

Л.К. Кушнер¹, ст. науч. сотр.; Т.В. Богдашич², нач. отдела;
Д.Ю. Гульпа¹, мл. науч. сотр.; И.И. Кузьмар¹, канд. техн. наук,
Н.В. Дежкунов¹, канд. техн. наук
¹БГУИР, г. Минск, РБ; ²ОАО «Минский часовой завод», г. Минск, РБ

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ЭЛЕКТРОЛИЗА НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА МЕДНЕНИЯ

Для решения проблемы выравнивания покрытия на поверхности изделия и в отверстиях при металлизации печатных плат с высоким соотношением толщины платы и диаметра отверстий, переходных отверстий в кремниевых пластинах использовали введение в сульфатный электролит меднения выравнивающих добавок, которые, адсорбируясь поверхностью в местах наибольших градиентов тока, образуют там барьерный слой, что приводит к перераспределению тока [1] и преимущественному осаждению в углублениях и отверстиях, электроосаждение на реверсированном токе и при воздействии ультразвука.

Для меднения двусторонних печатных плат при повышенных плотностях тока, а также для меднения изделий под дальнейшее никелирование и хромирование предложен электролит, содержащий 150 г/л сульфата меди, серную кислоту, хлористый натрий и комплексную выравнивающую добавку и позволяющий получать качественные блестящие пластичные покрытия при плотности тока 4 А/дм².

Изучение влияния условий электролиза на величину электродного потенциала показало, что она зависит от состава электролита. С увеличением концентрации сульфата меди с 75 до 150 г/л наблюдается повышение положительного значения потенциала. Введение в электролит выравнивающей добавки приводит к уменьшению электродного потенциала, т. е. к активированию поверхности электродов (рис. 1). Ультразвуковые колебания (УЗК) вызывают снижение потенциала на 5-6 мВ при низкой частоте (38 кГц) и на 11-12 мВ при частоте УЗК 1,7 МГц, что можно объяснить действием возникаю-

щих акустических течений и уносом ими ионов из двойного электрического слоя (ДЭС). Аналогичное воздействие оказывает механическое перемешивание электролита. С ростом интенсивности (амплитуды) колебаний скорость акустических течений возрастает, что вызывает увеличение сдвига потенциала [2]. Установлено, что УЗ-колебания высокой частоты оказывают более сильное влияние на величину электродного потенциала независимо от концентрации сульфата меди. что, вероятно, обусловлено более высоким уровнем амплитуды. С увеличением концентрации соли меди наблюдается уменьшение изменения потенциала, что можно объяснить ослаблением действия акустических течений и уменьшением толщины ДЭС.

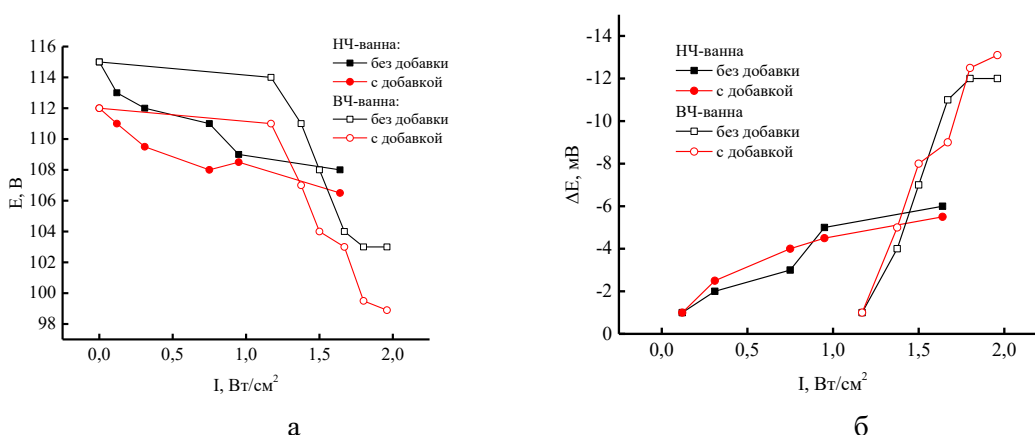
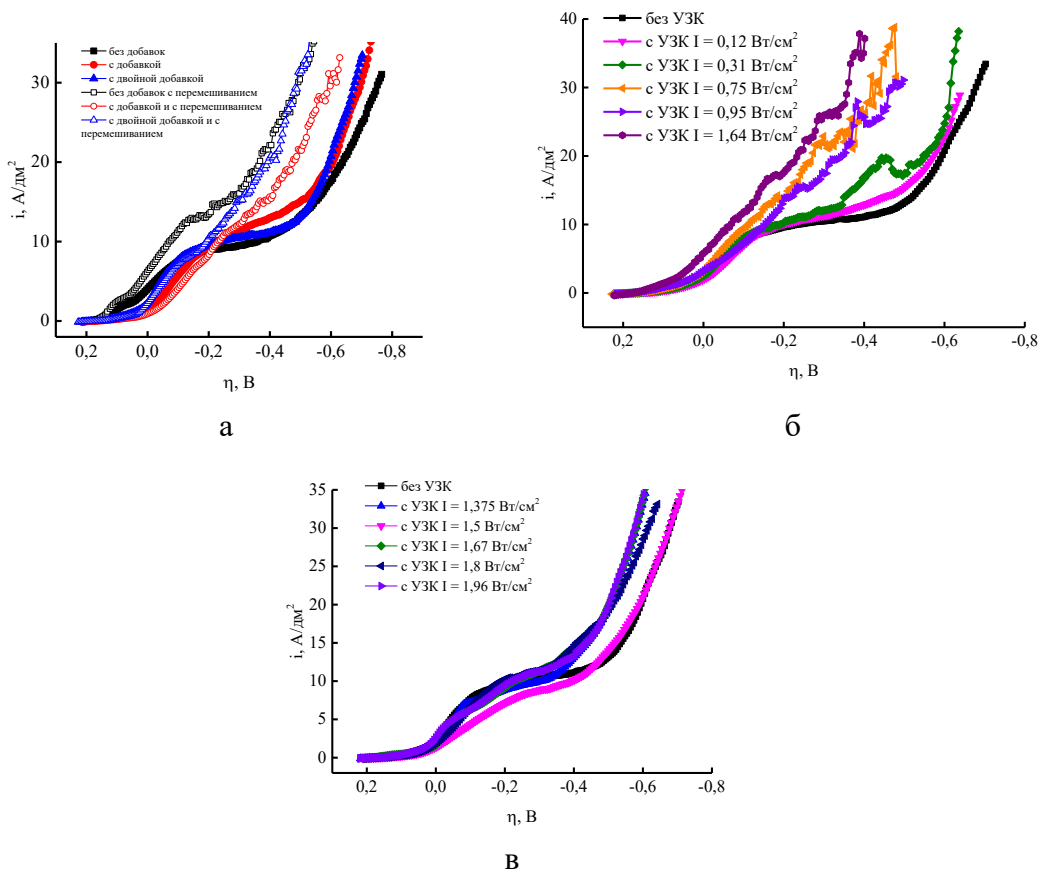


Рисунок 1 – Влияние состава электролита меднения и параметров ультразвука на величину (а) и изменение (б) электродного потенциала

Исследование кинетических закономерностей процесса меднения методом вольтамперометрии показало, введение в электролит добавки, включающей смачивающий, блескообразующий и выравнивающий компоненты, приводит к повышению поляризации катодного процесса на 57-95 мВ, некоторому увеличению диффузионного предельного тока (рис. 2а). При перемешивании электролита с добавками наблюдается повышение катодной поляризации (рис. 2а), усиливающееся с увеличением скорости перемешивания, что свидетельствует о том, что электролит обладает выравнивающей способностью и может использоваться при заполнении глухих отверстий.

С увеличением интенсивности (амплитуды) ультразвуковых колебаний низкой частоты наблюдается деполяризация катодного процесса и рост предельного тока (рис. 2б). УЗК высокой частоты оказывают меньшее влияние на ход поляризационных кривых (рис. 2в)



**Рисунок 2 – Влияние состава электролита, перемешивания (а) и параметров ультразвука (б, в) на катодную поляризацию процесса меднения:
б – $f = 35$ кГц, в – $f = 3$ МГц**

Для повышения равномерности покрытий на поверхности сложнопрофилированных изделий, в т.ч. печатных плат с высоким отношением толщины к диаметру отверстия использовали осаждение на реверсированном токе. Как следует из рис. 3, реверсированный ток приводит к деполяризации процесса осаждения. Как и на постоянном токе, при реверсировании тока наблюдается повышение перенапряжения выделения меди при введении в электролит выравнивающей добавки. Уменьшение длительности прямого импульса от 100 до 10 мс при постоянном значении обратного импульса (1 мс), т.е. повышение частоты, приводит к увеличению предельного тока и деполяризации процесса (рис. 3б). Увеличение плотности обратного тока несколько повышает предельный ток и снижает величину перенапряжения выделения меди (рис. 3в).

Снижение пористости и формирование покрытия с более равновесной структурой при воздействии ультразвука и на реверсированном токе, уменьшение содержания примесей, перемешивание и дегазация электролита приводит к повышению пластичности и коррозионной

стойкости, особенно при высокой плотности тока. что позволяет интенсифицировать процесс электролиза за счет увеличения рабочей плотности тока.

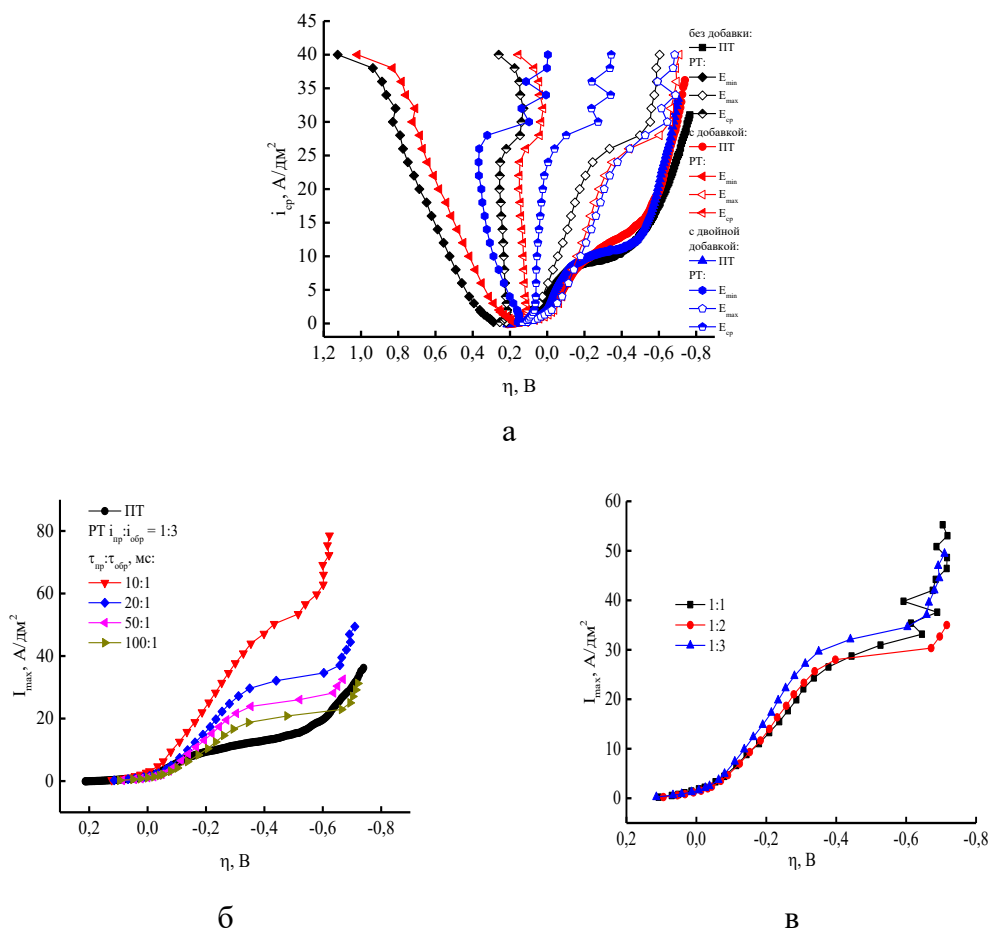


Рисунок 3 – Влияние состава электролита при $\tau_{пр} : \tau_{обр} = 20:1$ мс, $i_{пр} : i_{обр} = 1:3$ (а); длительности прямого импульса (б) и соотношения плотностей прямого и обратного тока при $\tau_{пр} : \tau_{обр} = 20:1$ мс (в) на поляризационные характеристики

ЛИТЕРАТУРА

1. Контактно-барьерные структуры субмикронной электроники / А. П. Достанко [и др.]; под ред. А. П. Достанко, В. Л. Ланина; БГУИР. – Минск: Бестпринт, 2021. – 270 с. – ISBN 978-985-7267-10-1.
2. Дежкунов, Н.В. Воздействие ультразвуковых колебаний на электродный потенциал / Н.В. Дежкунов, А.П. Корнев // ЖФХ. – 1991, - Т. 65, № 2, - С. 469–475.