

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор  
ЗАО «ЭКОИНЖКОМ», к.т.н.  
*А.А. Кучеров* Кучеров А.А.  
«21» *сентября* 2015 г.



## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Перфильевой Анны Владимировны  
«Интенсификация и повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений хрома (III) и свинца из водных растворов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии

Гальванические производства относятся к одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды, что связано с образованием большого количества сточных вод, содержащих токсичные соли тяжёлых и цветных металлов. Снижение отрицательного воздействия гальванических производств на окружающую среду связано со многими факторами, но определяющим из них является эффективная очистка загрязнённых сточных вод. Одним из наиболее современных и перспективных электрохимических методов очистки сточных вод является электрофлотация. Несмотря на большие потенциальные возможности этого метода, имеется ряд дисперсных систем, содержащих гидрофильные частицы малорастворимых соединений цветных и тяжёлых металлов, в том числе, хрома (III) и свинца (II), являющихся агрегативно устойчивыми и обладающими канцерогенными и кумулятивными свойствами, при очистке которых, данный метод не обеспечивает требуемой степени извлечения. В этой связи, тема диссертационной работы Перфильевой Анны Владимировны, в которой рассмотрены важные для теории и практики научные и технологические основы интенсификации процесса электрофлотационной

очистки сточных вод от малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II), является **актуальной** и представляет практический интерес для специалистов в области водоочистки.

**Научная новизна** работы состоит в том, что:

– установлены закономерности интенсификации и повышения эффективности электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II) из водных растворов в зависимости от их дисперсных и поверхностных свойств, технологических и гидродинамических режимов, конструкционных характеристик аппаратов;

– предложен теоретически обоснованный и экспериментально подтвержденный подход к интенсификации электрофлотационного процесса;

– созданы новые технологические и конструкционные разработки, направленные на интенсификацию и повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения соединений тяжелых и цветных металлов из сточных вод, научная новизна которых подтверждена 3 патентами РФ;

– усовершенствованы технологии электрофлотационной очистки сточных вод от малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II).

**Практическая значимость** работы состоит в следующем:

– повышена эффективность электрофлотационного процесса очистки сточных вод от малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II);

– установлены оптимальные технологические параметры электрофлотационного процесса в проточном и непроточном режимах, при которых степень извлечения малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II) из водных растворов составляет не менее 98–99 %, а продолжительность процесса – не более 5–8 мин.;

– разработаны и запатентованы технологические и конструкционные разработки, направленные на интенсификацию и повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения соединений тяжелых и цветных металлов из сточных вод;

– разработан и апробирован на ОАО «Завод «Топаз» (Москва) техноло-

гический процесс очистки хромсодержащих сточных вод с расходом 3 м<sup>3</sup>/ч с применением электрофлотации.

Надежность представленных в диссертации результатов определена использованием современных методов исследования, корректной обработкой и интерпретацией результатов эксперимента. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений.

Диссертация достаточно грамотно иллюстрирована графическими и табличными материалами, и содержит обширный библиографический список по рассматриваемой проблеме, состоящий из 115 литературных источников.

Серьезных просчетов в выдвижении гипотез и логичности выводов не обнаружено. Принятые в работе допущения и ограничения обоснованы и отражены в полном объеме.

Промежуточные этапы исследования обсуждались на конференциях регионального и всероссийского уровня: XXI Международной конференции молодых учёных по химии и химической технологии (Москва, 2007), VIII, IX, X Международных конгрессах молодых учёных по химии и химической технологии (Москва, 2012, 2013, 2014), Всероссийской конференции «Молодые ученые и инновационные химические технологии» (Москва, 2007), II Российской конференции «Актуальные научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности России» (Москва, 2014).

Структура и объем диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к квалификационным работам. Диссертационная работа изложена на 155 страницах машинописного текста, содержит 56 рисунков, 53 таблиц и состоит из введения, литературного обзора, методической части, двух экспериментальных глав, главы, посвящённой разработке технических и технологических решений, выводов, списка литературы из 115 источников и приложения.

**Во введении** кратко рассмотрены актуальность и цель выполняемой диссертационной работы.

Литературный обзор (**глава № 1**) представляет собой обзор научно-технической и патентной отечественной и зарубежной литературы по применению современных методов очистки сточных вод от соединений хрома и свинца. На основе проведенного анализа информационных источников выявлены основные направления развития исследований по интенсификации и повышению эффективности электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II) из водных растворов.

**Глава № 2** посвящена описанию методик проведения экспериментальных исследований, анализ которых свидетельствует о том, что автором использовались современные аналитические методы определения массовой концентрации ионов металлов в водных растворах и поверхностных характеристик дисперсной фазы малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II). Для проведения исследований были использованы электрофлотационные установки непроточного и проточного типа с применением оксиднорутениево-титановых анодов (ОРТА) и катодов из нержавеющей стали.

**В главе № 3** представлены результаты экспериментальных исследований по извлечению малорастворимых соединений хрома (III) из водных растворов. Определены параметры и режимы, направленные на интенсификацию и повышение эффективности электрофлотационного процесса.

Получены кинетические зависимости степени извлечения малорастворимых соединений хрома (III) в зависимости от pH, температуры и состава среды (катионов, анионов, электролитов и ПАВ), объемной плотности тока.

Автором впервые проведены исследования по влиянию температуры среды и постоянного магнитного поля на протекание электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений хрома (III).

Показано, что эффективность электрофлотационного процесса извлекаемых частиц малорастворимых соединений хрома, может быть достигнута за счет введения в дисперсную систему органических флокулянтов. В этом направлении, на основе экспериментальных исследований из 20 образцов флокулянтов был подобран наиболее эффективный анионный флокулянт марки М-

10, в присутствии которого степень извлечения малорастворимых соединений трехвалентного хрома повышается до 99 %, а остаточная концентрация ионов трехвалентного хрома снижается в среднем до 0,05 мг/л.

Практический интерес представляют результаты исследований, полученные по извлечению малорастворимых соединений хрома в проточном режиме с применением двухкамерной электрофлотационной установки, которые легли в основу разрабатываемых способов, конструкций аппаратов, технологических схем и технологий.

**В главе № 4** приведены результаты экспериментальных исследований по извлечению малорастворимых соединений свинца (II) из водных растворов.

Установлены закономерности кинетики процессов извлечения малорастворимых соединений свинца (II) в зависимости от pH и состава среды, объёмной плотности тока. Выявлено, что в присутствии солей цинка или железа степень извлечения малорастворимых соединений повышается с 5 до 95 %.

По результатам исследований разработан и запатентован способ очистки сточных вод от ионов свинца (патент РФ № 2426695), что свидетельствует о новизне и практической значимости работы.

На основании проведенных исследований, **в главе № 5**, предложены новая конструкция электрофлотационного устройства и усовершенствованные технологические схемы очистки производственных сточных вод от соединений хрома (III) и свинца (II) на основе электрофлотационного способа с применением органических флокулянтов.

Представлена **апробация** технологического процесса электрофлотационной очистки водных растворов на реальном объекте – хромсодержащих сточных водах Московского предприятия ОАО «Завод «Топаз», которая подтверждена актом о внедрении результатов.

По выполненной работе можно отметить **ряд недостатков и предложений:**

1. В гл.3 (раздел 3.2.3.3) приведены данные о природе солей на степень извлечения дисперсной фазы хрома (III), но не рассматривается вопрос влия-

ния состава солевого состава среды на процесс образования пузырьков кислорода и водорода, в частности не указаны возможные побочные электрохимические реакции.

2. Для проверки полученных результатов и показателей электрофлотационного процесса очистки модельных водных растворов, полезно было бы провести эксперименты по очистке реальных промышленных сточных вод.

3. Не приведены сведения о продолжительности использования анодных материалов в электрофлотационном процессе.

4. Не обсуждена возможность окисления соединений трехвалентного хрома в ходе электрофлотационного процесса за счет анодных реакций.

5. Следовало бы привести расчеты технико-экономической оценки разработанных технологических решений.

Несмотря на ряд отмеченных недостатков, они не снижают ценности работы, которая выполнена на высоком научном уровне и заслуживает положительной оценки.

### **Заключение**

Работа является законченной и выполнена автором на достаточно высоком научном уровне. Основное направление исследований, проведённых в работе – интенсификация и повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II) из водных растворов. Проведенные исследования можно характеризовать как научно обоснованные рекомендации и технические разработки, направленные на интенсификацию и повышение эффективности процесса электрофлотационного извлечения токсичных ионов тяжёлых и цветных металлов из сточных вод и обеспечивающие решение важных научных и прикладных задач в области защиты окружающей среды от загрязнения сточными водами.

Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Основные результаты исследований, представленные в диссертации, опубликованы в научных журналах, которые, как и автореферат, объективно и

в полной мере отражают содержание диссертационной работы.

Результаты работы рекомендуются использовать, в первую очередь, на предприятиях радио-, приборо- и судостроения, электротехнической, машиностроительной и других отраслей промышленности, имеющих цеха и участки по обработке поверхности и нанесению гальванических покрытий.

Диссертационная работа Перфильевой Анны Владимировны «Интенсификация и повышение эффективности электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений хрома (III) и свинца из водных растворов», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии, соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.03 в части п.9. «Очистка, регенерация, обезвреживание и утилизация отходов электрохимических производств и использование отходов в противокоррозионной технике».

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» к кандидатским диссертациям, и представляет собой самостоятельно выполненную, законченную научно-квалификационную работу, а ее автор Перфильева Анна Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Отзыв на диссертационную работу Перфильевой А.В. обсужден и одобрен на совещании 17 апреля 2015 г. (протокол № 3).

Зам. директора по науке, к.т.н.



Афонин А.Н.

ЗАО «Экологическая инжиниринговая компания» («ЭКОИНЖКОМ»).

Адрес: 129090, г. Москва, Проспект Мира, д. 7, стр. 2

Телефон/факс: +7 (499) 973-10-14, +7 (499) 973 11 38

e-mail: [ecoingcom@inbox.ru](mailto:ecoingcom@inbox.ru)

Официальный сайт: [www.ecoingcom.ru](http://www.ecoingcom.ru)