

ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., профессора А.В. Невского

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

Диссертационная работа Перфильевой А.В. состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы из 115 наименований и приложения. Работа изложена на 155 листах машинописного текста, содержит 56 рисунков, 53 таблиц. Диссертационная работа хорошо структурирована, оформление соответствует требованиям, установленным Министерством образования и науки РФ.

В результате изучения диссертации, автореферата и работ соискателя, опубликованных в печати по теме исследования, мною установлено следующее.

На многих промышленных предприятиях различного профиля, и в первую очередь, имеющих гальванические производства, образуются сточные воды, содержащие соединения тяжелых и цветных металлов. Сточные воды этих предприятий представляют собой сложные системы, обладающие агрегативной и седиментационной устойчивостью. Наличие устойчивых коллоидных систем и обуславливает сложность очистки данной категории промышленных сточных вод. Ряд веществ, находящихся в сточных водах, такие как соединения хрома (III) и свинца (II), являются чрезвычайно токсичными для окружающей среды и, следовательно, должны быть удалены.

В этой связи диссертационная работа Перфильевой А.В., посвященная исследованиям в области разделения дисперсных систем промышленных предприятий и рекомендациям на их основе по совершенствованию системы очистки сточных вод, представляется весьма **актуальной**.

Считаю, что тематика рассматриваемого исследования соответствует

приоритетному направлению развития науки, технологий и техники в Российской Федерации «Рациональное природопользование», и Перечню **критических технологий** Российской Федерации – раздел «Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения» (Указ Президента Российской Федерации № 899 от 07.07.2011).

Диссертационная работа А.В. Перфильевой посвящена разработке новых технологий, а также поиску приемов повышения эффективности существующих способов очистки сточных вод от малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II) с применением электрофлотационного метода.

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

В литературном обзоре (**глава 1**) представлен обзор научно-технической и патентной отечественной и зарубежной литературы по применению современных методов очистки сточных вод от соединений хрома и свинца. На основе проведённого анализа более 100 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.

Во **второй** главе диссертации содержится описание методик проведения эксперимента, из которых следует, что автор использовал современные аналитические методы определения массовой концентраций 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 оксидно-рутениево-титановых анодов и катодов из нержавеющей стали.

В **третьей** главе диссертации представлены результаты экспериментальных исследований по извлечению малорастворимых соединений хрома (III) из водных растворов, определению параметров и режимов, направленных на интенсификацию и повышение эффективности электрофлотационного процесса.

На модельных растворах исследована кинетика протекания процессов извлечения малорастворимых соединений хрома (III) в зависимости от pH, температуры и химического состава среды (катионов, анионов, электролитов и ПАВ), объёмной

плотности тока.

Наиболее важными, с теоретической и практической точек зрения, являются результаты экспериментальных исследований по электрофлотационному извлечению малорастворимых соединений хрома (III), представленные в разделах 3.2.4, 3.2.5, 3.3 и 3.4.

В этой части автор впервые исследует и анализирует влияние температуры среды и постоянного магнитного поля на протекание электрофлотационного процесса.

В разделе 3.3 показаны направления интенсификации процесса электрофлотации, в основе которых лежит изменение поверхностных и дисперсных свойств извлекаемых частиц малорастворимых соединений хрома и кинетики электрофлотационного процесса за счет введения в дисперсную систему органических флокулянтов. Автором было исследовано влияние более 20 флокулянтов серии Superfloc, Ferrocryl, Praestol, Zetag, и флокулянтов ПАА-ГС, LT-30, M-10 различных ионогенных типов. Установлено, что из всех исследованных флокулянтов наиболее эффективным является анионный флокулянт марки M-10, в присутствии которого средний размер частиц малорастворимых соединений хрома (III) увеличивается в среднем 13 до 92 мкм, продолжительность электрофлотации снижается с 15 до 10 минут, степень извлечения повышается с 80 до 99 %, а остаточная концентрация ионов хрома снижается до 0,04–0,06 мг/л.

Одним из важных средств интенсификации и управления эффективностью электрофлотационного процесса извлечения частиц дисперсной фазы малорастворимых соединений цветных и тяжелых металлов является регулирование токовой нагрузки. В работе определены значения объемной плотности тока в зависимости от исходной концентрации ионов хрома (III), позволяющие достичь степени извлечения на уровне 97–99%.

Впервые проведены исследования по извлечению малорастворимых соединений хрома в проточном двухкамерном аппарате, которые позволили определить режим и параметры электрофлотационного процесса, обеспечивающие степень извлечения малорастворимых соединений хрома на уровне 98 %.

На основе результатов исследований разработаны новые способы электрофлотационной очистки водных растворов, позволяющие обеспечить остаточную концентрацию ионов хрома (III) на уровне предельно допустимой концентрации в воде

водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и рыбохозяйственного значения.

В **четвертой** главе диссертации представлены результаты экспериментальных исследований по извлечению малорастворимых соединений свинца (II) из водных растворов, определению параметров и режимов, направленных на интенсификацию и повышение эффективности электрофлотационного процесса.

На модельных растворах исследована кинетика протекания процессов извлечения малорастворимых соединений свинца (II) в зависимости от pH и размера извлекаемых частиц, катионов цветных и тяжелых металлов, объемной плотности тока. В ходе проведения исследований подобраны условия проведения электрофлотационного процесса в присутствии солей цинка, железа, обеспечивающих повышение степени извлечения соединений свинца с 5 до 95 %.

Определены направления интенсификации процесса электрофлотации, в основе которых лежит изменение поверхностных и дисперсных свойств извлекаемых частиц малорастворимых соединений свинца и кинетики электрофлотационного процесса за счет совместного введения в дисперсную систему катионов металлов (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} и др.) и анионного флокулянта марки LT-30.

На основании полученных результатов разработан и запатентован способ (патент РФ № 2426695), позволяющий увеличить степень извлечения малорастворимых соединений свинца в среднем с 2–5 до 99,6 % при продолжительности электрофлотации 10 минут.

Впервые проведены исследования по извлечению малорастворимых соединений свинца в проточном двухкамерном аппарате, которые позволили определить режим и параметры электрофлотационного процесса, обеспечивающие степень извлечения малорастворимых соединений свинца на уровне 88–99,6 %.

Результаты данной части диссертационной работы свидетельствуют о возможности обеспечения остаточной концентрации ионов свинца (II) на уровне предельно допустимой концентрации в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и рыбохозяйственного значения.

Пятая глава посвящена разработке технических и технологических решений по извлечению из производственных сточных вод малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II).

На основании экспериментальных исследований предложена и запатентована

оригинальная конструкция электрофлотационного устройства в виде равнобокой трапеции с наклонёнными боковыми сторонами под углом 70–75 градусов к горизонтальной плоскости, которая без дополнительного увеличения энергозатрат позволяет повысить эффективность электрофлотационного процесса.

Автором предложены усовершенствованные технологические процессы очистки производственных сточных вод от соединений хрома (III) и свинца (II).

Анализ результатов работы в целом позволяет сделать вывод о том, что несомненными элементами **научной новизны** исследования являются следующие положения:

– 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;

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и практических рекомендаций диссертации.

Все научные положения, выводы и рекомендации диссертации А.В. Перфильевой обоснованы, аргументированы и имеют значительную степень достоверности. Использованные в работе модели и методы адекватны и позволяют получить корректные результаты. Выводы и практические рекомендации являются логичным следствием проведенных экспериментальных исследований и имеют лаконичную формулировку. Основные защищаемые положения имеют научную и практическую ценность.

Практическая ценность работы полученных автором результатов определяется тем, что:

1) повышена эффективность электрофлотационного процесса очистки сточных вод от малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II) на основе интенсификации

процесса.

2) установлены оптимальные технологические параметры электрофлотации 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.

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

4) разработан и апробирован на ОАО «Завод «Топаз» (Москва) технологический процесс очистки хромсодержащих сточных вод с расходом 3 м³/ч с применением метода электрофлотации.

Сведения о полноте публикаций.

Материалы по теме диссертации опубликованы автором в 19-ти печатных работах, в том числе 4-х статьях в журналах, рекомендованных ВАК, 1-ой монографии и 3-х патентах РФ. Во всех работах, в том числе выполненных в соавторстве, личный вклад автора является определяющим. Публикации в полной мере характеризуют все задачи, решенные автором в ходе диссертационного исследования.

По работе имеются замечания и вопросы:

1. Изложение некоторых частей литературного обзора (в частности, разделов 1.2.1 и 1.2.3) проведено на основе лишь одного-двух источников информации. Содержание таблицы 1 литературного обзора (стр.9.) приведено без ссылки на первоисточник.

2. В разделе методической части: 2.4. "Определение массовых концентраций ионов металлов в водных растворах" было бы вполне достаточно привести ссылки на стандартные используемые методики.

3. На наш взгляд, большее внимание в работе автор должен был уделить описанию принципа подбора органических флокулянтов, используемых для интенсификации электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений хрома и свинца.

4. Изучая возможность повышения эффективности электрофлотационного процесса с помощью омагничивания модельных сточных вод, автор свидетельствует,

что степень извлечения соединений хрома (III) повышается лишь на 2–5 %. Насколько рационально в данном случае применение наложения постоянного магнитного поля?

5. К сожалению, отсутствуют данные рентгенофазового анализа, характеризующие состав флотошлама, образующегося при электрофлотационном извлечении соединений металлов из водных растворов с повышенной температурой, а также подвергшихся воздействию постоянного магнитного поля.

6. Почему в предложенной автором технологической схеме очистки водных растворов от соединений хрома (VI, III) и свинца предусмотрено восстановление соединений шестивалентного хрома в трехвалентный раствором тиосульфата натрия? Известно, что в практике очистки сточных вод в качестве восстановителей хрома (VI) в хром (III) обычно используют бисульфит, сульфит или пиросульфит натрия.

7. Для проверки результатов, полученных в работе на модельных сточных водах, весьма полезно было бы провести эксперимент по обработке нескольких проб реальных производственных сточных вод.

Данные замечания не снижают очевидной ценности работы, выполненной на высоком научном уровне и заслуживающей положительной оценки.

Диссертация написана хорошим языком и сопровождается цитированием современных литературных источников. Приведенные в работе выводы достаточно полны и обоснованы. Основные результаты диссертационной работы А.В.Перфильевой опубликованы в рецензируемых научных изданиях и прошли апробацию на представительных международных и всероссийских конференциях. Автореферат и опубликованные работы в достаточной степени отражают основное содержание диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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, так как она *является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические решения по повышению эффективности электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений хрома (III) и свинца (II) из водных растворов, разработаны технические приемы аппаратного оформления данного процесса, направленные на экологизацию производственных электрохимических процессов, снижение техногенной нагрузки на окружающую природную среду и имеющие существенное значение для развития страны.*

Автор диссертации – Перфильева Анна Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры общей химической
технологии



Невский Александр Владимирович

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Ивановский государственный
химико-технологический университет»

д.т.н., проф. Невский А.В.

РФ, 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., 7

тел: 8 (4932) 32-92-41, 32-73-97

e-mail: rector@isuct.ru, nevsky@isuct.ru

Подпись Невского А.В. заверяю:

