

УДК 544.654.2:546:56  
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА СТРУКТУРУ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ

В. В. ЯСКЕЛЬЧИК, Е. В. МИХЕДОВА

Научные руководители: А. А. ЧЕРНИК, канд. хим. наук, доц.;

И. М. ЖАРСКИЙ, канд. хим. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

Медные покрытия нашли широкое распространение в технике для придания поверхности определенного вида, а также ряда функциональных свойств. Исследование проводили в электролите следующего состава, моль/дм<sup>3</sup>: соль меди 0,4÷0,6; цитрат ионы – 0,25÷0,4; рН 7,0–9,5. Для увеличения проводимости электролита и поддержания ионной силы в электролит вводились сульфат и хлорид аммония. В качестве материала электродов для поляризационных измерений использовали сталь марки 3. В качестве вспомогательного электрода использовали медную пластину марки М0. Поляризационные измерения проводили на потенциостате IPC-Pro M в стандартной трехэлектродной ячейке ЯСЭ-2. Диапазон плотностей тока, при которых получают качественные покрытия, определяли с помощью угловой ячейки Хулла объемом 250 см<sup>3</sup>. Для исследования влияния ультразвука (УЗ) воздействия использовали УЗ гальваническую ванну с донным расположением излучателя с частотой УЗ колебаний 22 кГц. Микрофотографии образцов выполнены на оптическом микроскопе Leica DFC Camera при увеличении ×1000.

Разность стационарных потенциалов медного и стального электрода в цитратном электролите составляет ~0,1 В, что свидетельствует о том, что цементация меди на поверхности стали в данном электролите практически не протекает. Ток контактного обмена отсутствует. Результаты поляризационных измерений показали, что происходит интенсификация процесса массопереноса в прикатодной области, уменьшаются диффузионные ограничения и увеличивается предельная плотность тока.

Угловая ячейка Хулла позволяет достаточно быстро определить диапазон значений плотностей тока, при которых возможно получить качественные покрытия. Установлено, что без наложения УЗ качественные покрытия получают при  $i = 1,0 \div 2,2$  А/дм<sup>2</sup>. Проведение процесса в условиях воздействия УЗ поля позволяет расширить рабочий диапазон как в область низких, так и высоких плотностей тока ( $i = 0,8 \div 3,5$  А/дм<sup>2</sup>), что является важной технологической характеристикой при реализации процесса в производственных условиях. Увеличение верхнего предела рабочей плотности тока до 3,5 А/дм<sup>2</sup> позволяет интенсифицировать процесс в 1,6 раза.

Наложение УЗ так же увеличивает равномерность распределения и размеров получаемых кристаллитов меди на стальной поверхности. Без УЗ воздействия размеры кристаллитов составляли около 2–4,5 мкм, а при воздействии УЗ преимущественные размеры составили 2–2,5 мкм при тех же технологических параметрах.