

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 2

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-02-2018-1067, Внутренний номер соглашения 14.583.21.0068

Тема: «Разработка и внедрение технологических решений для предотвращения сброса жидких высокотоксичных техногенных отходов на предприятиях химико-металлургического профиля»

Приоритетное направление: Рациональное природопользование (РП)

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

Период выполнения: 22.11.2017 - 30.06.2020

Плановое финансирование проекта: 42.00 млн. руб.

Бюджетные средства 21.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 21.00 млн. руб.

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

Иностраный партнер: АО "Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского"

Ключевые слова: Техногенные отходы химико-металлургических процессов, технологические растворы, сточные воды, цветные и тяжелые металлы, медь, цинк, свинец, железо, хром, поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, масла, высокодисперсные углеродсодержащие композиции, АУ, БАУ, ОУ-Б, декантированные углеводороды, электрофлотация, экстракция, электролиз, мембранное обессоливание, микрофильтрация

1. Цель проекта

Цель работы – Проведение исследований, разработанных технологических решений для предотвращения сброса жидких высокотоксичных отходов на предприятиях химико-металлургического профиля:

- исследование электрофлотационного извлечения взвешенных веществ, труднорастворимых соединений цветных металлов из технологических растворов, содержащих солевой компонент (сульфатный, хлоридный);
- исследование межфазных явлений и их роли в процессах флотации, электрофлотации, микрофильтрации и сорбции на углеродных сорбентах;
- исследование физико-химических особенностей труднорастворимых соединений меди и цинка;
- исследование процессов агрегации пузырьков газа с частицами получаемых флотокомплексов при их всплытии на поверхность;
- исследование свойств образующегося на поверхности пенного слоя взвешенных веществ и отдельных растворимых загрязнителей.

2. Основные результаты проекта

В ходе выполнения ПНИ были разработаны технологические решения и экспериментальные образцы установок, основанные на современных и высокоэффективных разработках в области электрофлотации, электролиза, фильтрации для обезвреживания жидких высокотоксичных техногенных отходов, образующихся на предприятиях химико-металлургического профиля.

Разработаны программы и методики и проведены исследования для осуществления процессов *очистки водных растворов* от загрязняющих веществ неорганической и органической природы, в том числе:

- по обезвреживанию технологических растворов, содержащих солевой компонент (сульфатный, хлоридный);
- межфазных явлений (заряд, размер частиц) и их роли в процессах флотации, электрофлотации, микрофильтрации и сорбции на углеродных сорбентах;
- электрокинетического потенциала и среднего гидродинамического радиуса труднорастворимых соединений меди и цинка;
- процессов агрегации пузырьков газа с частицами получаемых флотокомплексов при их всплытии на поверхность;
- свойств образующегося на поверхности пенного слоя взвешенных веществ и отдельных растворимых загрязнителей.

Изготовлены и проведены исследовательские испытания экспериментальных образцов блока модулей, которые обеспечивают очистку сточных вод ($2 \text{ м}^3/\text{ч}$) и переработку и утилизацию технологических растворов ($0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$). В ходе выполнения ПНИ получены следующие научно-технические результаты:

1. Отчет о выполнении ПНИ, содержащий:

а) результаты исследования:

- процесса обезвреживания технологических растворов, содержащих различный компонент (сульфатный, хлоридный);
- межфазных явлений и их роли в процессах флотации, электрофлотации, микрофльтрации и сорбции на углеродных сорбентах (заряд, размер частиц), в т.ч. с применением лазерных анализаторов характеристик частиц субмикронного и нанодиапазона «Photocog Compact» и «Analysette Nano Tec»;
- физико-химических особенностей (электрокинетического потенциала (заряда частиц) и среднего гидродинамического радиуса (размера частиц)) труднорастворимых соединений меди и цинка, встречающихся при комплексной переработке жидких техногенных отходов;
- процессов агрегации пузырьков газа с частицами получаемых флотокомплексов при их всплытии на поверхность;
- свойств образующегося на поверхности пенного слоя дисперсных загрязнений (взвешенных веществ) и отдельных растворимых загрязнителей, физически адсорбированных на всплывающих частицах;

б) результаты исследовательских испытаний:

- экспериментального образца блока модулей, обеспечивающих очистку промывных и сточных вод производительностью $2 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- экспериментального образца блока модулей, обеспечивающих переработку и утилизацию технологических растворов производительностью $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Выполнен анализ экспериментальных результатов по процессам электрофлотационного извлечения труднорастворимых соединений марганца, меди, никеля, цинка, железа. Изучен электрофлотационный процесс извлечения соединений кальция и магния из растворов с высоким содержанием солей натрия. Показана высокая эффективность процесса в оптимальных условиях, степень извлечения достигает 95-99%.

Исследованы электрокинетический потенциал и средний гидродинамический диаметр частиц дисперсной фазы малорастворимых соединений металлов (гидроксиды Cu(II) , Ni(II) , Zn(II) , Fe(III)) и их влияния на процессы флотации, электрофлотации, микрофльтрации и сорбции на углеродных сорбентах. Определен диапазон pH с минимальным абсолютным значением электрокинетического потенциала (значение электрокинетического потенциала, наиболее приближенное к 0). Определен диапазон pH с максимальным значением среднего гидродинамического диаметра частиц дисперсной фазы гидроксидов Cu(II) , Ni(II) , Zn(II) , Fe(III) .

Исследованы физико-химические свойства модельных растворов (плотность, вязкость, поверхностное натяжение) в присутствии глицерина и этанола. Проанализировано влияние среднего гидродинамического диаметра газовых пузырьков (H_2 , O_2) и частиц малорастворимых соединений дисперсной фазы тяжелых и цветных металлов на процесс агрегации пузырьков газа с частицами (образование флотокомплексов) и их всплытие на поверхность модельных растворов.

Проведены морфологические исследования дисперсных фаз сложного фазового состава, образованных на поверхности пенного слоя в процессе электрофлотации. Исследована сорбционная активность сорбентов различной природы (гидроксиды металлов, активированный уголь) по отношению к анионным и катионным ПАВ.

Иностранном партнером выполнены работы по изучению влияния скорости потока электролита и pH раствора на степень электроэкстракционного извлечения цинка из электролитов цинкования. Изучено влияние природы электролита и размера кусковых электродов на интенсивность извлечения фенола из сточных вод. Исследовано влияние ионов меди на процесс извлечения цинка методами электроэкстракции и электрофлотации из ванн промывки после цинкования.

Проведены исследования процесса электроэкстракции цинка на цинковом катоде. Результаты экспериментов позволили определить оптимальные условия (концентрация ионов цинка, плотность тока) для получения качественных осадков катодного цинка с приемлемым выходом по току при электролизе модельных растворов, которые используются в производстве. Также установлено, что при перемешивании исследуемых растворов и по мере снижения концентрации цинка наблюдается снижение выхода по току.

Установлено влияние pH электролита на структуру и морфологию осадков. Изучено влияние параметров электролиза (плотность тока, размер электродов) и состава электролита на степень извлечения фенола.

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

На 2 этапе подано 4 заявки на патенты:

1. № 2018113636 от 16.04.2018 «Способ получения микропористого алюмосиликатного материала»
2. № 2018105967 от 16.02.2018 «Способ регенерации медно-хлоридного водного раствора»
3. № 2018132118 от 07.09.2018 «Способ регенерации хроматных раствора пассивирования»
4. № 2018110867 от 27.03.2018 «Способ экстракции ионов меди (II) из медно-аммиачных водных растворов»

4. Назначение и область применения результатов проекта

Рекомендации и исходные данные по использованию результатов 2 этапа проекта. Результаты работы могут быть использованы специалистами организаций, занимающихся решением задач водоподготовки и водоочистки, а также студентам химических и химико-технологических вузов со специализацией в области промышленной экологии.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Опыт зарубежных стран показывает, что перспективы коммерциализации результатов предлагаемых разработок или их частей достаточно высоки. Коммерциализации будет успешной, так как были проведены конструкторские работы для разработки технологических схем, конструкторской документации на оригинальные аппараты, а также проведены исследовательские испытания данных аппаратов.

Сравнительный анализ проведенных исследований, проведенных в ходе выполнения работы, показывает, что они соответствуют направлениям исследований и развития техники, которые сложились в области водоочистки и водоподготовки.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Коммерциализация проекта планируется путем совместных работ с Институтом органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», г. Алматы, Казахстан, Иностраным партнером проекта.

Возможна будущая коммерциализация в разработках, выполняемых в рамках проекта: Для внедрения по повышению эффективности производственных процессов:

1. Обогачительных фабрик ТОО «Корпорация «Казахмыс»».
2. Международного инновационно-производственного консорциума «R&ID» (письмо ректору Мажуге А.Г. от 10.10.2018 г. № 24-01/90).

7. Наличие соисполнителей

Иностранный партнер: АО «Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», г. Алматы, Казахстан

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

Ректор

(должность)

(подпись)

Мажуга А.Г.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

зав. каф. ТНВ и ЭП

(должность)

(подпись)

Колесников В.А.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.