

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 1

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.574.21.0169

Тема: «Разработка технических решений для предотвращения сброса жидких техногенных отходов на предприятиях, использующих гальванохимические процессы обработки поверхности»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

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

Период выполнения: 26.09.2017 - 30.06.2020

Плановое финансирование проекта: 123.00 млн. руб.

Бюджетные средства 60.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 63.00 млн. руб.

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

Индустриальный партнер: Общество с ограниченной ответственностью "Иплана"

Ключевые слова: Техногенные отходы, сточные воды, тяжёлые металлы, ПАВ, экология, водоочистка, гальваника, электрофлотация, обратный осмос, фильтрация, водооборот.

## 1. Цель проекта

Цель работы разработка и апробация технических решений для предотвращения сброса жидких техногенных отходов на предприятиях, использующих гальванохимические процессы обработки поверхности с использованием современных методов очистки сточных вод от неорганических и органических загрязнений:

- электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений цветных металлов Cu, Ni, Zn, Al, Fe, Cr в присутствии комплексообразователей, ПАВ, эмульсий, композиций VIGON SC-200, Zestron FA+ и других органических добавок
- сорбционного извлечения органических компонентов на гидроксидах металлов Al, Fe, Cu, Zn, Ni, Cr, а также, активированных углей – БАУ и ОУ-Б.
- мембранных методов доизвлечения взвешенных веществ (микрофильтрация), эмульсий (ультрафильтрация),
- мембранное концентрирование солевых компонентов и возврата воды в технологический процесс.

## 2. Основные результаты проекта

Результаты работы и их новизна. В ходе выполнения 1-го этапа НИР проведён аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ, в том числе, обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты, проведены патентные исследования по ГОСТ Р 15.011-96. На основании полученных данных осуществлён выбор перспективных направлений исследований, включающий:

- сравнительную оценку эффективности возможных направлений исследований;
- обоснование выбора оптимального варианта направления исследований.

Рассмотрены современные методы, используемые в процессах водоподготовки- ионный обмен, термодистилляционное обессоливание

Рассмотрены методы, используемые для осуществления процессов очистки водных растворов от загрязняющих веществ неорганической и органической природы, в том числе:

- реагентное обезвреживание;
- электрофлотомембранный метод;
- сорбция на высокодисперсных сорбентах ОУ;
- барьерный и искровой разряд;

- методы обессоливания;
- ионный обмен и обратный осмос.

Показано, что использование (индивидуальное и совместное) рассмотренных физико-химических методов водоподготовки и водоочистки для обработки, обезвреживания и обеззараживания водных растворов, содержащих высокотоксичные химические вещества неорганической и органической природы, являются перспективными при создании установок по водоочистке на промышленных объектах.

Значительный интерес представляет комбинирование и совместное использование рассмотренных методов в процессах водоочистки в зависимости от химического состава и объема загрязнённых вод.

Отмечено, что актуальной задачей является совершенствование средств и методов очистки загрязнённых растворов, разработка научных, технических и технологических подходов, направленных на повышение эффективности процессов водоподготовки и водоочистки

Рассмотрены типовые технологии, применяемые для обезвоживания осадка. Отмечены плюсы и минусы технологий, в том числе габаритные размеры оборудования, что играет ключевую роль при создании мобильных установок.

Проведены лабораторные исследования по очистке промывных и сточных вод в составе многокомпонентных систем Cu, Ni, Zn, Fe, Al, Cr, Ca, Mg в присутствии ПАВ и комплексообразователей.

Установлено, что при электрофлотации 5-ти компонентной системы наибольшая эффективность наблюдается в электролите на основе KCl (100 г/л) 70 – 90%, наименьшая в растворе Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 г/л – 1 – 5%.

Катионный флокулянт superfloc C-498(к) интенсифицирует процесс в 3 – 5 раз и повышает степень извлечения до 90 – 98% в электролитах NaCl, NaNO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> для металлов Cu, Fe, Cr при pH – 7,0. Для Zn и Ni не происходит образование осадков в данном диапазоне pH.

Проведены лабораторные исследования по очистке сточных вод, моделирующих сточные воды печатных плат, где основной металл Cu и примеси комплексообразователей и растворителей (смыть) VIGON SC-200 и Zestron FA+ и другие органические компоненты (ПАВ). Установлено, что медь эффективно извлекается при соотношении Me:L – 1:(1 – 0) при увеличении концентрации лиганда степень извлечения снижается. Положительное влияние оказывает катионный ПАВ – Септапав. Отмечено, что гидроксиды свинца (II) и олова (II) эффективно извлекаются только в присутствии коагулянтов – Al(OH)<sub>3</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, на 98 – 99%. Выявлено, что соединения Sn(OH)<sub>4</sub> извлекаются крайне неэффективно, степень извлечения составляет 40%.

Применение активных углей в качестве сорбентов позволяют повысить эффективность извлечения металлов из сточных вод в присутствии эмульсий и ПАВ. Определены величины адсорбции ПАВ различной природы на гидроксидах железа, алюминия, а также высокодисперсных углеродных материалах (отходы производства БАУ)

Установлено, что величины сорбции определяются природой ПАВ и адсорбента. временем контакта и исходной концентрацией компонентов.

Определены сорбционные величины для композиций Gardostrip Q7940, VIGON SC-200, Zestron FA+ в состав которых входят 3 – 5 растворителя.

Представлены результаты по окислительной деструкции органических соединений, часто встречающихся в сточных водах гальванохимических производств.

Представлены сравнительные исследования влияния ПАВ и композиций российский и зарубежных поставщиков на эффективность извлечения труднорастворимых соединений Cu, Zn, Ni, Fe, Al в присутствии ОУ.

Показано многообразие неизвестных составов органических компонентов, попадающих в сточные воды, применяемых на различных стадиях гальванохимической обработки поверхности металлов и пластмасс (травление, активация, снятие, металлизация)

Получены и исследованы образцы на основе оксидов титана, рутений, иридия и олова на титановой основе (BT 1-00) используемых в качестве малорастворимых анодов в электрофлотационном процессе. Определены оптимальные режимы получения и применения материалов для растворов NaCl и Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

За счёт со-финансирования проекта из внебюджетных источников Индустриальным партнёром проекта ООО «Иплана» проведены исследования научно-технической литературы по методам мембранного обессоливания. Показаны тенденции развития направления сокращения затрат на 1 м<sup>3</sup> обессоленной (опреснённой) воды. Определены направления повышения эффективности мембранных процессов.

Проведены работы по подготовке опытного экспериментального участка анодного оксидирования алюминия на площадке Индустриального партнёра. Определены условия и подобраны технические решения, позволяющие проводить процесс для получения плёнок Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с заданными характеристиками.

Проведена технико-экономическая оценка ионообменного метода обессоливания воды в сравнение с мембранными процессами и процессами выпарки. Показаны достоинства и недостатки метода, а также стоимость базовых установок.

Проведены исследования по анализу технологий анодного оксидирования и порошкового окрашивания. Отмечен высокий уровень технологий и качества получаемого покрытия.

Основной проблемой является использование 100% импортных растворов, зашифрованного состава.

Проведены исследования по анализу качества технологической и сточной воды (исходной, обессоленной, промывной) предприятия ООО «Иплана». Отмечен высокий уровень установки водоподготовки на ионообменной установке итальянского производства, использующей в качестве постоянного расходного реагента иониты (катиониты, аниониты) производства США. Проведён анализ сточных вод, других промышленных предприятий, специализирующихся на гальванохимической обработке поверхности металлов и пластмасс.

Определены основные факторы, затрудняющие работу очистных сооружений, которые связаны с использованием препятствующих компонентов неорганической природы, представленными ПАВ, комплексообразователями, растворителями, точный состав и природа которых неизвестна технологам и разработчикам систем очистки.

Новизна полученных результатов состоит в решении задач получения новых знаний в области обработки и обезвреживания воды, содержащей высокотоксичные химические вещества и микроорганизмы с использованием современных физико-химических, методов водоподготовки и водоочистки, а также обеспечении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

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

На 1 Этапе реализации проекта не запланированы охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД).

### 4. Назначение и область применения результатов проекта

Результаты ПНИ могут быть востребованы широким спектром промышленных, например, машиностроительных предприятий, предприятий гальванохимической отрасли, в том числе производствами, имеющими цеха размерной и электрохимической обработки, производствами печатных плат и электротехники и другими, в результате деятельности которых, образуются технологические отходы, содержащие большое количество токсичных тяжёлых металлов, нефтепродукты и поверхностно-активные вещества.

### 5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Разработанные методы и технические решения должны обеспечить интенсификацию и повышение эффективности процессов водоподготовки и водоочистки за счёт применения современных физико-химических методов, технологических приёмов и аппаратов очистки сточных вод.

### 6. Формы и объёмы коммерциализации результатов проекта

Коммерциализация разрабатываемых технических решений (методы, подходы, приёмы, технологии, установки) для предотвращения сброса жидких техногенных отходов, использующих гальванохимические процессы обработки поверхности, будет осуществлена путём заключения лицензионного договора с Индустриальным партнёром проекта ООО "Иплана" в объёме патентов и "ноу-хау."

### 7. Наличие соисполнителей

Соисполнители не предусмотрены.

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 технологии  
неорганических веществ и электрохимических  
процессов

*(должность)*

*(подпись)*

Колесников В.А.

*(фамилия, имя, отчество)*

М.П.