

7. Ильин Ю.А. Надежность водопроводного оборудования и сооружений. – М.: Стройиздат, 1985. – 240 с.
8. Примин О.Г. Надежность систем водоснабжения и водоотведения. М.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2021, 68 -с.
9. Сколубович Ю.Л., Примин О.Г., Гогина Е.С. Проблемы инженерных систем водопользования и научные исследования по их решению // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 1. С. 6-10.
10. Бивалькевич А.И., Похил Ю.Н., Никитин А.М. Принципы устойчивого и надежного обеспечения работы систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – № 3. – С. 4–6.
11. Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г., Махутов Н.А. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука.2000,431с.
12. Дмитриев, В.В. Диагностика и моделирование водных экосистем [Текст] / В.В. Дмитриев. - СПб.: Изд. СПбГУ, 1995. - 215 с.

УДК 628.31:628.316/+628.336

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТРАБОТАННОГО МОЮЩЕГО РАСТВОРА РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

И. В. Николенко¹, С. И. Мовчан²

¹ Профессор, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Институт «Академия строительства и архитектуры», Симферополь, Россия, nikoshi@mail.ru

² Доцент, ФГБОУ ВО «Мелитопольский государственный университет», Мелитополь, Россия, msi.movchan@mgu-mlt.ru

Аннотация

На примере разработанной технологической схеме по обезвреживанию и регенерации отработанного моющего раствора ремонтно-механического завода, предназначенного для очистки технологических растворов от эмульгированных примесей масла и маслопродуктов, взвешенных веществ, растворенных примесей, образующихся на участке мойке оборудования, запасных частей и агрегатов в целом, определены технологические режимы работы установки по обезвреживанию и регенерации отработанного моющего раствора.

В качестве предмета исследования рассматриваются системы оборотного водоснабжения, в которых предусматривается оптимизация реагентов при обработке технологических растворов от эмульгированных примесей масла, взвешенных веществ, растворенных примесей, образующихся в ремонтном производстве.

Материалы и методы исследований направлены на интенсификацию систем промышленного водоснабжения, рассматривающих не только оптимальное ко-

личество ресурсосберегающих технологий и количество ступеней (этапов) обработки сточных вод ремонтного производства.

Исследование посвящено обезвоживанию и регенерации отработанного моющего раствора ремонтно-механического завода в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий для очистки технологических растворов от эмульгированных примесей масла, взвешенных веществ, растворенных примесей, образующихся на участке мойке оборудования, запасных частей и агрегатов в целом.

Ключевые слова: сточные воды, ремонтно-механический завод, электрофлотация, флотация, отстаивание, фильтрация.

TECHNOLOGICAL SCHEME OF NEUTRALIZATION WASTE DETERGENT SOLUTION REPAIR AND MECHANICAL PRODUCTION

I. V. Nikolenko¹, S. I. Movchan²

Abstract

On the example of the developed technological scheme for dehydration and regeneration of the spent washing solution of the repair and mechanical plant, designed to clean technological solutions from emulsified impurities of oil and oil products, suspended solids, dissolved impurities formed in the washing area of equipment, spare parts and assemblies as a whole, the technological operating modes of the installation for dehydration and regeneration of the spent washing solution.

The subject of the study is the systems of circulating water supply, which provide for the optimization of reagents, when processing technological solutions from emulsified oil impurities, suspended solids, dissolved impurities formed in the repair industry.

Materials and research methods are aimed at intensifying industrial water supply systems, considering not only the optimal number of resource-saving technologies and the number of stages (stages) of wastewater treatment of repair production.

The obtained research results make it possible to use the installation for dehydration and regeneration of the spent cleaning solution of a mechanical repair plant in the recycling water supply systems of industrial enterprises for cleaning process solutions from emulsified oil impurities, suspended solids, dissolved impurities formed in the washing area of equipment, spare parts and assemblies as a whole. .

Keywords: wastewater, mechanical repair plant, electro-flotation, flotation, settling, filtration

Введение. Опыт эксплуатации систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий, направленных на очистку сточных вод гальванических отделений показал, что используемые мощности по очистке сточных вод, оценке качества их очистки и утилизации образующегося осадка используются не в полной мере. Обусловлено это как объективными условиями, так, и субъективными.

Прежде всего, это обусловлено спецификой загрязнений, которые накапливаются на ремонтных предприятиях и обрабатываются в системах промышленного водоснабжения данных предприятий.

Анализ последних исследований. Представленный материал является логическим продолжением публикаций авторов, направленных на исследование обезвреживания отработанного моющего раствора ремонтно-механического производства.

Усовершенствование технологии очистки сточных вод с использованием моющих растворов, приготовленных на воде с повышенным содержанием солей кальция и магния, позволяет производить обработку сточных вод, содержащих соли кальция и магния в пределах 28-31 мг-экв/л [1].

Сточные воды гальванического производства имеют специфику, которая состоит в многообразии загрязнений, в том числе в содержании ионов тяжёлых металлов, механических примесей, масла и нефтепродуктов [2].

В сточных водах ремонтно-механических предприятий наличие масел и нефтепродуктов в различных формах является обязательным условием. Более того, включения масел и нефтепродуктов находятся в достаточно разнообразном состоянии и часто [3].

Условия образования сточных вод в ремонтном производстве и технологическое оборудование в схемах очистки сточных вод, образующихся от ремонтных предприятий АПК, позволяют определить начальные условия обработки сточных вод [4, 5].

Общие подходы, разработанные и реализованные в процессе научных исследований [6, 7, 8], не в полной мере позволяют создать условия для повышения эффективности работы оборотных систем водоснабжения. Обусловлено это высокими требованиями, предъявляемыми к качеству воды, используемой в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

Разработанные технологии обработки сточных вод промышленных предприятий не обеспечивают бесперебойное снабжение отдельных участков промышленных предприятий постоянными объёмами экологически безопасной воды.

Коэффициент эффективности оценки качества очистки сточных вод промышленных предприятий находится на невысоком уровне, что не позволяет использовать в промышленном водоснабжении современные средства управления и автоматизации производственных процессов.

Материалы и методы. Интенсификация обработки сточных вод относится к прикладным научным исследованиям, необходимость которых состоит в поиске путей реализации практических проблем, в зависимости от условий эксплуатации водоочистного оборудования.

Для практической реализации теоретических методов исследования целесообразно использовать следующие методы-операции: моделирование и проведение экспериментальных исследований, которые решают теоретические методы-действия: доказательство научных теорий, проверенных практикой.

В данном случае представлены этапы научного исследования, направленные на интенсификацию работы систем оборотного водоснабжения (рисунок 1).

Методы исследований базируются на физико-химических процессах обработки, очистки, извлечения и обеззараживания сточных вод с тяжелыми металлами, которые являются основой рационального использования воды в системах промышленного водоснабжения, уменьшения сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод, и, как следствие, снижения антропогенной нагрузки на водные объекты.

Результаты и обсуждение. Интенсивность работы систем оборотного водоснабжения является определяющим фактором в работе не только систем подачи воды, её использования с последующей утилизацией, но и для ведения эффективной экономической деятельности в условиях современных рыночных отношений.

Как одним из направлений повышения уровня интенсивности работы систем оборотного водоснабжения, является создание в пределах каждого промышленного производства условий для решения ранее обозначенных вопросов.



Рисунок 1 – Этапы научного исследования, направленные на интенсификацию работы систем оборотного водоснабжения

Для обеспечения эффективных и надёжных режимов систем оборотного водоснабжения необходимо совершенствовать составляющие технологий использования воды по следующим трем принципиальным направлениям:

- усовершенствование технологической схемы очистки сточных вод за счёт обезвреживания отработанного моющего раствора;
- очистка сточных вод механического цеха с оборотным циклом использования воды в системе технического водоснабжения;
- повышение уровня очистки сточных вод с использованием коагулянтов;
- повышение уровня удаления взвешенных веществ обрабатываемых сточных вод за счёт интенсификации узла насыщения газом.

Интенсификация очистки сточных вод ремонтно–механических предприятий состоит в начальном разделении поступающего состава сточных вод гальванических отделений на очистку. Конструкциями и технологическими условиями предусмотрено производить очистку гальванических сточных вод, с повышенным содержанием ионов тяжёлых металлов, взвешенных веществ и др. загрязняющих веществ, в нескольких технологических режимах. Выбор коаксиально расположенных емкостей позволяет выбрать минимальные габаритные размеры и использовать оборудование для аналогичных предприятий.

При выборе рациональных параметров и режимов интенсификации очистки маслосодержащих сточных вод предусмотрено использование сатуратора, реакционной и флотационной камер, позволяющих в полной мере производить очистку сточных вод от масел и нефтепродуктов. Производительность установки составляет 2...4 м³/час, расход металлического накопителя на стальных электродах 30...40 кг/месяц и стальной стружки 30...50 кг/месяц, создает условия для минимизации удельного расхода электрической энергии на уровне 1,2...1,8 кВт. час/м³.

Использование коагулянтов и реагентов является составной частью интенсификации очистки сточных вод систем оборотного водоснабжения. Связано это с преимуществами, которые заключаются в следующем: уменьшается время на обработку сточных вод, повышается эффективность их обработки, к оборудованию по очистке сточных вод выдвигаются невысокие требования и, самое главное, повышается надёжность обработки сточных вод в широком диапазоне поступающих загрязнений.

На большинстве гальванических отделений при очистке сточных вод образующиеся сточные воды требуют повышения интенсификации на начальных стадиях, когда при разделении сточных образуется значительные объёмы взвешенных веществ, ограничивающие эффективность работы очистных сооружений. Поэтому для повышения надёжности их работы целесообразно использовать инжекторные устройства, позволяющие сократить время на удаление всплывших взвешенных веществ и создающие условия для последующих технологических операций.

1. Состав и характеристика сточных вод ремонтно–механических предприятий

Сточные воды ремонтно–механических заводов (РМЗ) относятся к числу наиболее распространенных сточных вод как у нас в стране, так и за рубежом. Технологией обработки воды необходимо предусмотреть обработку сточных вод как минимум в трех технологических режимах: при малых концентрациях ше-

сшивалентного хрома, при повышенных его концентрациях и в случае его отсутствия. Такая градация общих загрязнений шестивалентного хрома позволяет предусмотреть возможные случаи нарушения технологических режимов и в какой-то мере обезопасить попадание агрессивных сточных вод в окружающую природную среду. Эти воды имеют следующий состав загрязнения (табл. 1).

Таблица 1 – Состав сточных вод гальванического производства Чертковского ремонтно-механического завода (РМЗ)

Наименование операции	рН	Составляющие ингредиенты сточных вод, мг/л						
		Общая минерализация	Взвешенные вещества	Ca ²⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Zn ²⁺	Fe ³⁺
Исходная вода	3,73	2238	297,75	95,0	3,50	43,5	38,50	77,25
Наименование операции	Cr ³⁺	Нефтепродукты	ХПК, мг/л, O ₂	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Cr ₂ O ₇ ²⁻
Исходная вода	2,75	187,0	25,32	67,0	111,00	228,0	123,0	14,50

2. Схема по обезвоживанию и регенерации отработанного моющего раствора ремонтно-механического завода

Исходя из объема и состава приведенных загрязнений, была разработана и апробирована в промышленных условиях технологическая схема по обезвоживанию и регенерации отработанного моющего раствора ремонтно-механического завода (РМЗ) (рисунки 2).

Рекомендуемая технологическая схема установки по обезвреживанию отработанного моющего раствора Чертковского ремонтно-механического завода (г. Чертков, Тернопольская обл.).

Разработанная технологическая схема и установка по обезвоживанию и регенерации отработанного моющего раствора ремонтно-механического завода предназначена для очистки технологических растворов от эмульгированных примесей масла, взвешенных веществ, растворенных примесей, образующихся на участке мойке оборудования, запасных частей и агрегатов в целом.

Установка является составной частью технологического оборудования позволяет производить очистку отработанных моющих растворов с высоким процентом очистки (табл. 1), возвращать в оборотное водоснабжение участков и цехов промышленных предприятий очищенную воду. А также обезвреживать и извлекать примеси из сточных вод для последующей утилизации.

Основными элементами установки является микрореактор – флотатор 1, нерастворимые стальные электроды 10 и электроды вторичной доочистки 11. Кроме этого, конструкцией установки предусмотрены нерастворимые стальные электроды 10 и электроды вторичной доочистки 11, которые установлены в электрореакторе – флотаторе 1. В верхней части электрореактора – флотатора расположено эжекторное устройство 12.

Конструкция установки позволяет путем замены отдельных элементов по соответствующим технологическим схемам производить обработку сточных вод в следующих режимах:

- электрофлотация – флотация - отстаивание – фильтрация;
- электрокоагуляция – флотация - электрофлотация – фильтрация;
- электрохимическая коагуляция – восстановление растворенных форм шестивалентного хрома;
- электрофлотация - осаждение – фильтрация;
- флотация – электрокоагуляция - электрофлотация – фильтрация.

Работа установки в нескольких технологических режимах позволяет достигать высокую эффективность очистки сточных вод, упростить эксплуатацию технологического оборудования и повысить надежность работы водоочистного оборудования.

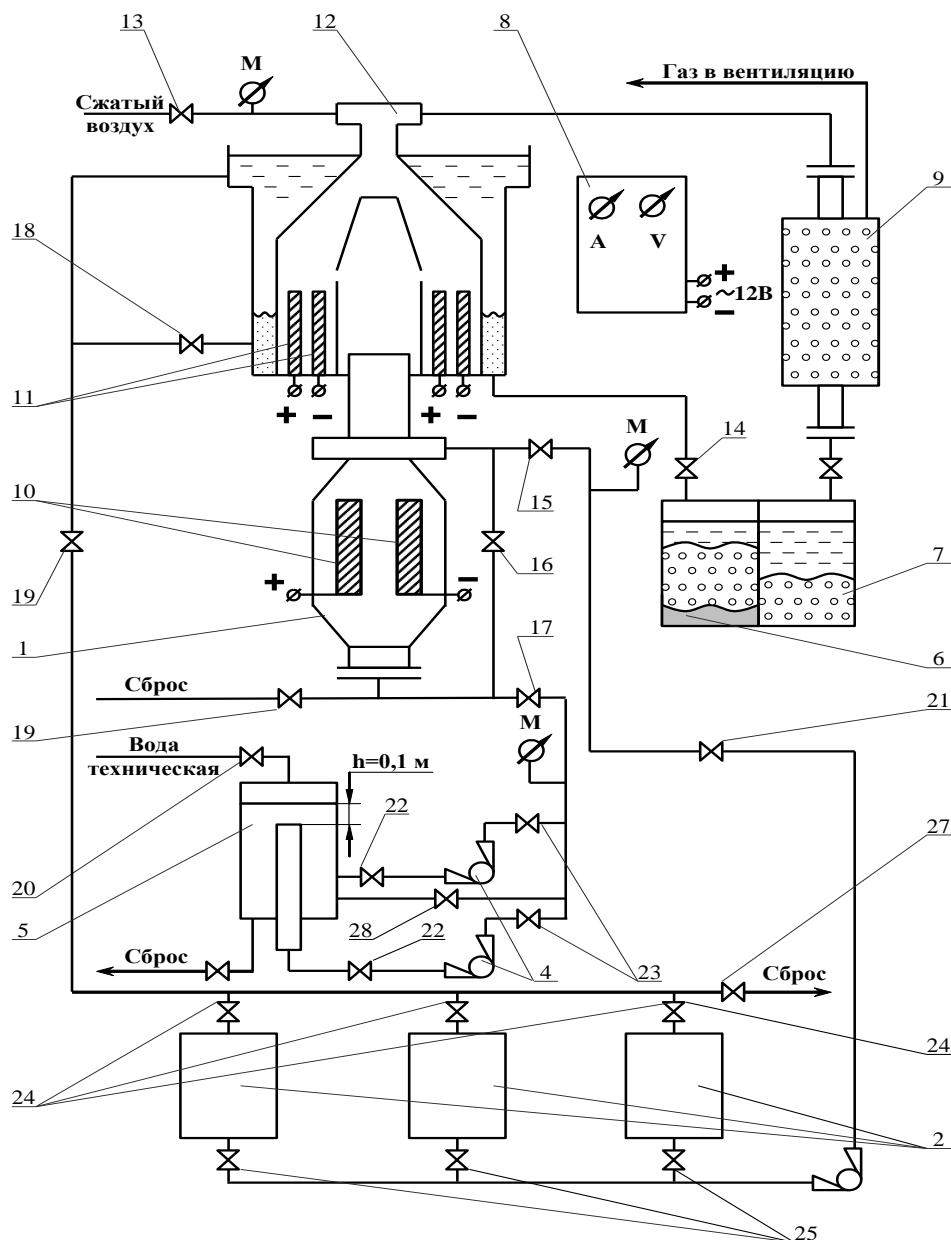


Рисунок 2 – Технологическая схема по обезвоживанию и регенерации отработанного моющего раствора ремонтно-механического завода (г. Чортков, Тернопольской обл.):
 1 – микрореактор – флотатор; 2 – машины моющие – очищающие; 3 – насос подачи ОМР;
 4 – насос подачи электролита; 5 – сборник электролита; 6 – сборник шлама; 7 – сборник масла; 8 - выпрямительное устройство; 9 – сепаратор шлама; 10 – нерастворимые стальные электроды; 11 – электроды вторичной доочистки; 12 – эжекторное устройство

Установка работает следующим образом. Загрязненный технологический раствор от моющих машин 2, насосом 3 перекачивается в электрореактор. При этом, в зависимости от концентрации загрязнения, и физико-химических особенностей отработанного моющего раствора, предусматривается подача сточных вод, как межэлектродное, так и надэлектродное пространство.

Электроды 10 соединены с источником постоянного тока 8 и вырабатывают коагулянт и газ. Взаимодействие примесей коагулянта и газа, их интенсификация, происходит в конусных устройствах установки, где они отделяются в виде флотошлама.

Удаление всплывших примесей из электрореактора – флотатора производится эжекторным устройством 12, работающим с использованием сжатого воздуха.

Дополнительная обработка отработанного моющего раствора в межэлектродном пространстве электродов вторичной доочистки позволяет получить примеси более крупных размеров и улучшить эффективность их осаждения в цилиндрическом корпусе установки.

Эффективность очистки сточных вод определяется по количеству извлеченных и обезвреженных примесей. Для повышения эффективности сильнозагрязненных отработанных моющих растворов и предотвращения пассивации электродов различными загрязнителями предусматривается система подачи электролита в межэлектродное пространство. При этом возможна подача электролита и отработанного моющего раствора в пространство над электродами.

Для этих целей электролит из емкости 5 насосом 4 подается в электрореактор – флотатор. Оптимальное соотношение электролита и моющего раствора находится в пределах $1 : 1 \dots 1 : 0,5$ весовых частей.

Часть очищенного моющего раствора возвращается в емкость электролита 5, через задвижку 20. Осадок периодически сбрасывают в сборник шлама 6, а масло и насыщенный раствор флотошлама в сборник масла 7.

Основными техническими преимуществами предлагаемой технологической схемы и разработанной установки является возможность производить обработку сточных вод РМЗ с высокой степенью очистки. Небольшие габаритные размеры установки и простота при изготовлении позволяют сконцентрировать на незначительных производственных площадях эффективно действующее технологическое оборудование.

Оптимальное размещение и сосредоточение коаксиально расположенных камер установки, позволяет рационально выдержать соотношение гидродинамических параметров движущихся потоков при обработке сточных вод.

В установке предусмотрена пассивация электродов, которая достигается подачей сточных вод в надэлектродное пространство и взаимодействие примесей с электрогенерированным коагулянтами в первой ступени очистки (первый конусный цилиндр), который снабжен конусным устройством сбора флотошлама.

Установленные во флотокамере сборы всплывшего шлама позволяют интенсифицировать процесс отделения загрязнений, а боковая перфорация ци-

линдров создает стесненные условия для движения пузырьков газовой фазы. Это позволяет получить более высокую концентрацию пузырьков данной фазы в заданных зонах флотокамеры и соответственно, более эффективность флотации примесей.

Коаксиальное расположение конусных сборных устройств позволяет в 2 ... 3 раза увеличить эффективность уплотнения флотошлама и снизить его объем.

Выводы 1. Разработанные новые технологические решения по интенсификации работы оборотных систем водоснабжения, с учётом специфики производства, состава и количества сточных вод.

2. Усовершенствованная технология очистки сточных вод гальванического производства Чертковского РМЗ позволяет работать в нескольких технологических режимах: электрофлотация – флотация - отстаивание – фильтрация; электрокоагуляция – флотация - электрофлотация – фильтрация; электрохимическая коагуляция – восстановление растворенных форм шестивалентного хрома; электрофлотация осаждение – фильтрация; флотация – электрокоагуляция - электрофлотация – фильтрация, оптимальная из которых выбирается в процессе пуска – наладочных работ.

3. Производительность установки составляет 1...2 м³/час, при удельном расходе тока на объём загрязнённой жидкости 300...1800 г/л, удельный расход электрической энергии 300 ... 1800 г/л.

4. Определено оптимальное соотношение электролита и моющего раствора, которое находится в пределах 1 : 1 ... 1 : 0,5 весовых частей. Использование электролита в таком соотношении повышает эффективность сильнозагрязнённых отработанных моющих растворов и предотвращения пассивации электродов различными загрязнителями, при которой предусматривается система подачи электролита в межэлектродное пространство.

5. Разработанная технология очистки сточных вод ремонтно-механических производств позволяет производить очистку сточных вод в нескольких технологических режимах, оптимальный из которых выбирается в процессе пуска-наладочных работ.

Список цитированных источников

1. Мовчан С.И., Дидур В.А. Усовершенствование технологии очистки сточных вод с использованием моющих растворов, приготовленных на воде с повышенным содержанием солей кальция и магния // Науковий вісник будівництва. Вип. 20, Харків, ХДТУБА – ХОТВ, 2003. - С. 144 – 155.
2. Мовчан С.И. Характеристика гальванического производства в технологических процессах ремонтных предприятий / Труды ТАТА. – Мелитополь, 2003. Вып. 15. – С. 119-125.
3. Мовчан С.И. Гулевский В.Б. Очищення мастильно-охолоджувальних рідин при відновленні деталей сільськогосподарської техніки / Праці ТДАТУ [Електронний ресурс]. – Мелітополь, 2012. – Вип. Т. 8. – С. 256 – 264
Режим доступа: <http://www.denver>.

4. Мовчан С.И., Бунина Л.Н. Условия образования сточных вод в ремонтном производстве предприятий АПК // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: матер. I Межд. научно-практ. конф. (Мелитополь, 22 ноября 2022 г.) / МГУ: ред. коллегия О.А. Ерёменко, С.А. Нестеренко, Н.И. Болтянская и [др.]. – Мелитополь: МГУ, 2022. – 419 с. С. 177- 182.
5. Технологическое оборудование в схемах очистки сточных вод, образующихся от ремонтных предприятий АПК / С.И. Мовчан, Л.Н. Бунина // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: материалы I Международной научно-практической конференции молодых ученых (Мелитополь, 27-28 февраля 2023 г.) / МГУ: ред. кол. О.А. Еременко, С.А. Нестеренко, Н.И. Болтянская [и др.]. - Мелитополь: МГУ, 2023. - 516 с. С. 365-367.
6. Гироль М.М. Интенсификация процесса доочистки сточных вод фильтрованием. Дис. ... докт. техн. наук / Научный консультант д.т.н., проф. Журба М. Г.; ХИСИ. – Х., 1993. – 384 с.
7. Кобылянский В.Я. Методы и аппаратура биотестирования воды для интенсификации работы систем водоснабжения и канализации. Дис. ... к. т. н. / Научн. руковод. проф. Петросов В.А.; ХГТУСА. – Х., 2001. – 473 с.
8. Петросов В.А. Теоретическое обоснование и разработка методов интенсификации работы систем водообеспечения. Дис. ... д. т. н. ХГТУСА. – Х., 1993. – 139 с.
9. Тельнов Н.Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1983. 256 с.
10. Батищев А.Н., Голубев И.Г., Лялякин В.П. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники. – М.: Информагротех, 1995. – 295с.
11. Ежевский А.А., Черноиванов В.И., Федоренко В.Ф. Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства. - М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2010.-288с.
12. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Инновационные проекты и разработки в области технического сервиса. - М.:ФГНУ «Росинформагротех»,2010. - 95с.

УДК 628.349.087.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ СВИНЦА ИЗ ПРОМЫВНЫХ ВОД МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА

М.М. Рипная

ассистент, ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», Макеевка, РФ, yalalova-rita@mail.ru

Аннотация

Изучен процесс извлечения свинца из промывочных вод методом электролиза. Определено, что с разбавлением борфтористоводородного электролита, снижается допустимая плотность тока, необходимая для равномерного осажде-