастает до 10.4 ат.%. При дальнейшем увеличении содержания бора в электролите содержание бора в покрытии не увеличивается. Также при электроосаждении из сульфаматного электролита композиционных покрытий возникает сложность, заключающаяся в необходимости интенсивного перемешивания электролита во избежание седиментации частиц твердой фазы.Проблема устойчивости суспензии частиц может быть в значительной степени решена применением электролитов на основе глубоко эвтектических растворителей, обладающих высокой вязкостью. Подобные электролиты способны удерживать частицы твердой фазы во взвешенном состоянии даже при самом слабом перемешивании.

При увеличении содержания частиц бора в DES-электролите холина хлорид – мочевина от 2 до 20 г/л содержание бора в КЭП Ni-B возрастает и достигает 22.2 ат.%. К недостатку электролита на основе DES холин хлорид – мочевина следует отнести склонность к пенообразованию, из-за которого практически невозможно увеличить содержание порошка аморфного бора в электролите свыше 20 г/л – образующаяся пена начинает вытекать за стенки реакционного сосуда. Пенообразование усиливается при увеличении температуры электролита свыше 60 оС и интенсификации перемешивания.

Для DES электролитов на основе смеси холин хлорид – этиленгликоль нехарактерно пенообразование при введении в них бора, что составляет существенное преимущество данных электролитов перед электролитами на основе смеси холин хлорид – мочевина и практически не ограничивает верхний предел содержания в них бора. Так, при увеличении содержания бора в электролите на основе DES холин хлорид – этиленгликоль до 60 г/л возможно получить КЭП Ni-B с содержанием бора более 30 ат.%.

Таким образом, можно сделать вывод о высокой эффективности электролита на основе DES холин хлорид – этиленгликоль при получении высокоэнергетических КЭП Ni-B, поскольку использование данного электролита позволяет достичь оптимального соотношения никеля и бора, и, следовательно, наибольшей полноты реакции при применении данного КЭП в качестве высокоэнергетических покрытий.