

2. Шеханов Р.Ф., Гридчин С.Н., Балмасов А.В., Шеханова Я.Р. Патент РФ № 2603526. Опубл. 27.11.2016, Бюл. №33.

3. Гридчин С.Н., Шеханов Р.Ф., Пырзу Д.Ф. // Журн. физ. химии. 2015. Т.89. №2. С.351-353.

УДК 537.52:621.3.049.75

Р.В. Якушин<sup>1</sup>, доц., к-т техн. наук,  
В.А. Колесников<sup>1</sup>, проф., д-р техн. наук,  
В.А. Бродский<sup>1</sup>, с.н.с., к-т хим. наук,  
А.В. Перфильева<sup>1</sup>, с.н.с., к-т техн. наук,  
А.В. Чистолинов<sup>2</sup>, с.н.с.  
<sup>1</sup>РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва,  
<sup>2</sup>ОИВТ РАН, Москва

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРЯДА С ЖИДКИМ КАТОДОМ В ЦЕЛЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В СТОКАХ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**

В производстве приборов, средств вычислительной техники, различных видов электронных устройств и бытовой радиотехнической аппаратуры как средство автоматизации монтажно-сборочных операций широко применяются печатные платы.

Они обеспечивают снижение металлоемкости, габаритных размеров, а также повышение эксплуатационных свойств изделий.

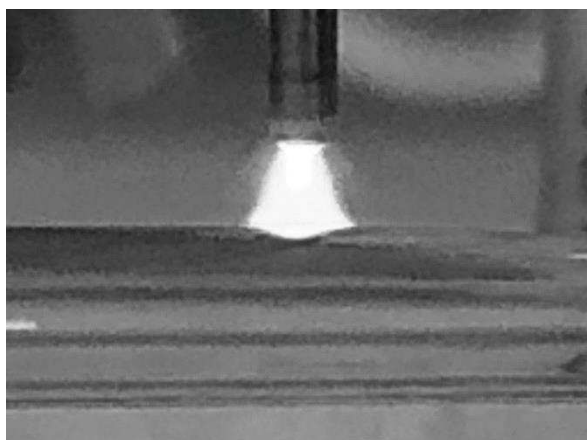
При изготовлении печатных плат в зависимости от их конструктивных особенностей и масштабов производства применяются различные варианты технологических процессов, в которых используется комплекс гальванохимических операций: бестоковая (химическая) металлизация, получение защитных рисунков, вытравливание меди и гальваническая обработка.

Электрохимические процессы обеспечивают в первую очередь основные свойства плат: способность к пайке, электропроводность, необходимую эластичность и равномерность распределения металлических покрытий. Все эти свойства определяют качество печатных плат и их надежность в эксплуатации.

В результате обработки печатных плат остается большой объем стоков – медно-аммиачные растворы травления и промывочные растворы, содержащие следы органических веществ, например, следы фоторезиста. Как правило, в состав фоторезиста входит основной полимерный компонент и растворители ароматической природы или содежащие кето-группы.

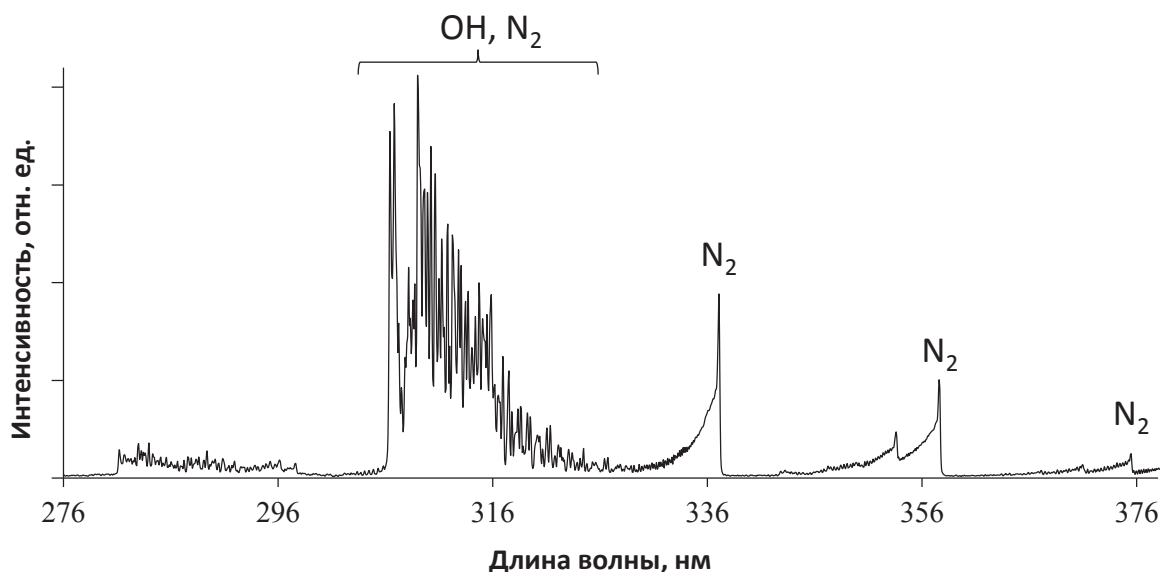
Одними из перспективных и экологически безопасных технологий обеспечения химической безопасности производств электронной техники и снижения экологической нагрузки могут стать плазменные процессы, широко применяемые в производстве печатных плат, среди которых необходимо выделить плазмохимическое осаждение, ионно-плазменное травление, очистку и активацию поверхностей, удаление остатков фоторезиста.

В данной работе с целью проведения окислительной деструкции органических веществ, содержащихся в растворах, показано применение электрического разряда с жидким катодом (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Электрический разряд с жидким катодом**

Окисление органических веществ данным методом реализуется путем возбуждения разряда между электродом и поверхностью обрабатываемой жидкости, являющейся катодом. Как показано на рисунке 2, при возбуждении данного типа разряда возникают высокоактивные частицы окислители, в том числе ОН-радикалы, о чем свидетельствует эмиссионный спектр электроразряда.



**Рисунок 2 – Эмиссионный спектр плазмы разряда с жидким катодом (расстояние до поверхности жидкости 1 мм, разрядный ток 100 мА)**

Образовавшиеся высокоактивные окислители, диффундируя в объем жидкости, взаимодействуют с органическими веществами и ионами металлов, приводя к окислению растворенных веществ.

В качестве модельных растворов были приготовлены системы, содержащие следовые количества растворителя фоторезиста, содержащего 2-пропанон, циклогексанон и малорастворимого в воде ацетофенона.

Эффективность окисления органических веществ оценивали методом газо-жидкостной хроматографии.

Экспериментально установлено, что при обработке модельных растворов протекает конверсия исходных органических веществ в сторону образования их окисленных форм, в том числе в обработанных растворах обнаруживаются следы низкомолекулярных карбоновых кислот, гидрохинонов и хинонов, что подтверждает протекание окислительной деструкции органических веществ под действием электроразрядной обработки [1].

Важно отметить, что эффективность окисления зависит от множества параметров, важнейшими из которых являются электрофизические характеристики подаваемого тока и конструктивные особенности устройства используемого реактора.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации №14.574.21.0169 от

26 сентября 2017 г., уникальный идентификатор работ (проекта) RFMEFI57417X0169.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Yakushin R., Kolesnikov V., Perfilieva A., Solovieva I., Chistolinov A. Degradation of 1-butanol under the action of dielectric-barrier discharge in aqueous solution / SGEM 18(5.2). 2018. P. 301-306.

УДК 621.35

А.А. Майзелис, канд. техн. наук,  
В.М. Артеменко, канд. техн. наук, доцент  
НТУ «ХПИ», Харьков

### **ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВА Zn-Sn ИЗ ПОЛИЛИГАНДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА**

Введение. Покрытия сплавами олова с цинком отличаются широким спектром физико-химических и механических свойств: высокой коррозионной стойкостью, способностью к пайке, хорошей проводимостью, нетоксичностью. Они находят применение в аэрокосмической, автомобильной промышленности, микроэлектронике, в производстве изделий для условий морского климата [1]. Сплав олово-цинк предлагается для замены оловянно-свинцовых припоев, сплавов Sn-Ag, кадмиевых покрытий [2]. Покрытия сплавом Sn-Zn сочетают в себе высокое химическое сопротивление с анодным характером защитой стальной основы от коррозии [3].

Предлагаемые комплексные электролиты [1-2] не обеспечивают адекватную замену применяющихся токсичных щелочно-цианидных электролитов. Кроме того, особого подхода требует разработка электролитов, позволяющих осаждать сплавы различного состава в одной ванне, для формирования мультислойных покрытий [4, 5].

Цель данной работы состояла в создании нетоксичного электролита, обеспечивающего формирование сплавов, обогащенных как по цинку, так и по олову.

Методика. Поляризационные зависимости и хронопотенциограммы получали с помощью цифрового потенциостата MТech RGP-550M (рис. 1, 2). Электрод сравнения – хлорид серебряный, потенциалы приведены относительно этого электрода. Скорость развертки потенциала составляла 10 мВ/с. Исследования проводили в полилигандном электролите, содержащем неорганический и органический лиганды. В качестве ПАВ в