

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 3/итоговый

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.577.21.0174

Тема: «Разработка комплекса технологий и опытно-промышленных образцов установок для регенерации медно-аммиачных растворов травления и обезвреживания промывных вод производств электронной техники»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

Критическая технология: Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

Период выполнения: 27.10.2015 - 31.12.2017

Плановое финансирование проекта: 68.00 млн. руб.

Бюджетные средства 34.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 34.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "МАРВИН"

Ключевые слова: Печатные платы, электронная техника, травление, аммиачные растворы, экстракция, электролиз, электрофлотация, экстрагент, бета-дикетон, медь, редкоземельные металлы, техногенные отходы.

1. Цель проекта

- 1) Создание научно-технического задела для разработки комплекса технологий, обеспечивающих полную регенерацию медно-аммиачных растворов травления печатных плат, снижение экологической нагрузки за счёт возврата в оборот растворов травления, обезвреживания промывных вод и выделение меди из отработанных технологических растворов.
- 2) Разработка опытно-промышленных установок для регенерации медно-аммиачных растворов травления печатных плат и обезвреживания промывных вод производств электронной техники методами жидкостной экстракции и электролиза, разработка нового высокоэффективного экстрагента для извлечения меди из медно-аммиачных растворов травления печатных плат.

2. Основные результаты проекта

- 1) В рамках выполнения 1-го этапа ПНИЭР были получены следующие основные результаты:
 - Осуществлён поиск, сбор и систематизация 246 информационных источников (в том числе более 20% источников за период 2010 – 2015 гг.), в области современных технологий производства печатных плат электронной техники, методов регенерации медно-аммиачных растворов травления, способов электролитического и экстракционного методов выделения меди из концентрированных растворов, применения разных типов экстрагентов, а также применения современных методов обезвреживания промывных вод производств электронной техники. Показано, что выбранные направления работ соответствуют требованиям к выполняемому проекту в целом, поскольку их реализация обеспечит снижение экологической нагрузки за счёт возврата в оборот растворов травления, обезвреживания промывных вод, выделения меди из отработанных технологических растворов. Подтверждена необходимость разработки эффективного экстрагента и оборудования для осуществления технологий регенерации технологических растворов и очистки сточных вод.
 - Проведён анализ 128 патентов, зарегистрированных в России, США, Германии, Китае, Южной Корее, Японии, Великобритании и других странах за период 2005-2015 гг. показал, что уровень разработок ПНИЭР будет соответствовать мировому уровню и позволил выявить наиболее перспективные технологии (Технология SW-EX, MECER процесс) и аппаратное обеспечение для реализации разрабатываемых процессов и технологий.

- 2) В рамках выполнения 2-го этапа ПНИЭР были получены следующие основные результаты:
 - Разработаны математические модели процесса регенерации медно-аммиачных растворов травления печатных плат методом мембранной экстракции и электролиза, процесса обезвреживания промывных вод производств электронной техники методом

электрофлотации.

-Разработаны оптимальные технологические и аппаратурно-технологические схемы регенерации медно-аммиачных растворов травления и обезвреживания промывных вод.

-Разработаны программы и методики и проведены экспериментальные исследования процессов: экстракционное извлечение меди из медно-аммиачных растворов травления; электролитическое выделение меди из сернокислых реэкстрагирующих растворов; электрофлотационное обезвреживание промывных вод; коррекция pH растворов методом мембранного электролиза.

- Разработана эскизная конструкторская документация на экспериментальные образцы оборудования: «Экстракционная установка»; «Лабораторный пертрактор»; «Электролизёр»; «Электрофлотатор»; «Электрокорректор pH».

- Изготовлены и испытаны в соответствии с разработанными программами и методиками экспериментальные образцы оборудования.

3) В рамках выполнения 3-го этапа ПНИЭР были получены следующие основные результаты:

– Разработана методика синтеза нового типа экстрагента класса дикетонов, в соответствии с разработанной методикой получен новый тип экстрагента класса дикетонов для комплексации им установок регенерации медно-аммиачных растворов травления печатных плат.

– Разработана программа и методика исследовательских испытаний нового типа экстрагента класса дикетонов, проведены исследовательские испытания нового типа экстрагента класса дикетонов.

– Разработаны лабораторные технологические регламенты: регенерации медно-аммиачных растворов травления печатных плат методом мембранной экстракции и электролиза; электрофлотационной очистки промывных вод производства печатных плат; коррекции pH растворов методом мембранного электролиза; синтеза нового типа экстрагента класса дикетонов.

- Проведены обобщение и оценка эффективности результатов ПНИЭР. Показано, что результаты исследований соответствуют требованиям Технического задания и календарного плана. В полной мере выполнена основная задача, стоящая перед ПНИЭР: разработаны опытно-промышленные установки для регенерации медно-аммиачных растворов травления печатных плат и обезвреживания промывных вод производств электронной техники методами жидкостной экстракции и электролиза; разработан новый высокоэффективный экстрагент для извлечения меди из медно-аммиачных растворов травления печатных плат.

- Проведена оценка полноты решения задачи и достижения поставленных целей ПНИЭР. Установлено, что разработанные в ходе выполнения ПНИЭР научно-технические решения для комплекса технологий, обеспечивают полную регенерацию медно-аммиачных растворов травления печатных плат, снижение экологической нагрузки за счёт возврата в оборот раствора травления, обезвреживание промывных вод и выделение меди из отработанных промывных растворов и отвечают современным мировым тенденциям.

- Разработаны рекомендации по использованию результатов ПНИЭР в реальном секторе экономики, а также в дальнейших исследованиях и разработках.

- Разработан проект технического задания на проведение ОТР по теме: «Разработка технологии регенерации медно-аммиачных растворов травления печатных плат методом мембранной экстракции и электролиза и обезвреживания промывных вод методом электрофлотации».

- Разработаны проекты технических заданий на проведение ОКР по теме: 1. «Разработка опытного образца экстракционной установки для обеднения ионами меди медно-аммиачного раствора травления печатных плат»; 2. «Разработка опытного образца аппарата типа «Пертрактор» для извлечения ионов меди из медно-аммиачного раствора травления печатных плат»; 3. «Разработка опытного образца электролизёра для катодного выделения меди из сернокислых растворов реэкстракции»; 4. «Разработка опытного образца электрофлотатор с корректором pH».

Основные характеристики результатов.

1) Разработан новый товарный продукт – экстрагент класса дикетонов. Подтверждены свойства экстрагента : кинетика экстракции (95% извлеч-е): не более 20 сек.; кинетика реэкстракции (95% извлеч-е): не более 60 сек.; кинетика разделения фаз: не более 90 сек.; работоспособность, конц. активного вещ-ва: 15-50% об.; экстракционная ёмкость стехиометрическая (1 моль меди 2 моля активного вещ-ва).

2) Разработаны и изготовлены образцы оборудования, подтверждены основные конструктивные и технико-эксплуатационные характеристики , достигнутые в ходе испытаний :

«Экстракционная установка», «Лабораторный пертрактор»: степень извлечения меди из жидких отходов производства печатных плат не менее 95%; рабочий интервал по ионам меди составляет 50 – 120 г/л; скорость извлечения ионов меди из растворов травления печатных плат – 200 г/ч (Экстрактор); скорость извлечения ионов меди из растворов травления печатных плат – 100 г/ч (Пертрактор)

«Электролизёр»: выход по току меди не менее 92%; расход электроэнергии 3,0 – 3,2 кВтч/кг катодной меди; напряжение на электролизной ванне 2,5 В; температура рабочего раствора в ванне – 20–25°C.

«Электрофлотатор»: степень извлечения малорастворимых соединений металлов из промывных вод не менее 98 %; степень извлечения фоторезиста СПФЦ не менее 85 %.

«Электрокорректор pH»: изменение pH раствора на 1 ед. за 5 минут.

2) Оценка элементов новизны научных (технологических решений). Анализ литературных источников и патентной литературы, проведённый на этапах выполнения ПНИЭР показал, что разработанные результаты обладают элементами новизны, что позволило подать 4 заявки на полезные модели.

3) Подтверждение соответствия полученных результатов требованиям к выполняемому проекту. Достигнуты все технические требования, предъявляемые к разрабатываемым образцам оборудования и новому экстрагенту класса дикетонов Техническим заданием.

4) Сопоставление с результатами аналогичных работ, определяющими мировой уровень. Разработанные технические решения соответствуют направлениям развития техники в области регенерации медно-аммиачных растворов травления печатных плат и обезвреживания сточных вод производств электронной техники, в частности технологии SE-WX.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

- 1) Полезная модель, патент № 2630994 «Способ электролитического осаждения медных покрытий», заявка № 2016125781 от 28.06.2016 г., РФ.
- 2) Полезная модель, патент № 2620228 «Способ электрохимической регенерации медно-аммиачного травильного раствора», заявка № 2016114885 от 18.04.2016 г., РФ.
- 3) Полезная модель, заявка № 2017136217 «Устройство для извлечения меди из аммиачных сред методом мембранной жидкостной экстракции» от 13.10.2017 г., РФ.
- 4) Полезная модель, заявка № 2017136219 «Устройство для извлечения меди из аммиачных сред методом мембранной жидкостной экстракции» от 13.10.2017 г., РФ.

4. Назначение и область применения результатов проекта

- 1) Результаты ПНИЭР будут использованы на предприятиях электронной промышленности.
- 2) Практическое внедрение результатов ПНИЭР планируется в виде внедрения всего технологического комплекса переработки отходов от операции травления печатных плат, или в виде отдельных элементов, например, посредством реализации нового экстрагента.
- 3) Отдельные элементы разработок могут быть использованы при решении аналогичных научно-практических задач, например, при переработке техногенных накоплений и вторичных источников, содержащих медь и другие цветные металлы.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Ожидается, что будет достигнут социально-экономический эффект, в виде предупреждения загрязнения поверхностных водоемов медно-аммиачными отходами производства печатных плат. Будет достигнут экономический эффект в виде снижения количества брака в производстве печатных плат и возможности изготовления плат высокого качества.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Существуют формы коммерциализации предполагаемых результатов:

- в виде организации разработчиком производства и продажи установок регенерации;
- в виде организации разработчиком производства и продажи нового экстрагента.

7. Наличие соисполнителей

На 3 этапе ПНИЭР осуществлены установка и монтаж системы управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) в рамках подготовки площадки для размещения разработанных образцов оборудования. Исполнитель работ - ООО "ФАРТЭКС" (имеет лицензию на данный вид деятельности № 77-Б/00940 от 01.07.2014).

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева"

Исполняющие обязанности ректора

(должность)

(подпись)

Мажуга А.Г.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

Заведующий кафедрой ТНВиЭП

(должность)

(подпись)

Колесников В.А.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.