

## АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Калматаевой Галии Нысановны на тему: «Разработка технологии получения резинотехнических изделий с использованием техногенных отходов» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07171 - «Нефтехимия»

В настоящее время основным направлением переработки резинотехнических изделий (РТИ) является получение регенерата, применяемого преимущественно в качестве компонента резиновых смесей для замещения каучука и технического углерода. Благодаря совершенствованию рецептур резиновых смесей с применением отходов производства шин и масложировой промышленности, представляется возможность решения проблемы рецикла использованных резинотехнических изделий и разработки технологий их изготовления.

Поиск путей использования отходов изношенных шин, отработанных резиновых изделий и масложировой промышленности в производстве РТИ является актуальной задачей, как с экономической, так и с экологической точек зрения.

Необходимость проведения диссертационного исследования по данной тематике обусловлена современными требованиями к решению проблемы переработки вторичных ресурсов с целью создания отечественных конкурентоспособных продуктов на основе отходов изношенных шин и масложировых производств (соапсток, отработанный диатомит со стадии вымораживания масел, отход со стадии адсорбции - отбельная глина).

Утилизация данных отходов позволит снизить техногенное воздействие на окружающую среду, а также вовлечь их в новый производственный цикл в качестве вторичных материальных ресурсов. Создание на их основе ингредиентов резиновых смесей позволят заменить дефицитные и дорогостоящие химикаты-добавки, в том числе импортные, на основе нефтепродуктов и уменьшить нагрузку на окружающую среду. Кроме того это улучшит технологические свойства резиновых смесей при сохранении или же повышении необходимого уровня физико-механических показателей.

**Целью исследования** является разработка технологии получения резинотехнических изделий с использованием техногенных отходов изношенных шин, отработанных резиновых изделий и масложировой промышленности.

### **Задачи исследования:**

- анализ состояния проблемы утилизации отходов масложировой промышленности (соапсток, отработанный диатомит, отбельная глина) и возможности их применения в резинотехнической отрасли;

-выделить жирные кислоты из соапстока (ВЖКС) и установить их структурные группы в смесевых композициях;

-разработать оптимальный состав рецептуры шинного регенерата, в том числе модифицированного с применением отходов масложировой промышленности;

-исследовать технологические и физико-механические свойства разработанных регенератов;

-разработать рецептуры резиновых смесей с применением: полученного шинного регенерата, в том числе модифицированного; отходов масложировой промышленности (отработанный диатомит, отбельная глина);

-исследовать технологические свойства разработанных резиновых смесей и физико-механические свойства полученных вулканизатов для изготовления нащпальных подрельсовых прокладок.

#### **Объекты и методы исследования:**

Объекты исследования. Резиновая крошка из изношенных шин и отходов РТИ и отходы масложировой промышленности.

Методы исследования. Экспериментальная база исследований данной диссертационной работы включает в себя физические, физико-химические, химические методы исследований, призванные оценить свойства исходного сырья, полученных продуктов и полупродуктов. Используются такие методы как ИК - спектральный анализ (проводили на приборе ИК-Фурье, спектрометр ShimadzuIRPrestige-21 с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) Miracle фирмы PikeTechnologie), дифференциальный термический анализ (при помощи дериватографа марки «DERIVATOGRAPH Q-1500D»). Микроскопические исследования проводили на исследовательском комплексе на базе полиэмиссионного электронного микроскопа (Supra SSVP (РЭМ)). Совокупность этих методов позволила получить взаимодополняющую информацию об изучаемых объектах. Таким образом, достоверность полученных результатов обеспечена использованием современных методов анализа, математической обработкой результатов, лабораторными и опытно-промышленными испытаниями.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- технологические и физико-механические свойства полученных шинных регенератов;

-рецептурный состав резиновых смесей с применением шинного, модифицированного регенератов, и отходов масложировой промышленности (отработанный диатомит, отбельная глина);

- технологическая схема процесса приготовления шинного регенерата и резиновых смесей;

- технологические и физико-механические свойства разработанных резиновых смесей и полученных вулканизатов.

- оптимальная рецептура разработанных резиновых смесей на основе математического моделирования в системе MatLaB;

-расчет экономической эффективности и результаты опытно-промышленных испытаний полученных резиновых смесей для изготовления нащпальных подрельсовых прокладок.

#### **Основные результаты исследования.**

-на основе теоретических, экспериментальных исследований предложена технологическая схема процесса приготовления шинного регенерата и резиновых смесей.

- модификация разработанного шинного регенерата введением отработанным диатомитом вместо технического углерода.
- влияние соапстока на технологические и вулканизационные характеристики разработанных шинных регенератов;
- технологические и физико-механические свойства разработанных резиновых смесей и полученных вулканизатов.
- замена в составе модифицированного шинного регенерата технического углерода на более дешевый и менее токсичный отработанный диатомит.
- предварительные экономические расчеты, показывающие, что экономическая эффективность предприятия при внедрении отходов изношенных шин и масложировой промышленности в производство составляет за 1 тонну – 385050,6 тенге, рентабельность - 34%.

**Обоснование новизны и важности полученных результатов:**

1. Установлено, что отходы масложировой промышленности могут быть использованы в качестве ингредиентов резиновых смесей для производства РТИ.

2. Впервые в шинном регенерате произведена замена стеариновой кислоты на соапсток /или на жирные кислоты, выделенные из соапстока; технологические свойства (вязкость по Муни, пластичность), полученных шинных регенератов соответствуют нормам требований СТ ТОО 070540009816-04-2011.

3. Установлен оптимальный состав рецептуры шинного регенерата при замене стеариновой кислоты на соапсток /или на ВЖКС-0,5 масс.ч, которые обеспечивают физико-механические свойства шинного регенерата соответствующие нормам контроля. Так условная прочность полученных образцов шинного регенерата – 7,1 МПа (норма – не менее 7,0 МПа).

4. Показано, что полная замена технического углерода на диатомит в рецептуре модифицированного шинного регенерата приводит к улучшению эксплуатационных свойств. Условная прочность полученных образцов модифицированного шинного регенерата – 6,8 МПа (эталон – не менее 5,7 МПа). Относительное удлинение – 220% (эталон – 200%).

5. Установлен оптимальный состав рецептуры резиновой смеси с использованием разработанного шинного регенерата и диатомита/отбеленной глины в качестве наполнителя (5 масс.ч.). Условная прочность полученных образцов резиновой смеси составляет 10,9 МПа.

6. Разработана рецептура резиновой смеси для изготовления наспальных подрельсовых прокладок с применением модифицированного шинного регенерата, содержащего 103,38 масс.ч. на 100 масс.ч. каучука, при котором физико-механические свойства полученных резин соответствуют нормам контроля. Так, прочность при растяжении у вулканизатов содержащих шинный регенерат с соапстоком на 2% выше по сравнению с эталоном, относительное удлинение - на 3,48%; прочность при растяжении у вулканизатов содержащих шинный регенерат с жирными кислотами, выделенных из соапстока выше на 4,52%, относительное удлинение на 1,57%.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в использовании отходов изношенных шин, отработанных резиновых изделий и

отходов масложировой промышленности в качестве ингредиентов резиновых смесей для изготовления наспальных подрельсовых прокладок в производстве РТИ. Определены оптимальный состав рецептуры шинного регенерата при замене стеариновой кислоты на соапсток, а также резиновой смеси с использованием разработанного шинного регенерата и отработанного диатомита/отхода со стадии адсорбции - отбелочной глины.

Данная работа имеет практическое значение, что подтверждается результатами опытно-промышленных испытаний, которые показали целесообразность замены традиционно используемой стеариновой кислоты на соапсток в технологии получения шинного регенерата, а также частичной замены технического углерода в составе резиновой смеси для изготовления наспальных подрельсовых прокладок отходом отработанного фильтровального порошка-диатомита. (Акты о проведении опытно-промышленных испытаний в ТОО «ЭКО-Шина»: №277, 10.02.23; №011, 23.10.23). Результаты работы также внедрены в учебный процесс по дисциплине «Научные основы создания резин со специальными свойствами». По результатам исследований получены 5 патентов РК на полезную модель.

**Соответствие направлениям развития науки или государственным программам.** Диссертационная работа проводилась в рамках госбюджетных НИР НАО «Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова», кафедры «Технология неорганических и нефтехимических производств» по теме: Б-21-03-01 «Разработка технологии получения полифункциональных гель образующих полиэлектролитов, ПАВ, композиционных полимерных материалов, высокотехнологичных резиновых смесей и ингредиентов для резиновой промышленности» (2021-2025 гг.).

**Личный вклад докторанта в подготовку каждой публикации:** Основные положения, результаты и выводы диссертации опубликованы в 18 научных работах, в числе которых: 1 статья в международных рецензируемых научных журналах, имеющих процентиль не ниже 50 по базе данных Scopus; 4 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНиВОРК; 5 патентов на полезную модель; 8 статей в материалах и тезисах международных и республиканских научных семинарах и конференций, из них 4 – в материалах зарубежных конференций (Российская Федерация, Республика Узбекистан, г.Бухара).

1. Статья «Modification of tyre rubber crumb with wastes of plant oil production» в журнале «Advances in Polymer Technology». В данной работе изучена возможность применения отходов масложировой промышленности в рецептурах шинного регенерата и модифицированного шинного регенерата. Расширенные физико-механические испытания опытных резин привели к выводу о наибольшей целесообразности использования отходов масложировой промышленности в рецептуре резиновых смесей для изготовления подрельсовых прокладок железнодорожных путей.

2. Статья «Использование сопутствующих продуктов масложировой промышленности в производстве шинного регенерата» в журнале «Известия НАН РК. Серия химии и технологии». Возможность применения отходов

масложировой промышленности (диатомита) в рецептуре модифицированного шинного регенерата.

3. Статья «Влияние отходов масложировой промышленности на свойства эластомерных композиций» в журнале «Доклады НАН РК. Серия химии и технологии». Возможность применения в качестве мягчителя отхода масложировой промышленности – соапстока и жирных кислот, выделенных из соапстока в рецептуре шинного регенерата.

4. Статья «The effect of regenerate on the properties of rubber compounds and their vulcanizates» в журнале «News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan series chemistry and technology». Влияние регенерата на свойства резиновых смесей и их вулканизатов. Применение регенерата в резиновых смесях позволяет ускорить процесс смешения.

5. Статья «Physico-mechanical properties of vulcanizates containing waste from the fat and oil industry» в журнале «Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences». В статье исследована возможность замены технического углерода и стеариновой кислоты на отходы масложировой промышленности (диатомит, отбельная глина).

6. Статья «Вторичные продукты масложирового производства» в журнале «Евразийское образование, наука и инновации», Материалы X международной научно-практической конференции». Возможность использования отработанной отбельной глины в производстве резинотехнических изделий.

7. Статья «Исследование возможности переработки жиросодержащих отходов производства растительных масел» в сборнике докладов «Актуальные проблемы морской энергетики: материалы XI международной научно-технической конференции» - подготовка обзора и анализ литературных данных, получение и обработка результатов.

8. Статья «Использование отходов масложирового производства в технологии резино-технических изделий» в сборнике материалов «XIV Международных научных Надировских чтений» - подготовка обзора и анализ литературных данных, получение и обработка результатов.

9. Статья «Методы утилизации шин и резинотехнических изделий» в сборнике 25-й международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых на тему «Химическая технология и биотехнология XXI века» - подготовка обзора и анализ литературных данных, получение и обработка результатов.

10. Статья «Получение жирных кислот из соапстока и использование их в рецептуре регенерата» в трудах Санкт-Петербургского государственного морского технического университета - подготовка обзора и анализ литературных данных, получение и обработка результатов.

11. Статья «Использование сопутствующих продуктов масложировой промышленности в рецептурах регенерата» в сборнике докладов Всероссийского фестиваля науки «Наука 0+» - подготовка обзора и анализ литературных данных, получение и обработка результатов.

12. Статья «Анализ современного состояния проблемы использования сопутствующих продуктов масложировой промышленности в резинотехнической отрасли» в сборнике тезисов Международной научно-

практической конференции «Современные тренды высшего образования и науки в области химии и химической инженерии» - подготовка обзора и анализ литературных данных, получение и обработка результатов.

13. Статья «Использование отработанной отбелочной глины в производстве РТИ» в материалах IV международной научно-технической конференции на тему «Инновационные технологии и актуальные проблемы пищевой, химической и нефтегазовой промышленности» - подготовка обзора и анализ литературных данных, получение и обработка результатов.

14. В патенте на полезную модель «Способ выделения жирных кислот из отходов масложировой промышленности» проведены анализы и получены экспериментальные данные.

15. В патенте на полезную модель «Способ получения шинного регенерата» проведены анализы и получены экспериментальные данные.

16. В патенте на полезную модель «Способ получения модифицированного шинного регенерата» проведены анализы и получены экспериментальные данные.

17. В патенте на полезную модель «Способ получения шинного регенерата» проведены анализы и получены экспериментальные данные.

18. В патенте на полезную модель «Резиновая смесь» проведены анализы и получены экспериментальные данные.

Весь вклад докторанта в подготовку каждой публикации приведен в диссертации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 151 страницах компьютерного текста, включает 44 таблиц и 59 рисунков. Диссертационная работа состоит из 3 глав, введения, заключения, списка использованной литературы, включающей 187 источников и приложений.