

УДК 628.316

ГРУЗИНОВА
Валерия Леонидовна

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ
НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД
ЛОКОМОТИВНЫХ ДЕПО**

Автореферат диссертации на соискание
ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны водных ресурсов

Минск, 2011

Работа выполнена в Белорусском национальном техническом университете и учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта».

Научный руководитель – **Воронин Анатолий Григорьевич**, кандидат технических наук, доцент, ведущий инженер научно-исследовательской лаборатории водохозяйственного строительства Белорусского национального технического университета

Официальные оппоненты: **Липский Владимир Константинович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Трубопроводный транспорт, водоснабжение и гидравлика» учреждения образования «Полоцкий государственный университет»

Кравцов Александр Маратович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Гидравлика и гидравлические машины» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Оппонирующая организация – Государственное научное учреждение «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»

Защита состоится 3 февраля 2012 года в 15⁰⁰ часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.05.10 при Белорусском национальном техническом университете: 220027, г. Минск, проспект Независимости, 65, корп. 1, а. 202, телефон ученого секретаря (017)265-97-29.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского национального технического университета.

Автореферат разослан 26 декабря 2011 г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций, к. т. н., доцент



Нестеров Л.В.
© Грузинова В.Л., 2011

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь функционируют 16 локомотивных депо, в результате производственной деятельности которых образуются нефтесодержащие сточные воды, по составу присутствующих нефтепродуктов существенно отличающихся от нефтесодержащих сточных вод других отраслей промышленности (нефтехимической, нефтеперерабатывающей). Их особенностью является наличие компонентов дизельного топлива, моторных и трансмиссионных минеральных масел, топочного мазута, смазочно-охлаждающих жидкостей. Специфика состава нефтепродуктов определяет их состояние в сточных водах: эмульсии, образующиеся в условиях турбулентного течения или механического перемешивания воды и масел, и коллоиды, образующиеся при попадании в воду компонентов дизельного топлива.

Наиболее эффективным методом удаления эмульгированных и коллоидных нефтепродуктов из сточных вод является физико-химический, в связи с чем в составе очистных сооружений локомотивных депо в качестве основных элементов присутствуют коагуляционная обработка и фильтрование. Однако, использование при этом низкоактивных по отношению к нефтепродуктам материалов, в частности сульфата алюминия и древесной стружки, является причиной низкого качества очистки и повышенного содержания нефтепродуктов в очищенной сточной воде.

С учетом экономических аспектов, наиболее целесообразным решением проблемы повышения эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо является замена коагулянта и фильтрующей загрузки без изменения технологической схемы. Поиск и внедрение в технологию очистки материалов, обладающих высокой активностью по отношению к извлекаемым нефтепродуктам, определяет необходимость и актуальность проведения исследований, результаты которых позволят научно обосновать возможность и подтвердить эффективность их использования.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Тема диссертации включена в утверждённые научные планы Белорусского национального технического университета и соответствует приоритетному направлению фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь в области экологической безопасности, охраны окружающей среды, предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (Приоритетные направления фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006 – 2010 годы: постановление Совета Мини-

стров Республики Беларусь от 17.05.2005 № 512), а также государственным программам:

- Директиве № 3 от 14 июня 2007 г. «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства»;

- государственной программе по водоснабжению и водоотведению «Чистая вода», утвержденной Президентом Республики Беларусь от 10 апреля 2006 № 208;

- Республиканской программе энергосбережения на 2006-2010 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 февраля 2006 г. № 137;

- постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 19 июня 1998 г. № 965 «О мерах по усилению работы по реализации энергосберегающей политики в республике»;

- государственной комплексной программе модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов в 2006-2010 годах, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь Указом от 25 августа 2005 г. № 399;

- приложению к постановлению Министерства экономики от 29 декабря 2000 г. №249 «Программа мер по реализации в 2001-2003 годах основных направлений энергетической политики Республики Беларусь на 2001-2005 годы и на период до 2015 года».

Работа выполнена на кафедре «Водоснабжение и водоотведение» Белорусского национального технического университета и в Научно-исследовательском центре экологической безопасности и энергосбережения на транспорте Белорусского государственного университета транспорта в рамках госбюджетных, хоздоговорных и научно-исследовательских работ: ГБ 06-237 «Совершенствование систем городского водного хозяйства», 2010 г.; ХДТ № 2429 «Исследование методов очистки и способов утилизации отходов нефтесодержащих сточных вод предприятий железнодорожного транспорта», 2001 г.; ХДТ № 5063 «Исследование эффективности применения оксихлорида алюминия и полимерного сорбента для очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивного депо Лунинец», 2007 г.; НИР № 2945 «Исследование состояния экологической безопасности на железнодорожном транспорте и разработка нормативных документов и рекомендаций по сокращению выбросов вредных веществ», 2003 г., номер госрегистрации 2003854; НИР № 3311 «Разработка нормативной базы по проведению энергоаудита и расчету эффективности энергосберегающих мероприятий на предприятиях локомотивного хозяйства Белорусской железной дороги», 2004 г., номер госрегистрации 20042209; НИР № 3939 «Исследование состояния экологической безопасности на железнодорожном транспорте и раз-

работка рекомендаций по сокращению выбросов вредных веществ», 2005 г., номер госрегистрации 20053422, финансируемых и утвержденных Управлением и отделениями Белорусской железной дороги.

Цель и задачи исследований. Целью диссертационной работы является повышение эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

– выполнить анализ закономерностей коагуляционной обработки воды и обосновать преимущества очистки воды гидроксохлоридом алюминия по сравнению с сульфатом алюминия;

– экспериментально установить свойства обрезков нити полипропиленовой для обоснования возможности их применения в качестве фильтрующего материала при извлечении нефтепродуктов из сточных вод;

– провести экспериментальные исследования для определения эффективности использования гидроксохлорида алюминия и обрезков нити полипропиленовой в системах очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо и установить параметры технологического режима очистки воды с их применением;

– на основании результатов экспериментальных исследований установить зависимости, описывающие процесс очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо по предлагаемой технологии.

Объектом исследования являются очистные сооружения нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо.

Предмет исследования – технологический процесс коагуляционной обработки и фильтрования нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо.

Положения, выносимые на защиту.

1. Научное обоснование существенных преимуществ гидроксохлорида алюминия, установленных по результатам исследований процесса коагуляционной очистки сточных вод, по сравнению с широко используемым сульфатом алюминия.

2. Обоснование возможности использования обрезков полипропиленовой нити в качестве эффективного фильтрующего материала для извлечения нефтепродуктов из сточных вод, основанное на экспериментально выявленной сопоставимости их свойств с характеристиками промышленно выпускаемых фильтрующих материалов: пористость (78-89 %), удельная поверхность волокон (75 м²/кг), грязеемкость по нефтепродуктам (51,4 мг/г).

3. Научное обоснование технологии коагуляционной очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо гидроксохлоридом алюминия, обеспечивающей повышение эффективности удаления взвешенных веществ до 98,6 % и нефтепродуктов до 93,6 %.

4. Экспериментально установленные технологические параметры фильтрования нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо с использованием в качестве фильтрующей загрузки обрезков полипропиленовой нити, при которых эффективность удаления взвешенных веществ повышается до 91,5 % и нефтепродуктов – до 82,0 %.

5. Экспериментально установленные закономерности, представленные в виде регрессионных уравнений, позволяющие определить технологические параметры коагуляционной очистки с использованием гидроксохлорида алюминия и фильтрования с применением обрезков полипропиленовой нити, в зависимости от исходного качества сточных вод локомотивных депо и требуемого качества очищенной воды.

Личный вклад соискателя. Диссертантом обосновано научно-практическое направление исследований, поставлена цель, сформулированы задачи и определены методы проведения исследований. Основные выводы по диссертационной работе базируются на результатах теоретических и экспериментальных исследований, проведенных автором лично. При участии автора разработаны рекомендации по применению гидроксохлорида алюминия и обрезков нити полипропиленовой в системах очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо, а также осуществлено внедрение в производство предлагаемой технологии очистки.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса», г. Гомель, 2003; VIII-ой Республиканской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Архитектура, строительство, транспортные коммуникации. Аграрно-технические и аграрно-инженерные науки», г. Минск, 2003; 65-ой международной научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта», г. Днепропетровск, 2006; международной научно-практической конференции «Экологическая безопасность и энергосбережение на транспорте», г. Гомель, 2006; 3-ей международной научно-практической конференции «Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура», г. Мозырь, 2007; 7-ой международной научно-технической конференции «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии», г. Гродно, 2007; международной научно-практической конференции «Техника и технологии: инновации и качество», г. Барановичи, 2007; 4-ой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности», г. Санкт-Петербург, 2007; 4-ой международной научно-практической конференции «Проблемы безопасности на транспорте», Гомель,

2007; 4-ой международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития транспортных систем в условиях реформирования железнодорожного транспорта: управление, экономика и технологии», Киев, 2008; 1-ой международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Курск, 2009; 2-ой Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Курск, 2010, а также на научном семинаре факультета энергетического строительства БНТУ и научно-методическом семинаре по рассмотрению диссертационных исследований Полоцкого государственного университета.

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано:

– 6 статей в рецензируемых научных изданиях и журналах, включенных в перечень ВАК Беларуси, что соответствует 3,1 авторского листа;

– 9 статей в материалах и сборниках научных конференций, что соответствует 1,3 авторского листа;

– 5 – в сборниках тезисов докладов, что соответствует 0,55 авторского листа;

– рекомендации по применению гидроксохлорида алюминия и полимерного сорбента в системах очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо, утвержденные приказом Управления Белорусской железной дороги № 322НЗ от 02.05.2007. Объем материалов соответствует 0,5 авторского листа;

– акт внедрения результатов исследований в производство;

– акт внедрения результатов исследований в учебный процесс.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из двух книг. В первой книге представлена диссертация, которая включает введение, общую характеристику, 5 глав, заключение и библиографический список из 231 наименования (включая 21 собственную публикацию). Полный объем книги диссертации составляет 130 страниц, включая 25 иллюстраций, 27 таблиц, объем второй книги, в которой помещены 8 приложений, 103 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрены особенности состава нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо и основные факторы, влияющие на извлечение нефтепродуктов из сточных вод.

Анализ работы очистных сооружений локомотивных депо позволил выявить существование проблемы низкой эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод, обусловленной использованием в качестве коагулянта сульфата алюминия, обладающего низкой коагуляционной активностью, и древесной стружки в качестве фильтрующего материала, вызывающей вторичное загрязнение воды фенолом и скипидарным маслом.

В результате выполненного литературного обзора и патентного поиска установлено, что наиболее эффективные коагулянты – основные соли, в частности, гидроксохлорид алюминия (ГОХА). В настоящее время имеется ряд публикаций, описывающих технологические параметры коагуляционной очистки и эффективность применения ГОХА на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Однако применение параметров, установленных для процесса очистки сточных вод указанных предприятий, к процессу коагуляционной очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо не является обоснованным решением по причине существенных различий в составе сточных вод. К тому же, отсутствие в литературных источниках обоснования преимуществ коагуляционной обработки сточных вод ГОХА по сравнению с другими коагулянтами предопределяет необходимость проведения научных исследований в этой области.

В качестве фильтрующих материалов, обеспечивающих эффективное удаление нефтепродуктов из сточных вод, используют синтетические волокна, чаще на основе полипропилена. Республика Беларусь является крупнейшим производителем полимерных волокон, поэтому актуальным является расширение области применения выпускаемых материалов, что по сравнению с запуском нового производства может стать экономически выгодным решением. Кроме того, в технологическом процессе образуются обрезки, которые при наличии схожих свойств также могут использоваться в качестве фильтрующей загрузки. При этом решается актуальная на сегодняшний день проблема утилизации накопившихся отходов. В связи с этим в представленной работе впервые оценена возможность использования обрезков, образующихся при производстве нити полипропиленовой (ТУ РБ 00204056-078-94) на РУП СПО «Химволокно» (г. Светлогорск), для очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо.

Во второй главе на основании результатов анализа закономерностей коагуляционной обработки воды научно обоснованы существенные преимущества использования гидроксохлорида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$) по сравнению с сульфатом алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), применяемым в системах очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо.

Основными факторами, влияющими на скорость коагуляции, являются степень диссоциации и гидролиза реагента, ионная сила раствора I , активная концентрация a и коэффициент активности раствора γ . При *диссоциации* сульфата алюминия образуется ион алюминия, а формирование нерастворимого гидроксида алюминия происходит после трех ступеней *гидролиза*. Гидроксохлорид алюминия при диссоциации распадается на ионы с образованием ядра $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, способного адсорбировать загрязняющие вещества, а формирование нерастворимого гидроксида алюминия протекает по одной ступени.

Степень диссоциации зависит от энергии E взаимодействия ионов электролита между собой, величина которой может быть вычислена по основному закону электростатики. Но поскольку речь идет об энергии, а не о силе взаимодействия, знаменатель уравнения будет содержать первую степень расстояния:

$$A = \frac{q_1 \cdot q_2}{\varepsilon \cdot d}, \quad (1)$$

где E – энергия взаимодействия ионов электролита;
 q_1, q_2 – заряд ионов, на которые диссоциирует электролит;
 ε – диэлектрическая постоянная воды;
 d – расстояние между ионами, в данном случае складывается из радиусов диссоциировавших ионов.

Поскольку взаимодействие между ионами ГОХА ($E=0,08 \cdot 10^{-29}$ Дж) почти в 7 раз меньше аналогичной величины для сульфата алюминия ($E=0,53 \cdot 10^{-29}$ Дж), диссоциация ГОХА протекает полнее, его доза будет значительно меньшей по сравнению с дозой сульфата алюминия, а эффективность очистки воды выше.

С понижением ионной силы раствора диссоциация электролита протекает полнее, активная концентрация и коэффициент активности возрастают, что объясняет повышенную коагулирующую способность электролита. К тому же известно, что меньшие коэффициенты активности наблюдаются при сильно гидратированных ионах, что отрицательно влияет на коагуляцию. По результатам расчетов установлены следующие параметры: $I_{\text{СА}}=0,032$, $I_{\text{ГОХА}}=0,002$, $a_{\text{СА}}=4 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $a_{\text{ГОХА}}=21 \cdot 10^{-4}$ моль/л, $\gamma_{\text{СА}}=0,41$, $\gamma_{\text{ГОХА}}=0,957$. Меньшая ионная сила и высокая активная концентрация ГОХА подтверждают более полную диссоциацию соли и ее высокую коагулирующую способность.

Кроме этого, на основании результатов теоретических исследований установлено, что ГОХА обладает более высокой коагулирующей способностью по следующим причинам:

- за счет сокращения ступеней гидролиза увеличивается скорость коагуляции, снижается концентрация ионов водорода и уменьшается влияние величины рН на процесс коагуляции;
- образование полимерных гидроксокомплексов повышает эффективность хлопьеобразования;
- коагулирующий ион $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, обладающий большим радиусом и меньшим зарядом, гидратируется в меньшей степени.

В третьей главе приводится описание методик измерений, лабораторных установок, порядка проведения экспериментальных исследований, излагаются полученные результаты, и проводится их анализ.

Экспериментальные исследования в лабораторных условиях, для подтверждения эффективности замены сульфата алюминия и использования ГОХА, проводились на производственных сточных водах локомотивного депо Гомель. В качестве реагентов применяли сульфат алюминия второго сорта по ГОСТ 12966–85 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), используемый в настоящее время в локомотивных депо, и ГОХА ($\text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl}$) с основностью 68 % (ТУ У 19155069.001-1999).

Методика определения дозы коагулянта: перед началом эксперимента сточную воду перемешивали и отбирали пробы для определения начальной концентрации загрязняющих веществ. Затем сточную воду помещали в пять мерных цилиндров объемом 1 дм³ каждый, которые устанавливали на магнитную мешалку. В каждый цилиндр вносили определенный объем рабочего раствора коагулянта, который соответствовал дозе по оксиду алюминия 11, 16, 21, 27 и 53 мг/л. Доза 53 мг/л выбрана с учетом того, что она применяется при использовании сульфата алюминия в системах очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо. На основании того предположения, что для гидроксохлорида алюминия доза должна быть меньше в силу более полного протекания диссоциации и гидролиза, применяли дозы 11, 16, 21 и 27 мг/л.

Добавив к исследуемой воде коагулянт, систему включали на быстрое перемешивание в течение 30 с, а затем снижали скорость вращения мешалки и продолжали перемешивать в течение 5–15 минут. После этого смесительную систему выключали, цилиндры оставляли на 30–60 минут и наблюдали за осаждением хлопьев (таблица 1). В конце опыта определяли конечное содержание загрязняющих веществ и эффективность очистки сточной воды.

Таблица 1 – Структура и свойства образовавшегося осадка

Характеристики осадка	Сульфат алюминия	Гидроксохлорид алюминия
Время начала хлопьеобразования, мин	0,25-0,33	0,08-0,17
Размер хлопьев, мм	0,5-1,5	1-4
Гидравлическая крупность хлопьев, мм/с	0,6-0,9	1,5-4
Продолжительность полного осаждения хлопьев, мин	125-230	67-72
Объем осадка после полного осаждения хлопьев, %	6-18,5	3-15
Уменьшение объема осадка после суточного уплотнения, %	на 10-15 %	на 15-20 %
Влажность осадка, %	99,6	99,3
Плотность осадка, кг/м ³	944	981
Зольность осадка, %	54,2	48
Концентрация осадка, кг/м ³	3,8	5,7

Эффективность коагуляции зависит от продолжительности пребывания воды в сооружении t и среднего градиента скорости G . Наиболее точно процесс

хлопьеобразования характеризует критерий Кэмпса Gt , который должен находиться в пределах от 10 000 до 210 000, а градиент скорости – от 20 до 50 с^{-1} (для механических камер хлопьеобразования с перемешивающим устройством с вертикальной осью вращения). Технологические параметры коагуляции приведены в таблице 2. Очевидно, что наиболее эффективно градиентная коагуляция будет протекать при продолжительности стадии 10 и 15 минут.

Таблица 2 – Технологические параметры коагуляции

Стадия коагуляции	Скорость вращения мешалки, n , мин^{-1}	Угловая скорость вращения, ω , с^{-1}	Линейная скорость движения, v , м/с	Продолжительность стадии t , мин	Градиент скорости, G , с^{-1}	Критерий Кэмпса, Gt
молекулярно-кинетическая	300	31,4	0,8	0,5	200	6 000
градиентная	60	6,3	0,17	5	20	6 000
				10		12 000
				15		18 000

При введении гидроксохлорида алюминия образуются крупные и пористые хлопья, вследствие чего поглощение ими основной массы нефтепродуктов происходит в начальный период взаимодействия со сточной водой. Значительный размер хлопьев, высокая гидравлическая крупность частиц, низкое содержание хлопьев малых размеров способствуют их наиболее интенсивному осаждению в течение первых 6 минут (рисунок 1). При введении сульфата алюминия образуются мелкие хлопья с низкой гидравлической крупностью, создающие слой взвешенного осадка.

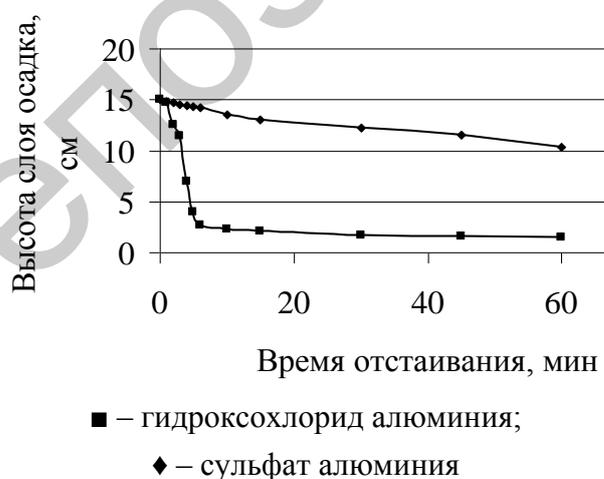


Рисунок 1 – Кинетические кривые уплотнения осадка

На основании анализа результатов экспериментальных исследований в лабораторных условиях установлены технологические параметры коагуляционной очистки нефте содержащих сточных вод локомотивных депо с использованием гидроксохлорида алюминия, при которых обеспечивается максимальная эффективность очистки воды (таблица 3). На рисунке 2 в качестве примера представлены графические зависимости, отражающие эффективность очистки сточных вод от

нефтепродуктов с применением сульфата алюминия и гидроксохлорида алюминия при времени хлопьеобразования 10 минут.

Таблица 3 – Параметры коагуляционной обработки сточных вод

Параметр	Гидроксохлорид алюминия	Сульфат алюминия
Доза реагента, мг/л	21	53
Время хлопьеобразования, мин	10	10
Время отстаивания, мин	60	60
Начальная концентрация нефтепродуктов, мг/л	7,8	9,5
Конечная концентрация нефтепродуктов, мг/л	0,5	5,0
Начальная концентрация взвешенных веществ, мг/л	19,49	24,80
Конечная концентрация взвешенных веществ, мг/л	0,27	5,03
Эффективность очистки от нефтепродуктов, %	93,6	47,4
Эффективность очистки от взвешенных веществ, %	98,6	79,7
Начальное содержание ионов алюминия, мг/л	0,012	0,11
Конечное содержание ионов алюминия, мг/л	0,157	10,8
Начальная величина рН	8,90	7,35
Конечная величина рН	7,05	5,45

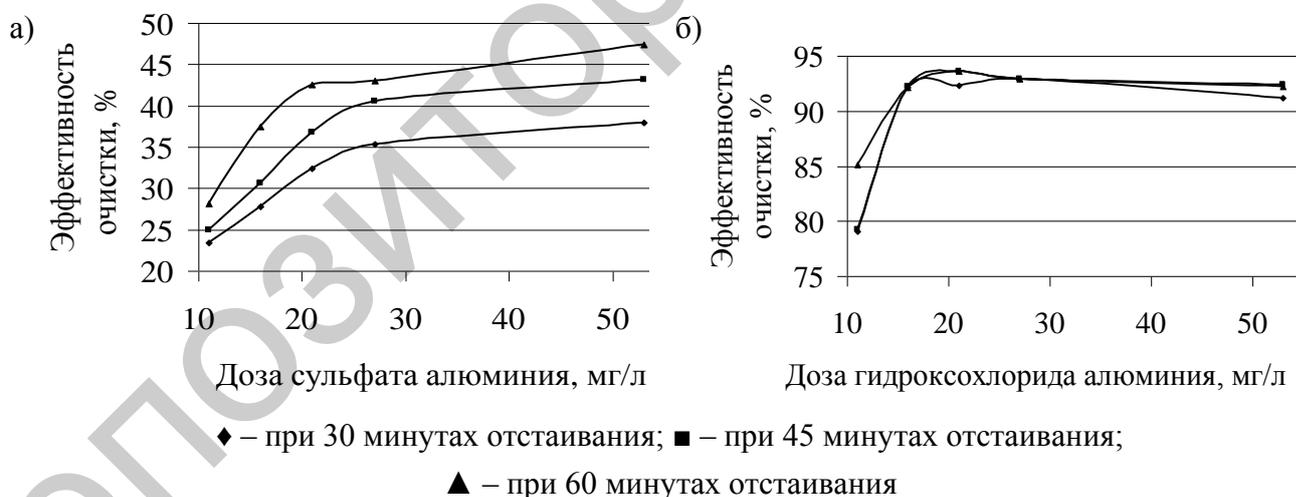


Рисунок 2 – Зависимость эффективности очистки сточной воды от нефтепродуктов от дозы: а) сульфата алюминия; б) ГОХА

Анализ установленных параметров позволил заключить следующее:

- незначительное увеличение остаточного алюминия в очищенной воде свидетельствует о более полном гидролизе гидроксохлорида алюминия;
- при введении сульфата алюминия заметное снижение величины рН способствует растворению осадка, о чем свидетельствует низкая эффективность очистки сточной воды. В связи с наличием в составе гидроксохлорида алюми-

ния гидроксильной группы, нейтрализующей ионы водорода, величина pH снижается в меньшей степени и находится в допустимых пределах (6,5–8,5);

– низкая эффективность очистки сточных вод при значительном объеме образовавшихся хлопьев свидетельствует о высокой степени гидратации ионов сульфата алюминия, которая препятствует коагуляции и адсорбции загрязняющих веществ на хлопьях;

– при использовании гидроксохлорида алюминия доза реагента снижается в 2,5 раза. При этом эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов повышается в 2 раза, от взвешенных веществ – в 1,2 раза.

На следующей стадии исследований экспериментально установлены свойства фильтрующих материалов и технологические параметры фильтрования нефтесодержащих сточных вод. В диссертационной работе для возможности проведения сравнительного анализа изучены пять полипропиленовых образцов. Образцы № 1, 2 и 3 являются промышленно выпускаемыми неткаными фильтрующими материалами. Образец № 4 – полипропилен в гранулах на основе бытовых отходов. Образец № 5 – обрезки, образующиеся при производстве нити полипропиленовой (ТУ РБ 00204056-078-94).

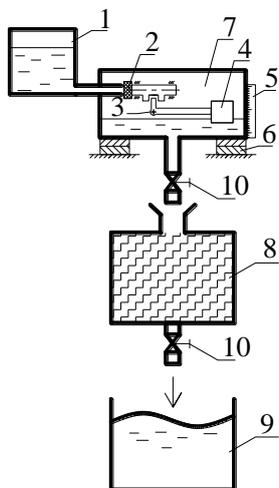
Основные эксплуатационные характеристики материалов, определяющие возможность их использования в качестве фильтрующей загрузки, зависят от среднего диаметра и удельной поверхности волокон, распределения волокон по диаметрам, пористости материала, плотности. Установленные характеристики образцов представлены в таблице 4. Анализ полученных данных показал, что обрезки нити полипропиленовой обладают схожими свойствами с промышленно выпускаемыми фильтрующими материалами, что позволило обосновать возможность их использования в качестве загрузки фильтров.

Таблица 4 – Характеристики исследуемых образцов

Свойства материала	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5
Объемная плотность, кг/м ³	0,05-0,1	0,1-0,15	0,1-0,2	0,88	0,1-0,2
Общая пористость, %	89-94	83-89	78-89	2	78-89
Средний диаметр волокон / гранул	5-25 мкм	10-25 мкм	25-100 мкм	3-4 мм	10-120 мкм
Отношение к воде	гидро-фобен	гидро-фобен	гидро-фобен	гидро-фобен	гидро-фобен
Удельная поверхность волокон, м ² /кг	96	93	76	–	75

Дальнейшие исследования проводились в лабораторных условиях на производственных сточных водах локомотивного депо Гомель с целью определения грязеемкости обрезков нити полипропиленовой по нефтепродуктам и времени защитного действия фильтра.

Лабораторная установка представляет собой систему емкостей (рисунок 3) с возможностью регулирования скорости фильтрования воды. В емкости 7 под-



1 – расходный бак сточной воды; 2 – клапан; 3 – регулирующий механизм; 4 – поплавок; 5 – шкала точного отсчета уровня; 6 – регулировочные прокладки; 7 – емкость для поддержания постоянного гидростатического напора; 8 – фильтр; 9 – емкость очищенной воды; 10 – вентиль

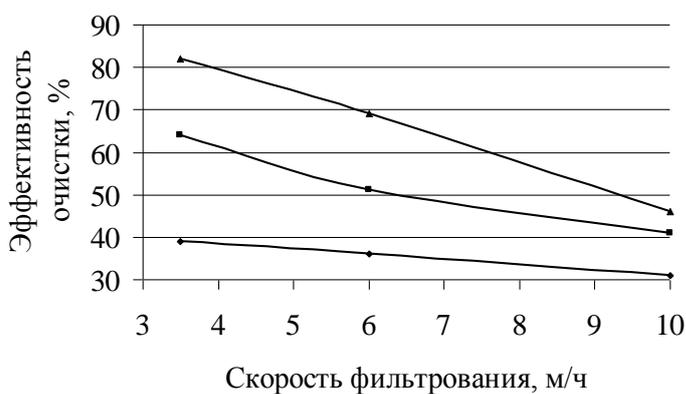
Рисунок 3 – Принципиальная схема лабораторной установки

держивается постоянный гидростатический напор для обеспечения постоянства скорости в каждом отдельном опыте. Методика проведения эксперимента следующая: через слой фильтрующего материала пропускали поток сточной воды со скоростью 5 м/ч и концентрацией нефтепродуктов 8,3 мг/л. Конечное содержание нефтепродуктов в фильтрате определяли после каждого литра жидкости, проходящегося на 1 г материала. Эксперимент проводили до тех пор, пока в фильтрате не происходило увеличение концентрации нефтепродуктов. При наблюдении за процессом извлечения нефтепродуктов отмечено равномерное перемещение фронта загрязнения по длине слоя и достижения им выхода из загрузки, что позволило зафиксировать время защитного действия фильтра, которое составило 10,5 часов. Пока это время не исчерпано, обеспечивается средняя эффективность очистки воды от нефтепродуктов 77,2 %.

По истечении времени защитного действия качество воды резко ухудшается. Максимальный удельный объем очищенной воды составляет 8 л/г, грязеемкость материала по нефтепродуктам – 51,4 мг/г.

Для подтверждения эффективности применения обрезков нити полипропиленовой проведены экспериментальные исследования в лабораторных условиях и в производственных условиях на очистных сооружениях локомотивного депо Лунинец, в котором используются трехкассетные безнапорные фильтры с восходящим движением воды. При проведении эксперимента изменяли скорость фильтрования (3,5, 6 и 10 м/ч), плотность укладки материала (25, 50 и 65 кг/м³), высоту фильтрующей загрузки (0,5, 1, 1,5 м). В каждом случае определяли содержание нефтепродуктов и взвешенных веществ в фильтрате.

В качестве примера на рисунке 4 приведен один из графиков, полученных по результатам экспериментов в производственных условиях и отражающий эффективность удаления нефтепродуктов из сточных вод в зависимости от скорости фильтрования.



◆ – при высоте загрузки 0,5 м; ■ – при высоте загрузки 1 м; ▲ – при высоте загрузки 1,5 м
Рисунок 4 – Зависимость эффективности очистки сточной воды по нефтепродуктам от скорости фильтрации при плотности укладки загрузки 65 кг/м³

По результатам экспериментальных исследований в производственных условиях установлено, что при совместной очистке сточных вод от нефтепродуктов и взвешенных веществ эффективными параметрами процесса фильтрации являются: плотность укладки материала 65 кг/м³; скорость фильтрации 3,5 м/ч; высота загрузки 1,5 м. Эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов при этом составляет 82,0 %, от взвешенных веществ – 91,5 %.

В четвертой главе выполнена статистическая обработка данных, полученных в процессе установления параметров физико-химической очистки нефтесодержащих сточных вод, по проверке *P*-значений и анализу *t*-статистики, рассчитаны коэффициенты корреляции между различными факторами и составлены уравнения регрессии с помощью статистических функций пакета Stat Graphics XV (для реагентной обработки сточных вод) и MS Excel (для фильтрации). Связь между рассматриваемыми показателями считалась существенной, если значения коэффициента корреляции превышали 0,6. Значимость коэффициентов уравнения регрессии оценивалась по показателю *t*-статистики Стьюдента. Адекватность уравнения оценивалась по критерию Фишера (*F*).

Для описания процесса коагуляционной обработки нефтесодержащих сточных вод получены регрессионные уравнения, которые позволяют установить зависимость результирующего показателя «конечная концентрация» (C_k) от таких факторов как «доза коагулянта» (*D*), «время хлопьеобразования» (T_x), «время отстаивания» (T_o) и «начальная концентрация» (C_n). При использовании сульфата алюминия C_k описывается уравнениями:

$$C_k^{BB} = 67,92 \cdot D^{-1} - 0,06 \cdot D + 34,87 \cdot T_x^{-1} + 0,39 \cdot T_x + 229,05 \cdot T_o^{-1} + 0,01 \cdot C_n^2 - 9,76, \quad (2)$$

$$C_k^{HP} = 17,31 \cdot D^{-1} - 0,02 \cdot T_o + 0,6 \cdot C_n + 0,42. \quad (3)$$

При введении ГОХА конечная концентрация загрязняющих веществ описывается уравнениями:

$$C_k^{BB} = 49,67 \cdot D^{-1} + 0,04 \cdot D + 3,86 \cdot T_x^{-1} + 0,002 \cdot T_x^2 - 0,0001 \cdot T_o^2 + 97,61 \cdot C_H^{-1} + 0,006 \cdot C_H^2 - 10,58, \quad (4)$$

$$C_k^{HP} = -10,97 \cdot D^{-1} + 16,13 \cdot T_x^{-1} + 0,01 \cdot T_x^2 + 4,93 \cdot T_o^{-1} - 1,67. \quad (5)$$

Для описания процесса фильтрования составлены уравнения регрессии, отражающие зависимость конечной концентрации загрязняющих веществ (C_k) от начальной концентрации (C_H), скорости фильтрования (v_{ϕ}), плотности укладки материала (ρ_v), высоты загрузки (H_3).

После фильтрования сточных вод через слой обрезков нити полипропиленовой содержание загрязняющих веществ описывается уравнениями:

$$C_k^{HP} = 13,4 - 3,8 \cdot H_3 - 0,15 \cdot C_H - 0,05 \cdot \rho_v + 0,4 \cdot v_{\phi}, \quad (6)$$

$$C_k^{BB} = 11,7 - 1,98 \cdot H_3 + 0,02 \cdot C_H - 0,13 \cdot \rho_v + 0,3 \cdot v_{\phi}. \quad (7)$$

В пятой главе проведена опытно-промышленная проверка результатов исследований и внедрение предлагаемой технологии очистки в локомотивном депо Лунинец. Результаты внедрения показали, что концентрация нефтепродуктов на выпуске очищенных сточных вод в городскую сеть водоотведения не превышает допустимых значений.

Выбор варианта очистки нефтесодержащих сточных вод проводился по методике определения сравнительной экономической эффективности с учетом капитальных вложений и эксплуатационных расходов. При сравнении вариантов фильтрования сточных вод для выбора наилучшего из них и при определении экономического эффекта ограничились расчетом изменяющихся по рассматриваемым вариантам статей расходов (таблица 5).

Внедрение технологии очистки нефтесодержащих сточных вод с использованием гидроксохлорида алюминия и обрезков нити полипропиленовой в локомотивном депо Лунинец при суточном расходе сточных вод $34,3 \text{ м}^3/\text{сут}$ обеспечивает экономический эффект в размере 19 231 тыс. руб/год.

Результаты выполненных исследований по установлению возможности регенерации отработанной полипропиленовой фильтрующей загрузки подтвердили возможность повторного использования материала при условии его промывки, после предельного насыщения, водой с температурой 70°C в объеме 1,5 % от объема очищенной воды. Время защитного действия фильтра после регенерации сокращается на 2,5 часа, удельный объем воды сокращается на 2 л/г и при эффективности извлечения нефтепродуктов на уровне 70 % составляет 6 л/г. Грязеемкость фильтрующего материала по нефтепродуктам после регенерации снижается на 30 %. Величина регенерации фильтрующего материала

свидетельствует о том, что часть нефтепродуктов осталась в порах загрузки, а не связана силами адгезии с его поверхностью, в силу чего их сложнее извлечь. Таким образом, исследуемый образец обрезков нити полипропиленовой проявляет также адсорбционные свойства по отношению к нефтепродуктам.

Таблица 5 – Показатели сравнительной экономической эффективности

Вариант очистки	Капитальные вложения, тыс. руб	Эксплуатационные расходы, тыс. руб/год	Годовые приведенные затраты, тыс. руб/год
Реагентная обработка сульфатом алюминия	45 814	4 679,4	10 177
Реагентная обработка гидроксохлоридом алюминия	1 217	2 708,9	2 854,9
Фильтрация с применением промышленно выпускаемого материала	–	12 150	–
Фильтрация с применением обрезков нити полипропиленовой	–	259	–

В качестве варианта утилизации отработанной загрузки предложен термический способ, так как при низкой стоимости материала нецелесообразно предусматривать дорогостоящие методы утилизации. Анализ результатов расчета показал, что при сжигании полипропилен является менее опасным материалом по показателю удельного образования диоксида азота (в 6,5 раза) и оксида углерода (в 3,9 раза) в сравнении с каменным углем. По показателю удельного образования хлористого водорода полипропилен в 1,8 раза опаснее промасленной ветоши. В то же время при сжигании полипропилена не были обнаружены ни более токсичный формальдегид, ни уксусная кислота. Результаты расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе показали, что максимальные приземные концентрации по всем ингредиентам не превышают 1 % от ПДК_{мр}, что удовлетворяет требованиям СанПиН 10-5-2002.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. На основании результатов анализа закономерностей коагуляционной обработки воды научно обоснованы существенные преимущества использования гидроксохлорида алюминия по сравнению с сульфатом алюминия. Установлены следующие характеристики электролитов, влияющие на эффективность коагуляционной очистки воды: энергия взаимодействия составных ионов, коэффи-

циенты активности, ионная сила и активная концентрация растворов [2, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 14].

2. Впервые экспериментально установлены свойства обрезков нити полипропиленовой, которые оказались сопоставимы с характеристиками промышленно выпускаемых фильтрующих материалов. Это позволило обосновать возможность их использования в качестве загрузки фильтров при извлечении нефтепродуктов из сточных вод [1, 5, 6, 13, 17, 18].

3. На основании анализа результатов экспериментальных исследований подтверждена эффективность использования гидроксохлорида алюминия в силу присущих ему физико-химических свойств. Впервые установлены технологические параметры процесса коагуляционной обработки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо с использованием гидроксохлорида алюминия, при которых обеспечивается максимальная эффективность очистки: градиент скорости при смешении коагулянта с водой 200 с^{-1} , градиент скорости на стадии хлопьеобразования 20 с^{-1} , время хлопьеобразования 10 минут, время отстаивания 60 минут, доза коагулянта 21 мг/л [8, 9, 10].

4. Впервые экспериментально установлены технологические параметры фильтрования нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо через слой обрезков нити полипропиленовой, при которых эффективность извлечения нефтепродуктов повышается до 82,0 %, а взвешенных веществ до 91,5 %: высота загрузки 1,5 м, плотность укладки материала 65 кг/м^3 , скорость фильтрования 3,5 м/ч [3, 4, 20].

5. На основании результатов экспериментальных исследований установлены закономерности, представленные в виде регрессионных уравнений, позволяющие в зависимости от требований к качеству очищенных сточных вод определить параметры технологического режима реагентной обработки и фильтрования по предлагаемой технологии [11].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Предложенная технологическая схема очистки нефтесодержащих сточных вод с заменой сульфата алюминия на гидроксохлорид алюминия, а также древесной стружки на обрезки нити полипропиленовой внедрена на очистных сооружениях производственных сточных вод Транспортного РУП «Локомотивное депо Лунинец», что обеспечило снижение нагрузки на фильтры по нефтепродуктам на 34 % и на выпуске в городскую сеть водоотведения на 24 %.

2. Разработанные автором «Рекомендации по применению оксихлорида алюминия и полимерного сорбента в системах очистки нефтесодержащих сточных вод» утверждены приказом Управления Белорусской железной дороги № 322НЗ от 02.05.2007 и предназначены для проектирования и эксплуатации си-

стем очистки нефтесодержащих сточных вод на предприятиях железнодорожного транспорта Республики Беларусь.

3. Результаты экспериментальных исследований, отражающие технологические параметры режима коагуляционной обработки и фильтрования, могут быть использованы для интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо, что позволит использовать очищенную воду повторно и тем самым сэкономить значительные объемы воды.

4. Результаты исследований внедрены в учебный процесс студентов УО «Белорусский государственный университет транспорта» специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

5. Результаты технико-экономических расчетов показали, что внедрение предлагаемого варианта очистки нефтесодержащих сточных вод с использованием гидроксохлорида алюминия и обрезков нити полипропиленовой в локомотивном депо Лунинец обеспечивает экономический эффект в размере 19,2 млн. руб/год (при расходе сточных вод 34,3 м³/сут).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в рецензируемых журналах

1. Воронин, А.Г. Применение синтетических нетканых материалов для очистки нефтесодержащих сточных вод / А.Г. Воронин, В.Л. Грузинова // Изв. Бел. инж. акад. – 2005. – №1(19). – С. 71-75.

2. Грузинова, В.Л. Исследование оптимальных режимов очистки нефтесодержащих сточных вод / В.Л. Грузинова // Строительная наука и техника. – 2007. – № 4(13). – С. 76–81.

3. Грузинова, В.Л. Вторичное использование отходов химической промышленности в системах очистки нефтесодержащих сточных вод / В.Л. Грузинова // Вест. Полоц. гос. ун-та. Серия F – Прикладные науки. Строительство. – 2007. – № 12. – С. 151-155.

4. Грузинова, В.Л. Интенсификация работы очистных сооружений нефтесодержащих сточных вод железнодорожных предприятий / В.Л. Грузинова // Вест. Брестского гос. ун-та – Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2008. – № 2(50). – С. 81-86.

5. Грузинова, В.Л. Энергоэкономическая эффективность способа очистки нефтесодержащих сточных вод / В.Л. Грузинова // Энергоэффективность. – 2011. – № 4. – С. 19–22.

6. Грузинова, В.Л. Оценка экологической опасности утилизации отработанных фильтрующих материалов очистных сооружений / В.Л. Грузинова // Строительная наука и техника. – 2011. – № 2 (35). – С. 73–76.

Материалы конференций

7. Грузинова, В.Л. Использование сорбционных материалов при очистке сточных вод от нефтепродуктов / В.Л. Грузинова // Проблемы безопасности на транспорте: материалы III-ей междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 11-13 нояб., 2005 / Белорусский гос. ун-т тр-та; редкол.: В.И. Сенько [и др.]. – Гомель, 2005. – С. 177–178.

8. Грузинова, В.Л. Повышение эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод транспортных предприятий / В.Л. Грузинова // Техника и технологии: инновации и качество: материалы междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 23-24 нояб. 2007 г. / Барановичский гос. ун-т; редкол.: В.И. Кочурко [и др.]. – Барановичи, 2007. – С. 387–390.

9. Грузинова, В.Л. Удаление взвеси из сточных вод железнодорожных предприятий оксихлоридом алюминия / В.Л. Грузинова, Е.Л. Чирик // Современные экологические проблемы устойчивого развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: материалы III междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 26-27 сент. 2007 г. / Мозырский гос. пед. ун-т им. И.П. Шамякина; редкол.: В.В. Валетов [и др.]. – Мозырь, 2007. – С. 43–45.

10. Гаевская, Е.А. Совершенствование технологии очистки нефтесодержащих сточных вод железнодорожных предприятий / Е.А. Гаевская, Н.В. Тамкова, В.Л. Грузинова // Проблемы безопасности на транспорте: материалы IV междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 15-16 нояб. 2007 г. / Белорусский гос. ун-т тр-та; редкол.: В.И. Сенько [и др.]. – Гомель, 2007. – С. 188–190.

11. Серегина, В.С. Теоретические основы удаления нефтепродуктов оксихлоридом алюминия из производственных сточных вод локомотивных депо / В.С. Серегина, В.Л. Грузинова // Проблемы и перспективы развития транспортных систем в условиях реформирования железнодорожного транспорта: управление, экономика и технологии: материалы 4-ой междунар. науч.-практ. конф., Киев, 26-27 февр., 2008 / Гос. экон.-технол. ун-т тр-та; редкол.: В.К. Мироненко [и др.]. – Киев, 2008. – С. 254–255.

12. Грузинова, В.Л. Сравнительная оценка применения оксихлорида алюминия и сульфата алюминия при удалении нефтепродуктов из производственных сточных вод / В.Л. Грузинова, Т.Н. Волчкова // Актуальные проблемы экологии и охраны труда: материалы I междунар. науч.-практ. конф., Курск, 15 мая 2009 г. / ГОУВПО «Курский гос. техн. ун-т»; редкол.: Л.В. Шульга [и др.]. – Курск, 2009. – С. 46–48.

13. Грузинова, В.Л. Изучение возможности применения отходов волокнистого полипропилена в качестве сорбента нефтепродуктов / В.Л. Грузинова, Е.С. Голодод // Актуальные проблемы экологии и охраны труда: материалы I

междунар. науч.-практ. конф., Курск, 15 мая 2009 г. / ГОУВПО «Курский гос. техн. ун-т»; редкол.: Л.В. Шульга [и др.]. – Курск, 2009. – С. 43–46.

Статьи в сборниках

14. Грузинова, В.Л. Сравнительная оценка применения оксихлорида и сульфата алюминия при удалении взвешенных веществ из производственных сточных вод / В.Л. Грузинова // Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности: сборник трудов 4-ой междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 2-5 окт. 2007 / СПб. гос. политехн. ун-т; под ред. А.П. Кудинова. – СПб., 2007. – С. 322-323.

15. Грузинова, В.Л. Оценка эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод ремонтно-транспортных предприятий / В.Л. Грузинова, Т.Н. Волчкова // Актуальные проблемы экологии и охраны труда: сборник статей 2-ой междунар. науч.-практ. конф., Курск, 29-30 апреля 2010 г. / ГОУВПО «Курский гос. техн. ун-т»; редкол.: Л.В. Шульга [и др.]. – Курск, 2010. – С. 71–75.

Тезисы докладов

16. Тамкова, Н.В. Эффективность очистки нефтесодержащих сточных вод как результат применения качественной фильтрующей загрузки / Н.В. Тамкова, В.Л. Грузинова // Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса: тезисы докладов междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 1-2 окт. 2003 г. / Белорусский гос. ун-т тр-та; редкол.: В.И. Сенько [и др.]. – Гомель, 2003. – С. 209–211.

17. Воронин, А.Г. Некоторые особенности очистки нефтесодержащих сточных вод ремонтно-транспортных предприятий / А.Г. Воронин, В.Л. Грузинова // Архитектура, строительство, транспортные коммуникации. Аграрно-технические и аграрно-инженерные науки: тезисы докладов VIII Республ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, Минск, 9-10 дек. 2003 г. / Белорусский нац. техн. ун-т; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2003. – С. 105.

18. Грузинова, В.Л. Эффективность применения полимерных материалов в системе очистки нефтесодержащих сточных вод железнодорожных предприятий / В.Л. Грузинова // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: тезисы докладов 65-ой междунар. науч.-техн. конф., Днепропетровск, 11-12 мая 2006 г. / Днепропетровский нац. ун-т ж-д тр-та им. академика В. Лазаряна (ДИИТ); редкол.: С.В. Мямлин [и др.]. – Днепропетровск, 2006. – С. 239-240.

19. Тамкова, Н.В. Использование отходов химической промышленности в качестве сорбентов в системах очистки сточных вод / Н.В. Тамкова, В.Л. Гру-

зинова // Экологическая безопасность и энергосбережение на транспорте: тезисы докладов междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 15-17 нояб., 2006 / Белорусский гос. ун-т тр-та; редкол.: В.М. Овчинников [и др.]. – Гомель, 2006. – С. 41–43.

20. Грузинова, В.Л. Сорбционная очистка сточных вод транспортных предприятий с применением отходов волокнистого полипропилена / В.Л. Грузинова // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: тезисы 7-ой междунар. науч.-техн. конф., Гродно, 27-28 сент., 2007 / ГНУ НИЦПР НАНБ; редкол.: А.И. Свириденко [и др.]. – Гродно, 2007. – С. 144–145.

Работы, подтверждающие практическую значимость результатов

21. Рекомендации по применению оксихлорида алюминия и полимерного сорбента в системах очистки нефтесодержащих сточных вод: утв. приказом Управления Белорусской железной дороги Республики Беларусь № 322НЗ от 02.05.2007. – Минск, Упр. Бел. ж. д. РБ, 2007. – 11 с.

РЭЗІЮМЭ

Грузинова Валерыя Леанідаўна

Павышэнне эфектыўнасці ачысткі нафтамяшчальных сцёкавых вод лакаматыўных дэпо

Ключавыя словы: нафтапрадукты, сцёкавыя воды, эфектыўнасць ачысткі, каагуляцыйная апрацоўка, гідрокахларыд алюмінія, фільтраванне, палімерныя фільтруючыя матэрыялы, рэгенерацыя фільтраў, утылізацыя адпрацаванай загрузкі фільтраў.

Аб'ект даследавання – ачышчальныя збудаванні нафтамяшчальных сцёкавых вод лакаматыўных дэпо.

Прадмет даследавання – тэналагічны працэс каагуляцыйнай апрацоўкі і фільтравання нафтамяшчальных сцёкавых вод лакаматыўных дэпо.

Мэта работы – павышэнне эфектыўнасці ачысткі нафтамяшчальных сцёкавых вод лакаматыўных дэпо.

Метады даследавання: фізіка-хімічныя, эксперыментальныя, тэхналагічныя, статыстычныя.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Упершыню выкананы аналіз работы ачышчальных збудаванняў лакаматыўных дэпо Беларускай Чыгункі. Навукова абгрунтавана і эксперыментальна пацверджана эфектыўнасць замены ў сістэмах ачысткі сцёкавых вод сульфату алюмінія на гідрокахларыд алюмінія на падставе сістэмнага аналізу спецыфічных уласцівасцяў рэагентаў. Упершыню ўстаноўлены ўласцівасці ніткі поліпрапіленавай (ТУ РБ 00204056-078-94), супастаўныя з характарыстыкамі прамыслова выпускаемых фільтруючых матэрыялаў. Упершыню эксперыментальна даказана эфектыўнасць ужывання матэрыялу ў якасці загрузкі фільтраў, прызначаных для выдалення нафтапрадуктаў. Складзены ўраўненні рэгрэсіі, якія дазваляюць падабраць тэхналагічны рэжым рэагентнай апрацоўкі або фільтравання. Эканамічны эфект ад укаранення прапанаванай тэхналогіі ачысткі складае 19,2 млн. руб/год. Распрацаваны і зацверджаны “Рэкамендацыі па выкарыстанню гідрокахларыда алюмінія і палімернага сарбенту ў сістэмах ачысткі нафтамяшчальных сцёкавых вод”.

Ступень выкарыстання: прапанаваная тэхналогія ачысткі сцёкавых вод ўкаранена ў Транспартным РУП «Лакаматыўнае дэпо Лунінец».

Вобласць прымянення – сістэмы ачысткі нафтамяшчальных сцёкавых вод.

РЕЗЮМЕ

Грузинова Валерия Леонидовна

Повышение эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо

Ключевые слова: нефтепродукты, сточные воды, эффективность очистки, коагуляционная обработка, гидроксохлорид алюминия, фильтрование, полимерные фильтрующие материалы, регенерация фильтров, утилизация отработанной загрузки фильтров.

Объект исследования – очистные сооружения нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо.

Предмет исследования – технологический процесс коагуляционной обработки и фильтрования нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо.

Цель работы – повышение эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод локомотивных депо.

Методы исследования: физико-химические, экспериментальные, технологические, статистические.

Полученные результаты и их новизна. Впервые выполнен анализ работы очистных сооружений локомотивных депо Белорусской железной дороги. Научно обоснована и экспериментально подтверждена эффективность замены в системах очистки сточных вод сульфата алюминия на гидроксохлорид алюминия на основании системного анализа специфических свойств реагентов. Впервые установлены свойства нити полипропиленовой (ТУ РБ 00204056-078-94), которые сопоставимы с характеристиками промышленно выпускаемых фильтрующих материалов. Впервые экспериментально доказана эффективность применения материала в качестве загрузки фильтров, предназначенных для удаления нефтепродуктов. Составлены уравнения регрессии, позволяющие подобрать технологический режим реагентной обработки или фильтрования. Экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии очистки составляет 19,2 млн. руб/год. Разработаны и утверждены «Рекомендации по применению оксихлорида алюминия и полимерного сорбента в системах очистки нефтесодержащих сточных вод».

Степень использования: предложенная технология очистки сточных вод внедрена в Транспортном РУП «Локомотивное депо Лунинец».

Область применения – системы очистки нефтесодержащих сточных вод.

SUMMARY

Valery Gruzinova

Increase of treatment efficiency of the petrocontaining sewage of the locomotive depots

Keywords: oil products, sewage, efficiency of treatment, coagulation processing, aluminium gidroxychloride, filtering, polymeric filtering materials, regeneration of filters, utilization of the filter material.

The object of the research is the treatment plants of the petrocontaining sewage of the locomotive depots.

The subject of the research is the technological process of the coagulation and filtration of the petrocontaining sewage of the locomotive depots.

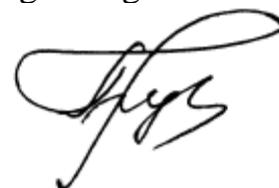
The work purpose is increase of treatment efficiency of the petrocontaining sewage of the locomotive depots.

The research methods: physical and chemical, experimental, technological, statistical.

The obtained results and their novelty. For the first time the analysis of the sewage works operation of the locomotive depots of the Belorussian railway is made. The efficiency of replacement in the systems of sewage treatment of aluminum sulfate on aluminum gidroxychloride on the basis of the system analysis of the reagents specific properties is scientifically proved and experimentally confirmed. For the first time the polypropylene thread properties (S RB 00204056-078-94) which are comparable to the characteristics of industrially made filtering materials are established. For the first time the efficiency of the material application as a loading of the filters intended for removal of the oil products is experimentally proved. The regress equations are worked out, allowing to pick up a technological mode of coagulation processing or filtering. The economic benefit of introducing the offered treatment technology is 19,2 million Br rubles/year. The recommendations on the application of aluminum oxychloride and the polymeric sorbent in the systems of petrocontaining sewage treatment are worked out and confirmed.

The scale of usage: the offered technology of sewage treatment is introduced on the transport republican unitary enterprise «Luninets Locomotive depot».

The application sphere is in the systems of petrocontaining sewage treatment.



Научное издание

ГРУЗИНОВА Валерия Леонидовна

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ
НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД
ЛОКОМОТИВНЫХ ДЕПО**

Автореферат диссертации на соискание
ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны водных ресурсов

Подписано в печать 21.12.2011 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,63. Тираж 100 экз.
Зак. № 3495.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0133394 от 19.07.2004 г.
ЛП № 02330/0148780 от 30.04.2004 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.