

2. Получение цитрата меди на производстве возможно химическим и электрохимическим способом с использованием эффективных, экономически выгодных, ресурсосберегающих и экологически чистых технологий, основные принципы которых изложены в материалах данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литвинова Т.Н. Биогенные элементы. Комплексные соединения: учеб. - метод. пособ. / Т.Н. Литвинова. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 283 с.
2. Zhang G., Yang G. and Shi Ma J. Versatile framework solids constructed from divalent transition metals and citric acid: syntheses, crystal structures, and thermal behaviors // *Crystal Growth & Design*. – 2006. – Vol. 6, № 2. – P. 375-381.
3. Смирнова П.И. Синтез органических производных меди (II) / П.И. Смирнова, Д.Б. Соловьева // *Юный ученый*. – 2017. – № 1. – С. 88-92.
4. Халецкий А.М. Фармацевтическая химия. – Л.: Медицина, 1966. – 706 с.
5. Заявка № u 201706023 Україна, МПК⁷ – C01G 3/00, C07C 59/265. Спосіб одержання цитрату міді / Смірнова О.Л., Рутковська К.С. (Україна); заявник та патентовласник НТУ «ХПІ». – № u 201706023; заявл. 15.06.2017.

УДК 544.6

Р.В. Якушин, доц., канд. техн. наук;
В.А. Колесников, проф., д-р техн. наук;
В.А. Бродский, ст. науч. сотр., канд. хим. наук;
А.В. Перфильева, ст. науч. сотр., канд. техн. наук;
И.Н. Соловьева, доц.
РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЭКСТРАГЕНТА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ РАЗРЯДЕ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОКОВ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Изготовление печатных плат относится к наукоемким, высокотехнологичным производствам, где используются уникальные технологии и дорогостоящая техника. На сегодняшний день, потребность в изготовлении высококачественных сложноконструк-

ционных печатных плат оправдывает использование технологий, в результате применения которых образуется большого количества трудноперерабатываемых отходов. Зачастую такие отходы сбрасываются в окружающую среду без обработки и выделения из них ценных компонентов или консервируются на производствах, что приводит к аккумулярованию большого количества техногенных накоплений [1].

К подобным отходам следует отнести и медно-аммиачные растворы травления, а также промывочные растворы. Без операции травления изготовление печатных плат невозможно, поэтому эти растворы образуются на всех производствах, особенно там, где изготавливаются платы прецизионного качества. Поэтому количество техногенных растворов возрастает, что вызывает необходимость разработки путей их переработки. Одним из них является создание регенерационных схем, когда раствор травления используется многократно.

В этой связи, разработка комплекса научно-технологических и технических решений для создания технологий и опытно-промышленных образцов установок обеспечения химической безопасности производств электронной техники, снижения экологической нагрузки является актуальной задачей.

Одними из перспективных и экологически безопасных технологий являются плазменные процессы, широко применяемые в производстве печатных плат, среди которых необходимо выделить плазмохимическое осаждение, ионно-плазменное травление, очистку и активацию поверхностей, удаление остатков фоторезиста [2, 3].

Кроме того, плазменные процессы могут быть использованы и в системах обезвреживания стоков и побочных продуктов при производстве печатных плат.

В данной работе использован метод и разработанное авторами устройство обработки жидкости барьерным разрядом с целью проведения окислительной деструкции органических компонентов растворов – растворителя и экстрагента..

Барьерный разряд представляет собой вид низкотемпературной плазмы, в которой могут существовать активные окислители (пероксида водорода (H_2O_2), атомарного кислорода ($O\cdot$), гидроксил-радикала ($HO\cdot$), гидропероксид-радикала ($HO_2\cdot$), озона (O_3), а также O^{2-} и O^-). В результате контактирования разряда с поверхностью раствора имеет место окислительная деструкция органических веществ в растворе. Таким образом, исследуемый метод заключается в

возбуждении низкотемпературной плазмы непосредственно на границе газовой фазы вблизи поверхности раствора.

Эффективность оценивали по изменению показателя химического потребления кислорода (ХПК) с использованием анализатора жидкости «Эксперт-001».

Эксперимент проводился на лабораторной установке электроразрядной обработки воды производительностью 0,6 м³/ч с использованием реактора обработки жидкости барьерным разрядом и источником тока с характеристиками 6 кВ, 0,1 А, 45 кГц (рис. 1). Модельные растворы содержали органические соединения с карбонильными и карбоксильными функциональными группами, а также ароматические вещества.

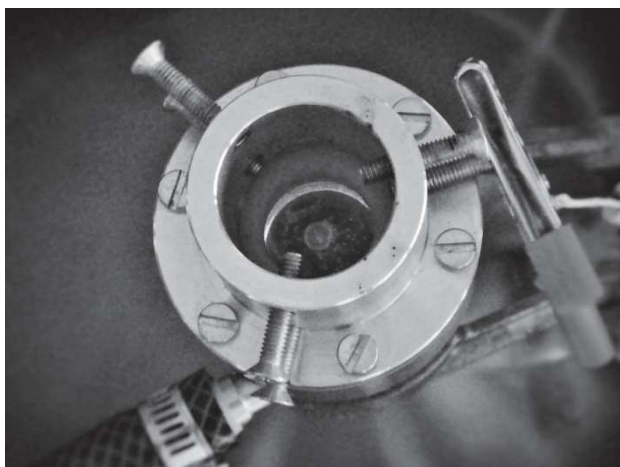


Рисунок 1 – Реактор обработки жидкости барьерным разрядом

В результате проведения обработки барьерным разрядом модельных растворов показано, что каждый последующий цикл обработки влечет за собой снижение значения показателя ХПК растворов.

На рисунке 2 приведены значения показателя ХПК модельных растворов, содержащих органические соединения, после 10 циклов обработки электроразрядом. Так, для раствора фенола значение показателя ХПК снизилось с исходного 1200 мг О/л до 650 мг О/л. Степень устойчивости к окислению в барьерном разряде исследуемых ароматических соединений снижается в ряду: фенол – бензофенон – гидрохинон. Кроме того, зарегистрировано снижение водородного показателя обрабатываемых растворов, что свидетельствует об образовании промежуточных продуктов неполного окисления, в том числе карбоновых кислот.

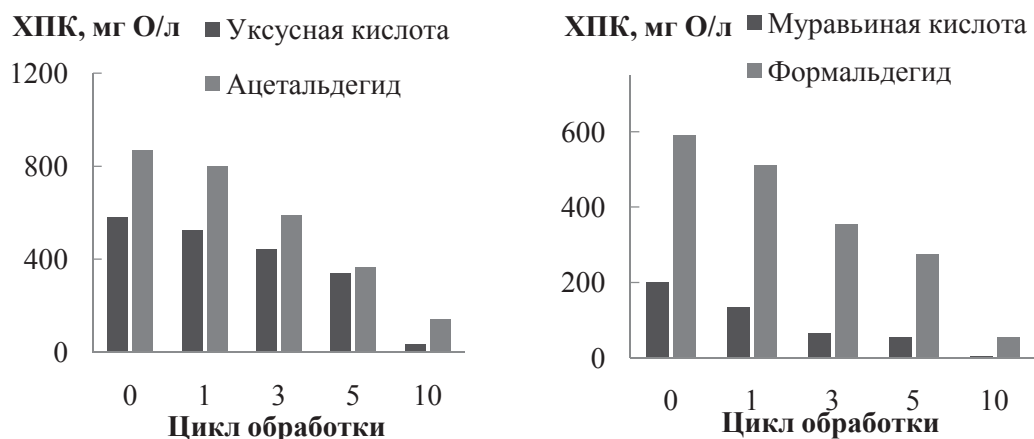


Рисунок 2 – Кинетическая зависимость изменения ХПК при окислении простейших алифатических альдегидов и карбоновых кислот электроразрядом

Экспериментально установлено, что при обработке модельных растворов ацетальдегида, формальдегида, уксусной и муравьиной кислот в реакторе искрового разряда показатель ХПК растворов снижается (ацетальдегид - на 83%, формальдегид - на 90%) и карбоновых кислот (уксусная кислота - на 94%, муравьиная кислота - 97%).

По результатам исследования можно заключить, что воздействие электроразряда на водные растворы органических веществ способствует интенсификации окислительно-восстановительных и массообменных процессов, приводящих к окислительной деструкции органических компонентов. Развитие данного направления в гальванотехнике и водоочистке не лишено перспектив, однако требует проведения тщательной оптимизации конструкции реактора и параметров энергопотребления.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014 – 2020 годы» в рамках Соглашения о предоставлении субсидии от 27.10.2015 № 14.577.21.0174, уникальный идентификатор соглашения RFMEFI57715X0174.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gaydukova, A.M. Purification of aqueous solutions to remove variable-valence metals with the use of ruthenium-titanium oxide electrodes / A.M. Gaydukova, V.A. Brodskiy, V.A. Kolesnikov // Russian Journal of Applied Chemistry. –2015. V.49. I.2. –P. 138–144.
2. Симонов, О. Технология плазменной очистки при микросборке // Электроника: наука, технология, бизнес. –2016. №3. –С. 148–152.

3. Терешкин В., Григорьева Л., Фантгоф Ж. Подготовка поверхности и отверстий при производстве печатных плат // Технологии в электронной промышленности. –2006. №1. –С. 40–43.

4. Kolesnikov, V.A., Yakushin, R.V., Babusenko, E.S., Brodsky, V.A., Chistolinov, A.V. Investigation of the inactivation of pathogenic microorganisms in water by the action of low-temperature plasma / V.A.Kolesnikov, R.V.Yakushin, E.S.Babusenko, V.A.Brodsky, A.V.Chistolinov // Hygiene and Sanitation. –2016. №95.I.6. –P. 588–592.

5. Yakushin, R.V. Degradation of organic substances in aqueous solutions under the action of pulsed high-voltage discharges / R.V. Yakushin, V.A. Kolesnikov, V.A. Brodskiy, E.N. Ofitserov, A.V. Chistolinov // Russian Journal of Applied Chemistry. –2015. V.88. N.8. –P. 1338–1342.

УДК 544.6

С.А. Новикова, канд. хим. наук; А.Б. Ярославцев, чл.-корр. РАН
ИОНХ РАН, г. Москва

ТВЕРДЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ НА ОСНОВЕ ФОСФАТОВ СО СТРУКТУРОЙ NASICON ДЛЯ ЛИТИЙ И НАТРИЙ ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Безопасность работы литий- и натрий- ионных аккумуляторов (ЛИА и НИА) является необходимым условием их эксплуатации, особенно в составе электродвигателей или крупногабаритных систем хранения энергии. В настоящее время коммерчески выпускаемые ЛИА содержат жидкие электролиты. Однако такие электролиты являются небезопасными из-за возможности внутреннего короткого замыкания в результате прораствания дендритов лития к положительному электроду, возможности воспламенения аккумулятора или утечки электролита. Использование твердых электролитов вместо жидких позволит повысить безопасность аккумуляторов. Среди твердых электролитов следует отметить керамические материалы на основе неорганических соединений. Преимуществом неорганической керамики является термостабильность, устойчивость к агрессивным средам и возможность модификации с целью увеличения проводимости за счет изо- и гетеровалентного замещения в каркасе без ухудшения механических свойств. Данная работа направлена на разработку подходов к получению керамики с высокими значениями ионной проводимости и низкими значениями электронной проводимости на основе неорганических соединений для использования в качестве твердого электроли-