

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 678.049.11(043.3)

ЛЕШКЕВИЧ
Анастасия Владимировна

**ЭЛАСТОМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ
С ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ
ВТОРИЧНОГО НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности
05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность)

Минск 2021

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет».

Научный руководитель **Шашок Жанна Станиславовна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры полимерных композиционных материалов учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты: **Шаповалов Виктор Михайлович**, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом композиционных материалов и рециклинга полимеров государственного научного учреждения «Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси»

Каюшников Сергей Николаевич, кандидат технических наук, начальник инженерно-технического центра ОАО «Белшина»

Оппонирующая организация Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Защита состоится «15» июня 2021 г. в 12.00 ч на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, зал заседаний ученого совета, ауд. 240, корп. 4.
тел.: 8-(017)-327-80-46, факс 8-(017)-327-62-17, e-mail: spak_s@belstu.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «14» мая 2021 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат технических наук, доцент



С.И. Шпак

ВВЕДЕНИЕ

Приоритетным направлением развития резинотехнической отрасли является повышение качества выпускаемых изделий и экологической безопасности при их изготовлении и эксплуатации, что может быть достигнуто путем применения новых компонентов, улучшающих требуемый комплекс технологических и физико-механических свойств эластомерных композиций. В составе резиновых смесей в качестве пластификаторов и мягчителей в большом количестве применяются продукты переработки нефти. Одним из способов улучшения перерабатываемости смесей является использование продуктов на основе вторичного нефтехимического сырья. В связи с этим обусловлен интерес к применению отработанных машинных масел, которые являются ценным стратегическим сырьем, поскольку в процессе их регенерации можно получить продукты, пригодные для повторного использования. Применение таких ингредиентов позволяет уменьшить нагрузку на окружающую среду за счет использования в технологическом цикле ингредиентов, полученных из отходов, а также модифицировать свойства резиновых смесей в процессе их переработки при сохранении и/или повышении требуемого уровня физико-механических показателей резин. Выбор пластифицирующих компонентов для эластомерных композиций необходимо осуществлять с учетом их термодинамической совместимости с полимером и влияния на пластоэластические свойства, перерабатываемость резиновых смесей, а также эксплуатационные характеристики вулканизатов.

В связи с изложенным, актуальной задачей является разработка рецептур эластомерных композиций с применением пластифицирующих компонентов из вторичного нефтехимического сырья на основании установления зависимостей изменения свойств резиновых смесей и резин от типа и дозировки компонентов, что позволит повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции, а также экологическую безопасность производства.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Диссертационная работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» на кафедре полимерных композиционных материалов в рамках государственной программы научных исследований «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии», подпрограмма «Полимерные материалы и технологии 2016–2018», задание 6.22 «Разработка эластомерных композиций с полифункциональными ингредиентами из вторичного сырья для получения резинотехнических изделий с улучшенным комплексом свойств» (ГР № 20160333, 2016–2018 гг.), что соответствует «Перечню приоритетных направлений научных исследований Рес-

публики Беларусь на 2016–2020 годы», утвержденному Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 12 марта 2015 г. № 190, раздел 8 «Многofункциональные материалы и технологии», а также научно-исследовательской работы «Разработка физико-химических основ получения модифицированных изделий с повышенными эксплуатационными характеристиками из исходных и вторичных органических композиционных материалов» (2016–2020), этап 2020 г. «Модификация свойств эластомерных композиций пластифицирующими компонентами на основе вторичного нефтехимического сырья».

Цель и задачи исследования. Цель исследования – разработать рецептуры эластомерных композиций с улучшенными технологическими и эксплуатационными свойствами, содержащих пластифицирующие компоненты на основе вторичного нефтехимического сырья.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

– исследовать термодинамическую совместимость пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья с эластомерной матрицей;

– установить влияние исследуемых пластифицирующих добавок на пластоэластические, вулканизационные и упруго-прочностные свойства ненаполненных эластомерных композиций на основе каучуков общего и специального назначения;

– исследовать влияние пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья на технологические свойства промышленных композиций;

– определить зависимости изменения эксплуатационных свойств промышленных эластомерных композиций от природы и дозировки пластифицирующих компонентов;

– осуществить проверку полученных результатов исследования в промышленных условиях.

Объект исследования – эластомерные композиции на основе каучуков общего и специального назначения с пластифицирующими компонентами на основе вторичного нефтехимического сырья.

Предмет исследования – структура, свойства и состав эластомерных композиций с пластифицирующими компонентами на основе вторичного нефтехимического сырья.

Выбор объекта обусловлен целью и задачами исследования.

Научная новизна. Впервые предложено использовать в составе эластомерных композиций в качестве пластифицирующих компонентов продукты на основе вторичного нефтехимического сырья, содержащие модифицирующую присадку, улучшающие пластоэластические, вулканизационные свойства резиновых смесей и технические показатели резин.

Установлено, что модифицирующие присадки в количестве 0,5 и 1,0 мас. % повышают термодинамическую совместимость пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья с полимерами, обеспечивая улучшение технологических свойств резиновых смесей и эксплуатационных показателей вулканизатов на их основе.

Положения, выносимые на защиту:

– особенности термодинамической совместимости пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья с эластомерной матрицей, обеспечивающие меньшие значения параметра, характеризующего их взаимодействие (константа Хаггинса уменьшается на 12,3–29,1%), и большие (на 8,7–13,7%) показатели коэффициента диффузии в объеме полимера при использовании пластифицирующих компонентов, как немодифицированных, так и содержащих 0,5 и 1,0 мас. % модифицирующей присадки;

– характер изменения пластоэластических, вулканизационных и упруго-прочностных характеристик ненаполненных эластомерных композиций от дозировки пластифицирующего компонента с модифицирующей присадкой, обуславливающий получение эластомерных композиций с улучшенными реологическими (вязкость по Муни уменьшается на 20,5–26,1%), вулканизационными (время достижения оптимальной степени вулканизации сокращается до 26,4%) свойствами, повышенной стойкостью к тепловому (до 1,2 раз) и озонному (в 1,2–1,3 раз) старениям;

– зависимости между типом, дозировкой пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья и свойствами промышленных эластомерных композиций, позволяющие получать резиновые смеси с улучшенными технологическими параметрами переработки (стойкость к подвулканизации увеличивается в 1,4–2,6 раз) и релаксационными характеристиками (коэффициент релаксации увеличивается до 1,3 раз);

– эластомерные композиции с пластифицирующими компонентами на основе вторичного нефтехимического сырья, содержащие модифицирующую присадку в количестве 0,5 и 1,0 мас. %, обуславливающие получение резин с повышенными износостойкостью (на 16,3–36,1%), стойкостью к тепловому (в 1,2–1,3 раз) и озонному (до 1,3 раз) старениям.

Личный вклад соискателя ученой степени заключается в проработке научной литературы по теме диссертационной работы; участии в постановке цели и определении задач исследования; разработке структуры и подбору методов исследования; проведении экспериментов; обработке результатов исследования, выполнении расчетов; формулировке и описании теоретических выводов, а также подготовке публикаций.

Апробация результатов диссертации и информация об использовании ее результатов. Основные результаты исследований представлены и обсуждены

на: Международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии» (Минск, 2014); VII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Днепропетровск, 2015); Международных научно-технических конференциях «Поликомтриб-2015» и «Поликомтриб-2017» (Гомель, 2015, 2017 гг.); XX–XXV Международных научно-практических конференциях «Резиновая промышленность: сырье, материалы и технологии» (Москва, 2015–2020 гг.); LIII, LVI–LVIII отчетных научных конференциях преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ (Воронеж, 2015, 2018–2020 гг.); Международной научно-технической конференции «Нефть и газ Западной Сибири» (Тюмень, 2015); 79-ой, 83–85-ой научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (Минск, 2015, 2019–2021 гг.); Международной конференции «Композит-2016» (Энгельс, 2016); V Международной конференции-школе по химической технологии (Волгоград, 2016); II Международной научно-технической конференции «Минские научные чтения 2019» (Минск, 2019); Всероссийской конференции с международным участием «ПИРХТ-2019» (Воронеж, 2019); Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов «Актуальные проблемы науки о полимерах» (Казань, 2020).

Опубликование результатов диссертации. По результатам выполненных исследований опубликовано 28 печатных работ, в том числе 6 статей, 5 из которых – в научных журналах, включенных в перечень научных изданий ВАК (3,6 авторских листа), 11 материалов конференций, 10 тезисов докладов, патент Республики Беларусь.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Полный объем диссертации 183 с., из них 45 с. занимают 9 иллюстраций и 38 таблиц; 17 с. – список использованных источников, включающий 177 наименований и 28 публикаций соискателя, и приложения на 30 с.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Первая глава посвящена анализу современного состояния исследований в области практического применения экологически безопасных пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья в резинотехнических изделиях с целью улучшения их технологических и эксплуатационных характеристик. Известно, что пластифицирующие компоненты должны обладать химической и термической стойкостью в процессах производства резиновых изделий и их эксплуатации, хорошо распределяться в объеме эластомерной матрицы, а также выполнять свои функции в различных климатических

условиях. Анализ литературных данных показал, что для решения экологических проблем и разработки эластомерных композиций для производства резинотехнических изделий с улучшенным комплексом свойств перспективным направлением является применение новых пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья. Следует отметить, что при переработке эластомеров целесообразно применять такие пластификаторы, которые бы улучшали технологические свойства резиновых смесей и практически не изменяли свойства вулканизатов.

Таким образом, актуальной задачей является разработка рецептур эластомерных композиций с применением экологически безопасных пластифицирующих компонентов на основе вторичных продуктов, что позволит повысить качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции, а также снизить негативное влияние на окружающую среду.

На основании анализа литературных данных сформулированы цель, задачи и основные направления исследований по теме диссертационной работы.

Во второй главе приведено обоснование выбора и описание объектов, методов исследований.

В качестве объектов исследований использовали ненаполненные и промышленные эластомерные композиции на основе каучуков общего и специального назначения. Ненаполненные композиции изготавливали на основе каучуков общего назначения СКИ-3 согласно ГОСТ 14925-79 и специального назначения СКЭПТ-50 в соответствии с ТУ 2294-022-05766801-2002. Промышленные эластомерные композиции получали на основе каучука специального назначения СКЭПТ-50, а также комбинаций каучуков СКИ-3+СКД и СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН, применяемых при производстве формовых и неформовых резинотехнических изделий, различающиеся между собой природой полимеров, составом вулканизирующей системы, а также марками и содержанием технического углерода.

Выбор пластифицирующих компонентов осуществляли исходя из их стоимости, доступности, конечного назначения изготавливаемого резинового изделия и условий его эксплуатации. На основании данных требований и анализа литературных источников в качестве пластифицирующих добавок (таблица 1) были выбраны промышленные масла ПН-6 (ТУ 38.1011217-89) и И-20 (ГОСТ 20799-88), а также компоненты, полученные в условиях ИООО «ДВЧ-Менеджмент» на основе вторичного нефтехимического сырья ДВЧ-1 и ДВЧ-2 (ТУ ВУ 690656219.003-2014).

Промышленный пластификатор ПН-6 представляет собой концентрат ароматических углеводородов, который получают путем компаундирования экстрактов селективной (фенольной) очистки масляных фракций нефти. Масло И-20 – масло, дистиллятное или смесь дистиллятного с остаточным из сернистых и малосернистых нефтей селективной очистки.

Таблица 1 – Физико-химическая характеристика исследуемых компонентов

Показатель	ПН-6	И-20	ДВЧ-1	ДВЧ-2
Содержание углерода в различных структурах, мас. %.: – ароматических;	36	3	2	< 1
– нафтеновых;	28	49	46	49
– парафиновых.	36	48	52	50
Плотность при 20°C, кг/м ³	960	890	885	890
Относительная плотность при 15°C	0,963	0,893	0,888	0,893
Показатель преломления	1,5445	1,4865	1,4845	1,4847
Вязкость кинематическая, при 40°C, мм ² /с	36	32	58	60
Кислотное число, мг КОН/г, не более	–	0,03	4	3
Температура вспышки, °С, не выше	230	200	220	220
Температура застывания, °С, не ниже	–36	–15	–24	–27

Исследуемые пластифицирующие компоненты на основе вторичного нефтехимического сырья ДВЧ-1 и ДВЧ-2 представляют собой продукты переработки отработанного машинного масла и отличаются между собой содержанием линейных и разветвленных парафинов. Следует отметить, что масла ДВЧ-1 и ДВЧ-2 характеризуются пониженным содержанием ароматических углеводородов, что обуславливает экологическую безопасность при изготовлении и эксплуатации резинотехнических изделий. Основным требованием, ко-

торое предъявляется к маслам, применяемым в резиновой промышленности, является незначительная зависимость вязкости от температуры, что может быть достигнуто путем использования вязкостных присадок. В связи с этим для улучшения потребительских свойств масла ДВЧ-2 в него вводили модифицирующую присадку (МП), которая представляла собой предельный углеводород, в количестве 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 и 10,0 мас. %.

Промышленные и исследуемые пластифицирующие компоненты вводили в резиновые смеси в дозировках 2,5; 5,0; 7,5 и 10,0 мас. ч. на 100,0 мас. ч. каучука. Термодинамическую совместимость исследуемых ингредиентов с эластомерной матрицей оценивали согласно ГОСТ 12020-72 по параметру Хаггинса, определяемого методом равновесного набухания с использованием формулы Крауса. Реологические и релаксационные свойства эластомерных композиций устанавливали методом ротационной вискозиметрии в соответствии ГОСТ Р 54552-2011 на вискозиметре Муни MV 2000. Кинетические параметры вулканизации резиновых смесей определяли согласно ГОСТ 12535-84 на виброреометре ODR 2000. Упруго-прочностные характеристики резин оценивали в соответствии с ГОСТ 270-75. Стойкость образцов к термическому старению в воздушной среде устанавливали по изменению относительного удлинения при разрыве и условной прочности при растяжении резин в соот-

ветствии с ГОСТ 9.024-74. Стойкость резин к озонному растрескиванию определяли по коэффициенту озонного старения по ГОСТ 9.026-74. Согласно ГОСТ 426-77 оценивали сопротивление резин истиранию при скольжении. Определение параметров пространственной сетки резин осуществляли с использованием метода равновесного набухания (растворитель – толуол) по уравнению Флори-Ренера. Экспериментально полученные результаты статистически обрабатывали с привлечением программного обеспечения. Установлено, что относительная ошибка полученных результатов при исследовании пластоэластических и вулканизационных характеристик эластомерных композиций не превышала 3,1%, в остальных испытаниях – 4,5% при доверительной вероятности 0,95.

В третьей главе представлены результаты исследований термодинамической совместимости пластифицирующих компонентов с каучуками общего СКИ-3 и специального СКЭПТ-50 назначения, а также влияния вторичных продуктов переработки нефтехимического сырья на свойства ненаполненных эластомерных композиций на основе данных каучуков.

Выявлено, что добавки на основе вторичного нефтехимического сырья ДВЧ-2, немодифицированные и содержащие до 1,0 мас. % присадки, характеризуются наилучшей термодинамической совместимостью с каучуками СКИ-3 и СКЭПТ-50 по сравнению с промышленными маслами ПН-6 и И-20, о чем свидетельствуют меньшие (на 4,3–29,1%) значения параметра Хаггинса и большие (на 3,7–13,7%) показатели коэффициента диффузии (таблица 2). Определено, что увеличение содержания модифицирующей присадки выше 1,0 мас. % в объеме масла ДВЧ-2 обуславливает уменьшение совместимости исследуемых добавок с полимером. Введение в определенном количестве модифицирующей присадки в объем масла ДВЧ-2, вероятно, приводит к изменениям его структуры, способствует

Таблица 2 – Результаты определения термодинамической совместимости

Наименование пластифицирующей добавки	Параметр Хаггинса		Коэффициент диффузии, $10^{12} \text{ м}^2/\text{с}$	
	СКИ-3	СКЭПТ-50	СКИ-3	СКЭПТ-50
ПН-6	0,7	1,4	30,0	2,1
И-20	0,7	1,4	30,1	2,2
ДВЧ-1	0,7	1,8	30,1	2,1
ДВЧ-2	0,6	1,1	31,6	2,3
ДВЧ-2 + 0,5% МП	0,6	1,0	31,7	2,4
ДВЧ-2 + 1,0% МП	0,6	1,0	32,6	2,4
ДВЧ-2 + 2,5% МП	0,7	1,3	30,7	2,2
ДВЧ-2 + 5,0% МП	0,7	1,4	30,4	2,2
ДВЧ-2 + 10,0% МП	0,7	1,4	30,4	2,1

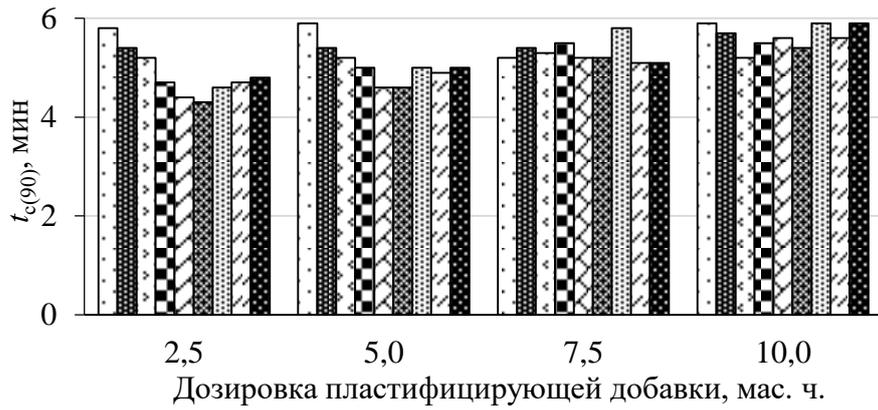
увеличению конформационных превращений, что, в свою очередь, повышает эффективность пластифицирующего действия исследуемого компонента.

Установлено, что введение в эластомерные композиции экологически безопасных пластифицирующих компонентов ДВЧ-2 и ДВЧ-2 с модифицирующей присадкой в количестве 0,5; 1,0 и 2,5 мас. % в эластомерные композиции уменьшает показатель вязкости по Муни резиновых смесей на основе СКИ-3 на 20,5–26,1% и на 4,2–20,5% – на основе СКЭПТ-50 по сравнению с маслом ПН-6. При этом различия показателя вязкости композиций с исследуемыми компонентами и пластификатором с И-20 составляют менее 3%. Выявленный характер изменения свойств обусловлен как химической природой пластификаторов, так и их вязкостью. Увеличение содержания модифицирующей присадки в объеме исследуемого компонента ДВЧ-2 выше 2,5 мас. % приводит к повышению до 27,1% показателя вязкости по Муни резиновых смесей, что обусловлено меньшей совместимостью полученного при модификации пластифицирующего компонента с эластомерной матрицей.

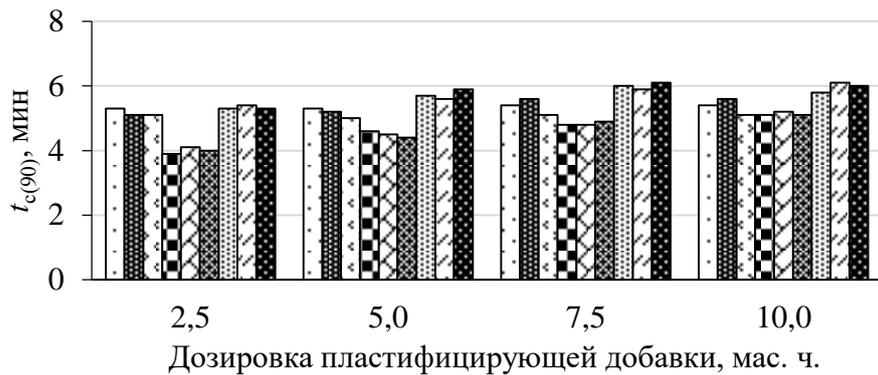
Анализ реологических характеристик резиновых смесей, определяющих их перерабатываемость на технологическом оборудовании, показал, что применение пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья типа ДВЧ-2, немодифицированных и содержащих до 1,0 мас. % модифицирующей присадки, взамен промышленных масел ПН-6 и И-20, приводит к ускорению протекания релаксационных процессов в объеме полимерной матрицы, о чем свидетельствуют более высокие (в 1,1–1,5 раз) значения коэффициента релаксации напряжений. Улучшение релаксационных свойств в данном случае обусловлено наличием в составе пластификатора ДВЧ-2 модифицирующей присадки, которая при определенном содержании способствует повышению гибкости молекулярных цепей за счет более высокой совместимости с полимером.

Выявлено, что применение пластифицирующих компонентов ДВЧ-2, ДВЧ-2 + 0,5% МП и ДВЧ-2 + 1,0% МП в составе эластомерных композиций на основе СКИ-3 позволяет получать резиновые смеси, характеризующиеся аналогичной стойкостью к преждевременной вулканизации смесей, что и образцы с промышленными маслами ПН-6 и И-20.

Результаты исследования кинетических параметров процесса вулканизации (рисунок 1) резиновых смесей показали, что введение пластифицирующих добавок ДВЧ-2, как немодифицированных, так и содержащих присадку в количестве 0,5 и 1,0 мас. %, приводит к сокращению времени достижения оптимальной степени вулканизации ($t_{c(90)}$) (для композиций на основе СКИ-3 на 3,8–18,9% и для смесей на основе СКЭПТ-50 на 3,7–26,4%) по сравнению с эластомерными композициями с промышленными пластификаторами. Установленный характер изменения свойств может быть связан с химическим составом вводимых пластифицирующих компонентов и степенью их диспергирования в объеме эластомерной матрицы.



a



□ ПН-6; ■ И-20; □ ДВЧ-1;
 ■ ДВЧ-2; □ ДВЧ-2 + 0,5% МП; ■ ДВЧ-2 + 1,0% МП;
 ■ ДВЧ-2+2,5% МП □ ДВЧ-2 + 5,0% МП; ■ ДВЧ-2 + 10,0% МП

б

a – резиновые смеси на основе SKI-3;

б – резиновые смеси на основе СКЭПТ-50

Рисунок 1 – Зависимость времени достижения оптимальной степени вулканизации ($t_{c(90)}$) эластомерных композиций от типа и дозировки пластифицирующих компонентов

Анализ полученных данных показал, что тип и дозировка пластифицирующих компонентов практически не оказывают влияния на упруго-прочностные свойства вулканизатов на основе SKI-3 и СКЭПТ-50. При этом резины с компонентом ДВЧ-2, немодифицированным и содержащим присадку в количестве 0,5 и 1,0 мас. %, по сравнению с маслами ПН-6 и И-20 характеризуются меньшей (до 17,7%) плотностью поперечного сшивания. Получение вулканизатов с меньшей плотно-

стью сшивки и удовлетворительным комплексом упруго-прочностных свойств, вероятно, обусловлено более равномерным распределением компонентов вулканизирующей системы в объеме эластомера, приводящим к получению структуры вулканизатов с меньшей дефектностью.

Одной из основных причин изменения свойств вулканизатов под действием температуры является распад и перегруппировка поперечных связей, а также деструкция макромолекул полимера в результате их окисления. Выявлено, что введение экологически безопасных пластифицирующих компонентов ДВЧ-2, ДВЧ-2 + 0,5% МП, ДВЧ-2 + 1,0% МП в эластомерные композиции на основе SKI-3 и СКЭПТ-50 позволяет получать резины, характеризующиеся более высокой стойкостью к воздействию повышенной температуры и кислорода воздуха, чем вулканизаты с маслами ПН-6 и И-20, что обусловлено различиями в содержании непредельных соединений в составе используемых

пластифицирующих компонентов, а также природой поперечных связей, формирующихся в процессе вулканизации.

При разработке озоностойких резин первостепенное значение имеет строение и структура полимера. Наименее стойкими являются ненасыщенные каучуки, к которым относится синтетический полиизопреновый каучук СКИ-3. Показано (рисунок 2), что применение пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья ДВЧ-2, ДВЧ-2 + 0,5% МП и ДВЧ-2 + 1,0% МП

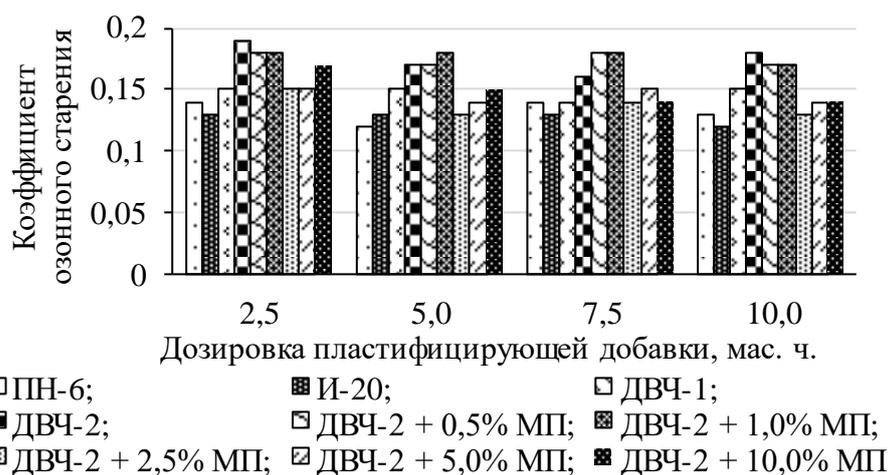


Рисунок 2 – Зависимость изменения коэффициента озонного старения резин на основе СКИ-3 от типа и дозировки пластифицирующих компонентов

во всех дозировках приводит к повышению стойкости резин к озонному растрескиванию. Более высокая стойкость к воздействию озона вулканизаторов, содержащих в своем составе исследуемые добавки ДВЧ-2, модифицированные 0,5 и 1,0 мас. % присадкой, обусловлена их диффузионной способ-

ностью, а также природой модифицирующей присадки.

Таким образом, результаты исследований ненаполненных резиновых смесей на основе СКИ-3 и СКЭПТ-50 показали, что применение пластифицирующих компонентов типа ДВЧ-2, немодифицированных и с присадкой в количестве до 1,0 мас. %, позволяет получать эластомерные композиции, характеризующиеся улучшенными пластическими, вулканизационными свойствами, а также повышенной стойкостью к тепловому и озонному старению по сравнению с композициями, содержащими промышленные пластификаторы ПН-6 и И-20.

В четвертой главе представлены результаты исследований промышленных эластомерных композиций на основе каучука СКЭПТ-50, а также комбинаций каучуков СКИ-3+СКД и СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН, предназначенных для изготовления формовых и неформовых резинотехнических изделий, в которые вводили исследуемый компонент ДВЧ-2, немодифицированный и содержащий присадку в количестве 0,5 и 1,0 мас. %. Дозировка исследуемых добавок в эластомерных композициях варьировалась в пределах от 2,5 до 10,0 мас. ч.

Результаты проведенных исследований (таблица 3) показали, что введение в эластомерные композиции экологически безопасных добавок ДВЧ-2 во всех дозировках позволяет получить смеси, характеризующиеся меньшими значениями вязкости по Муни (для резиновых смесей на основе СКИ-3+СКД до 24,6% и для композиций на основе СКЭПТ-50 до 52,1%) по сравнению с образцами с маслом ПН-6. Установлено, что характер изменения вязкости по Муни смесей с

Таблица 3 – Вязкость по Муни резиновых смесей

Наименование пластифицирующей добавки	Дозировка добавки, мас. ч.	Резиновая смесь на основе / Вязкость по Муни, усл. ед. Муни		
		СКИ-3+СКД	СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН	СКЭПТ-50
ПН-6	2,5	69,4	37,6	85,4
	5,0	65,6	29,1	81,2
	7,5	55,8	27,2	75,6
	10,0	53,1	24,6	70,7
И-20	2,5	62,2	58,7	62,8
	5,0	56,2	49,8	55,2
	7,5	52,6	44,8	51,3
	10,0	43,4	40,8	49,9
ДВЧ-2	2,5	64,9	51,7	60,9
	5,0	57,5	46,8	54,8
	7,5	53,8	42,7	51,2
	10,0	44,9	39,6	49,0
ДВЧ-2 + + 0,5% МП	2,5	65,3	57,9	59,1
	5,0	56,1	41,8	53,4
	7,5	48,2	38,9	50,2
	10,0	43,6	36,8	47,6
ДВЧ-2 + + 1,0% МП	2,5	68,6	58,5	61,2
	5,0	55,9	43,1	56,7
	7,5	48,2	40,5	52,4
	10,0	42,6	38,3	48,2

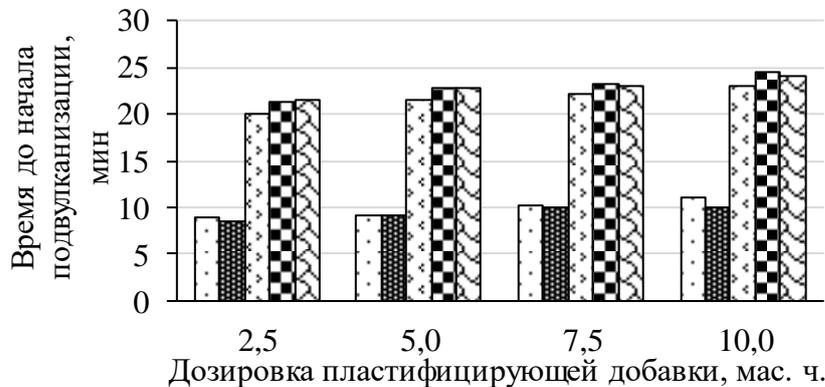
исследуемыми компонентами ДВЧ-2 аналогичен смесям, содержащим И-20. Следует отметить, что замена в рецептурах эластомерных композиций на основе комбинации неполярного и полярного каучуков промышленного пластификатора И-20 на исследуемые добавки типа ДВЧ-2 приводит к снижению до 19,1% вязкости по Муни резиновых смесей. Выявленный характер влияния новых пластифицирующих компонентов на пластозластические свойства может быть обусловлен различиями в природе исходных эластомеров, содержанием и типом вводимых наполнителей, а также совмести-

мостью пластифицирующих компонентов с полимером.

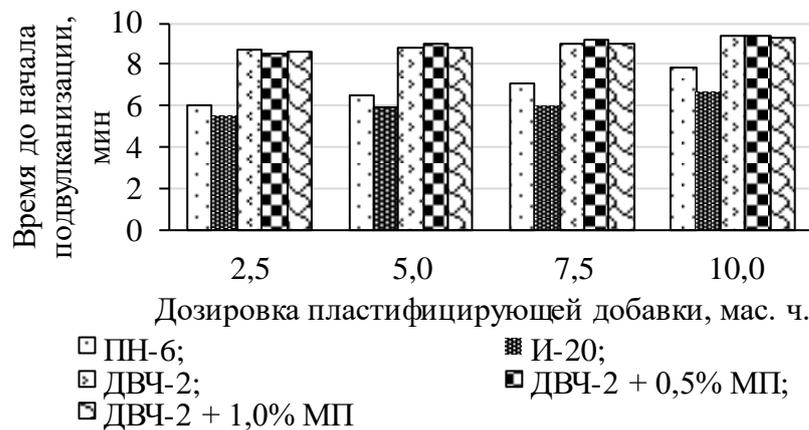
Выявлено, что применение исследуемых добавок на основе вторичного нефтехимического сырья типа ДВЧ-2 взамен промышленных пластификаторов приводит к увеличению до 1,3 раз коэффициента релаксации напряжений для всех промышленных резиновых смесей, что, вероятно, связано с лучшей термодинамической совместимостью компонента ДВЧ-2 с эластомерной матрицей, обуславливающей повышение гибкости молекулярных цепей, и, как следствие,

приводящее к ускорению протекания релаксационных процессов, протекающих в объеме эластомерной матрицы.

Определение стойкости резиновых смесей к преждевременной вулканизации (рисунок 3) показало, что эластомерные композиции, содержащие в своем составе экологически безопасные пластифицирующие компоненты типа ДВЧ-2,



a



б

a – резиновые смеси на основе СКИ-3+СКД;

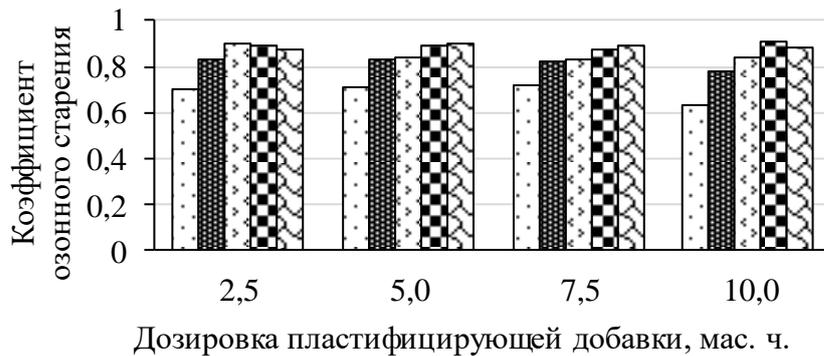
б – резиновые смеси на основе СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН

Рисунок 3 – Зависимость времени до начала подвулканизации эластомерных композиций от типа и дозировки добавки

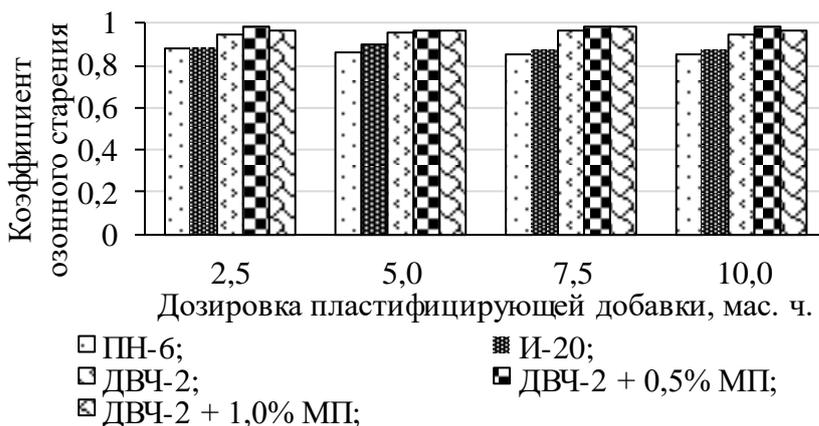
обладают большей (для смесей на основе СКИ-3+СКД до 2,6 раз и для композиций на основе комбинации каучуков СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН до 1,6 раз) стойкостью к подвулканизации, по сравнению со смесями с маслами ПН-6 и И-20, что позволит в производственных условиях обеспечить большую безопасность при переработке резиновых смесей.

Применение исследуемых добавок ДВЧ-2 в составе промышленных эластомерных композиций позволяет полу-

чать вулканизаты, характеризующиеся схожими упруго-прочностными свойствами, что и резины с маслами ПН-6 и И-20. В то же время, следует отметить, что введение в резиновые смеси пластифицирующих компонентов ДВЧ-2, ДВЧ-2 + 0,5% МП и ДВЧ-2 + 1,0% МП приводит к повышению (до 1,3 раз) стойкости резин к воздействию повышенной температуры в воздушной среде (как по условной прочности при растяжении, так и по относительному удлинению при разрыве) по сравнению с композициями, содержащими пластификаторы ПН-6 и И-20. Полученные результаты по определению стойкости резин к тепловому старению согласуются с данными, которые были установлены при исследовании ненаполненных композиций.



a



б

a – резины на основе СКИ-3+СКД;

б – резины на основе СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН

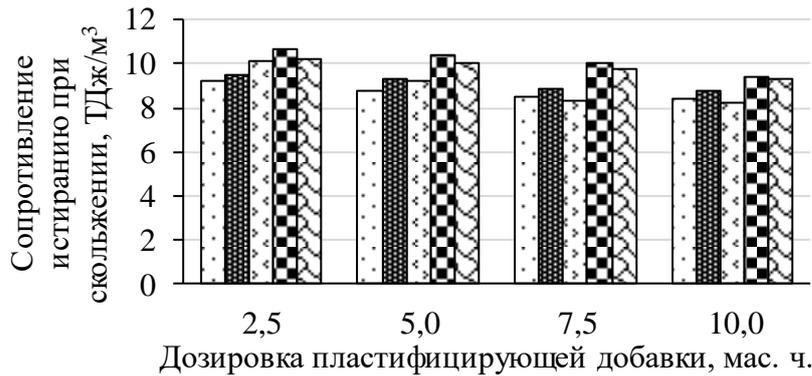
Рисунок 4 – Зависимость изменения коэффициента озонного старения промышленных эластомерных композиций от типа и дозировки добавок

Результаты исследования стойкости резин к озонному старению показали (рисунок 4), что введение в промышленные эластомерные композиции добавок на основе вторичного нефтехимического сырья типа ДВЧ-2 способствует повышению (до 1,3 раз) стойкости образцов к воздействию озона по сравнению с вулканизатами, содержащими масла ПН-6 и И-20. Выявленный характер изменения свойств может быть связан с насыщенностью углеводородной присадки в объеме масла ДВЧ-2, которая может являться барьером как на пути диффузии озона в объем резины, так и взаимодействием его с полимером на поверхности.

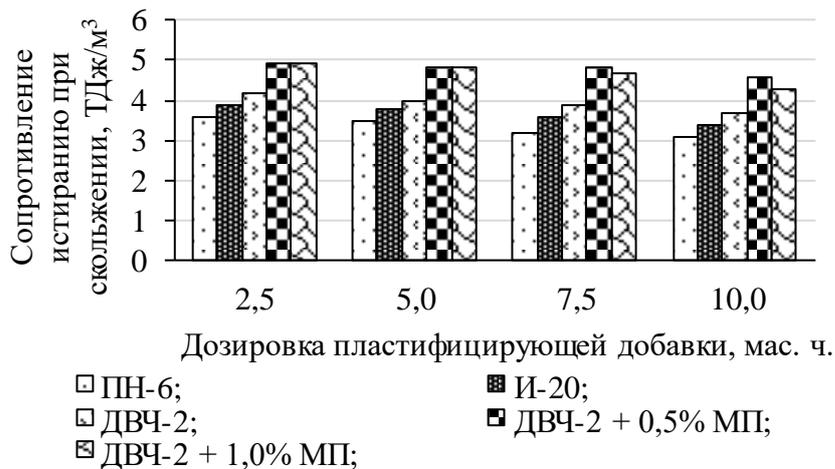
Сопродействие его с полимером на поверхности.

Сопротивление вулканизатов истиранию при скольжении является одним из специфических эксплуатационных свойств эластомерных композиций на основе комбинаций каучуков СКИ-3+СКД и СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН, которые применяются для изготовления формовых и неформовых резинотехнических изделий. Выявлено (рисунок 5), что применение пластифицирующего компонента ДВЧ-2, модифицированного 0,5 и 1,0 мас. % присадкой, в составе промышленных эластомерных композиций позволяет увеличить (для образцов на основе комбинации каучуков СКИ-3+СКД на 6,3–16,3% и для резин на основе СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН на 7,7–36,1%) сопротивление истиранию при скольжении вулканизатов по сравнению с композициями, содержащими промышленные пластификаторы ПН-6 и И-20.

Влияние исследуемых компонентов на износостойкость образцов может быть обусловлено природой полимера и его совместимостью с пластифицирующими компонентами, а также пространственной структурой вулканизата, формирующей-



а



б

а – резины на основе СКИ-3+СКД;

б – резины на основе СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН

Рисунок 5 – Зависимость изменения сопротивления истиранию при скольжении резин от типа и дозировки пластифицирующих компонентов

ДВЧ-2, модифицированные присадкой в количестве 0,5 и 1,0 мас. %.

В пятой главе приведены результаты испытаний эластомерных композиций с различными пластифицирующими компонентами в условиях центральной заводской лаборатории ЗАО «Амкодор-Эластомер». Показана практическая целесообразность применения экологически безопасных ингредиентов типа ДВЧ-2 в резиновых смесях, предназначенных для производства неформовых резинотехнических изделий, так как это позволит увеличить стойкость эластомерных композиций к подвулканизации и обеспечит получение резин с повышенными озоностойкостью (до 13%) и стойкостью к тепловому старению (на 15–20%).

Следует отметить, что снижение себестоимости 1 т производственной резиновой смеси при замене промышленных пластификаторов на исследуемые пластифицирующие компоненты из вторичного нефтехимического сырья составит 0,18–0,29%.

ся в процессе вулканизации, что позволяет получить более прочный поверхностный слой резины в зоне контакта с контртелом.

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлено, что для улучшения технологических параметров переработки резиновых смесей, их релаксационных характеристик, а также для повышения стойкости вулканизаторов к тепловому, озонному старению и износостойкости наиболее целесообразно использовать в рецептуре промышленных эластомерных композиций экологически безопасные пластифицирующие компоненты

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Установлено, что пластифицирующие компоненты на основе вторичного нефтехимического сырья типа ДВЧ-2, немодифицированные и содержащие до 1,0 мас. % модифицирующей присадки, обладают лучшей термодинамической совместимостью с эластомерной матрицей, о чем свидетельствуют меньшие значения параметра, характеризующего их взаимодействие (уменьшение константы Хаггинса для СКИ-3 до 12,3%, а для СКЭПТ-50 до 29,1%) и большие показатели коэффициента диффузии пластификатора (для СКИ-3 до 8,7%, а для СКЭПТ-50 до 13,7%) в объеме полимера [5, 13, 16, 26].

2. Определено, что применение добавок типа ДВЧ-2, как немодифицированных, так и содержащих 0,5 и 1,0 мас. % модифицирующей присадки, в ненаполненных эластомерных композициях на основе каучуков общего и специального назначения оказывает влияние на их пластоэластические (уменьшение вязкости по Муни резиновых смесей на основе СКИ-3 до 26,1%, а для композиций на основе СКЭПТ-50 до 20,5%), релаксационные (коэффициент релаксации эластомерных композиций на основе СКИ-3 и СКЭПТ-50 увеличивается до 1,1 раз) свойства, параметры процесса вулканизации (сокращение времени достижения оптимальной степени вулканизации у резиновых смесей на основе СКИ-3 до 25,9% и для композиций на основе СКЭПТ-50 до 26,4%) и приводит к получению резин, характеризующихся повышенной стойкостью к тепловому (до 1,2 раз для СКИ-3 и СКЭПТ-50) и озонному (до 1,3 раз для СКИ-3) старениям [1, 2, 4, 7–9, 11, 15, 18–20, 23–25].

3. Выявлено, что использование экологически безопасных компонентов ДВЧ-2 в составе промышленных эластомерных композиций позволяет получать резиновые смеси с улучшенными технологическими параметрами переработки (стойкость к подвулканизации эластомерных композиций на основе СКИ-3+СКД увеличивается в 1,8–2,6 раз, а смесей на основе СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН – в 1,4–1,6 раз) и релаксационными (коэффициент релаксации композиций на основе каучука СКЭПТ-50 и комбинации каучуков СКИ-3+СКД увеличивается до 1,2 раз, а у смесей на основе СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН – до 1,3 раз) характеристиками [3, 6, 10, 12, 21, 27].

4. Показано, что введение пластифицирующих компонентов типа ДВЧ-2, содержащих 0,5 и 1,0 мас. % модифицирующей присадки, в промышленные эластомерные композиции, предназначенные для изготовления формовых и неформовых резинотехнических изделий, позволяет получать вулканизаты с повышенными износостойкостью (для резин на основе СКИ-3+СКД до 16,3% и для образцов на основе СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН до 36,1%) и стойкостью к тепловому (для вулканизатов на основе комбинаций каучуков

СКИ-3+СКД и СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН до 1,2 раз, а для резин на основе СКЭПТ-50 до 1,3 раз), озонному (у композиций на основе СКИ-3+СКД до 1,3 раз и для резин на основе СК(М)С-30АРКМ-15+БНКС-18АМН до 1,2 раз) старениям [10, 12, 14, 17, 22, 27].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Предложенные пластифицирующие компоненты на основе вторичного нефтехимического сырья, модифицированные присадкой, в составе эластомерных композиций на основе каучуков общего и специального назначения позволяют улучшить их пластоэластические, вулканизационные свойства резиновых смесей, а также эксплуатационные характеристики резин. Исследуемые компоненты могут быть использованы в качестве пластификаторов на предприятиях, выпускающих резиновые смеси, а также формовые и неформовые резинотехнические изделия. Проведены опытно-промышленные испытания на ЗАО «Амкор-Эластомер» и получено заключение, подтверждающее получение качественных резиновых смесей для производства резинотехнических изделий, характеризующихся увеличенными скоростью вулканизации (на 10%) и озоноустойчивостью резин (на 13%).

Новизну технического решения подтверждает патент Республики Беларусь «Резиновая смесь» [28].

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯСтатьи в рецензируемых научных журналах, включенных в Перечень ВАК НАН Беларуси

1. Лешкевич, А. В. Свойства эластомерных композиций с пластификаторами на основе вторичного сырья / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, П. Д. Гурин // Труды БГТУ. Химия, технология орган. в-в и биотехнология – 2015. – № 4. – С. 55–60.

2. Свойства эластомерных композиций с технологическими добавками на основе отработанного машинного масла / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, П. Д. Гурин, В. Ф. Шкодич // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 1. – С. 131–134.

3. Применение пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья в резиновых смесях / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Н. В. Круглик, О. В. Карманова // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 4 (70). – С. 201–206.

4. Пластифицирующие добавки в эластомерных композициях (обзор) / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Н. Р. Прокопчук, Е. П. Усс // Полимерные материалы и технологии. – 2018. – Т. 4, № 3. – С. 6–25.

5. Исследование совместимости пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья с эластомерной матрицей / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс, Н. Р. Прокопчук, О. В. Карманова // Вестник ВГУИТ. – 2019. – Т. 81, № 4. – С. 190–195.

Статьи в других научных журналах и сборниках конференций

6. Лешкевич, А. В. Применение пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья в наполненных эластомерных композициях / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс // Интеграция и развитие научно-технического и образовательного сотрудничества – взгляд в будущее: сборник статей II Междунар. научн.-техн. конф. «Минские научные чтения – 2019», 11–12 декабря 2019 г. / Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2019. – Т. 1. – С. 119–122.

Материалы конференций

7. Лешкевич, А. В. Кинетика вулканизации резиновых смесей с технологическими добавками на основе отработанного машинного масла / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии : материалы междунар. научн.-техн. конф., Минск, 26–28 ноября 2014 г. / Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2014. – С. 143–146.

8. Влияние продуктов переработки отработанного масла на технические свойства эластомерных композиций / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс, А. А. Гурова // Нефть и газ Западной Сибири : материалы междунар. научн.-техн. конф., Тюмень, 15–16 октября 2015 г. / Отв. ред. П.В. Евтин. – Тюмень, 2015. – Т. 1. – С. 219–223.

9. Лешкевич, А. В. Компоненты из вторичного сырья в эластомерных композициях / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок // Материалы LIII отчетной науч. конф. преподавателей и сотр. ВГУИТ за 2014 год / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. ; редкол. С. Т. Антипов. – Ч. 1. – Воронеж, 2015. – С. 217.

10. Лешкевич, А. В. Влияние пластифицирующих добавок на основе вторичного нефтехимического сырья на свойства эластомерных композиций / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, В. А. Кузьмина // Перспективные полимерные композиционные материалы. Альтернативные технологии. Переработка. Применения. Экология («Композит-2016») : доклады междунар. конф., Энгельс, 28–30 июня 2016 г. / Отв. ред. Л. Г. Панова. – Энгельс, 2016. – С. 211–213.

11. Лешкевич, А. В. Применение вторичных нефтехимических продуктов в составе эластомерных композиций / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок // Материалы LVI отчетной научн. конф. преподавателей и научн. сотр. ВГУИТ за 2017 год / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. ; редкол.: С. Т. Антипов. – Ч. 1. – Воронеж, 2018. – С. 130.

12. Лешкевич, А. В. Применение вторичных пластифицирующих добавок в составе эластомерных композиций / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс // Технология органических веществ : материалы докладов 83-ой научн.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научн. сотр. и аспирантов, Минск, 4–15 февраля 2019 г. / Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2019. – С. 58.

13. Лешкевич, А. В. Исследование совместимости эластомерной матрицы с вторичными нефтехимическими продуктами / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс // Материалы LVII отчетной научн. конф. преподавателей и научн. сотр. ВГУИТ за 2018 год / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. ; редкол.: С. Т. Антипов. – Ч. 1. – Воронеж, 2019. – С. 138.

14. Лешкевич, А. В. Технические свойства резин с пластифицирующими добавками из вторичного нефтехимического сырья / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс // Проблемы и инновационные решения в химической технологии (ПИРХТ-2019) : материалы междунар. научн.-практ. конф., Воронеж, 7–8 октября 2019 г. / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. ; редкол.: И. Н. Пугачева. – Воронеж, 2019. – С. 330.

15. Лешкевич, А. В. Полифункциональные добавки на основе вторичного нефтехимического сырья в составе эластомерных композиций / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс // Материалы LVIII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2019 год / Воронеж. гос. ун-т инж.

технол. ; редкол.: С. Т. Антипов. – Ч. 1. – Воронеж, 2020. – С. 112.

16. Исследование совместимости экологически безопасных пластифицирующих компонентов с эластомерной матрицей / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс, О. А. Кротова // Актуальные проблемы науки о полимерах : сборник трудов Всероссийского научн. конф. (с международным участием) преподавателей и студентов вузов, Казань, 21–22 апреля 2020 г. / Отв. ред. Н. Е. Темникова. – Казань, 2020. – С. 94.

17. Влияние пластификаторов из вторичного сырья на эксплуатационные свойства промышленных резин / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс, О. А. Кротова // Технология органических веществ : материалы докл. 85-ой науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научн. сотр. и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–13 февраля 2021 г. / Бел. гос. технол. ун-т. – Минск, 2021. – С. 74–75.

Тезисы докладов

18. Лешкевич, А. В. Пластификаторы на основе отработанного масла в эластомерных композициях / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок // Технология органических веществ : тез. докл. 79-ой научн.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научн. сотрудников и аспирантов, Минск, 2–6 февраля 2015 г. / Белорус. гос. технол. ун-т ; редкол.: И. М. Жарский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 55.

19. Лешкевич, А. В. Применение полифункциональных добавок из вторичного сырья в составе резиновых смесей / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок // Химия и современные технологии : тез. докл. VII Междунар. научн.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Днепропетровск, 27–29 апреля 2015 г. / Украин. гос. хим.-технол. ун-т. – Днепропетровск, 2015. – С. 152.

20. Лешкевич, А. В. Особенности свойств резин, содержащих компоненты из вторичного сырья / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок // Полимерные композиты и трибология (Поликомтриб-2015) : тез. докл. Междунар. научн.-техн. конф., Гомель, 23–26 июня 2015 г. / ИММС НАНБ ; редкол.: В. Н. Адериha [и др.]. – Гомель, 2015. – С. 51.

21. Лешкевич, А. В. Эластомерные композиции с пластифицирующими добавками из вторичного сырья / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок // Сателлитная конференция XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии : тез. докл. V Междунар. конференции-школы по хим. технологии, Волгоград, 16–20 мая 2016 г. / Волгоградский гос. технич. ун-т ; редкол.: В. В. Свитачева. – Волгоград, 2016. – Т. 1. – С. 484–485.

22. Влияние пластифицирующих компонентов из вторичного нефтехимического сырья на технические свойства эластомерных композиций / А. В. Лешкевич,

Ж. С. Шашок, К. В. Вишнеvский, В. А. Кузьмина // Резиновая промышленность: сырье, материалы, технологии : тез. XXI Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 31 мая – 3 июня 2016 г. / Научно-технический центр «НИИШП». – Москва, 2016. – С. 156–157.

23. Лешкевич, А. В. Свойства эластомерных композиций с полифункциональными добавками на основе вторичного нефтехимического сырья / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Д. В. Кончевская // Резиновая промышленность: сырье, материалы, технологии : тез. XXII Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 29 мая – 2 июня 2017 г. / Научно-технический центр «НИИШП». – Москва, 2017. – С. 80–82.

24. Лешкевич, А. В. Применение пластифицирующих компонентов на основе вторичного нефтехимического сырья в эластомерных композициях / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок // Полимерные композиты и трибология (Поликомтриб-2017) : тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 27–30 июня 2017 г. / ИММС НАНБ ; редкол.: В. Н. Адериha [и др.]. – Гомель, 2017. – С. 97.

25. Лешкевич, А. В. Пластифицирующие компоненты из вторичного нефтехимического сырья в составе эластомерных композиций / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс // Резиновая промышленность: сырье, материалы, технологии : тез. XXIII Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 28 мая – 1 июня 2018 г. / Научно-технический центр «НИИШП». – Москва, 2018. – С. 85–86.

26. Лешкевич, А. В. Исследование совместимости вторичных нефтехимических продуктов с эластомерной матрицей / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс // Резиновая промышленность: сырье, материалы, технологии : тез. XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 27–31 мая 2019 г. / Научно-технический центр «НИИШП». – Москва, 2019. – С. 75–77.

27. Лешкевич, А. В. Исследование влияния продуктов переработки отработанного масла на свойства промышленных эластомерных композиций / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс // Резиновая промышленность: сырье, материалы, технологии : тез. XXV Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 21–25 сентября 2020 г. / Научно-технический центр «НИИШП». – Москва, 2020. – С. 207–209.

Патент

28. Резиновая смесь : пат. ВУ 22717 / А. В. Лешкевич, Ж. С. Шашок, Е. П. Усс, О. А. Кротова. – Оpubл. 01.08.2019.

РЕЗЮМЕ

Лешкевич Анастасия Владимировна

Эластомерные композиции с пластифицирующими добавками на основе вторичного нефтехимического сырья

Ключевые слова: пластифицирующий компонент, модифицирующая присадка, эластомерная композиция, совместимость, пластоэластические свойства, кинетика вулканизации, теплостойкость, озоностойкость, сопротивление истиранию.

Цель работы: разработать рецептуры эластомерных композиций с улучшенными технологическими и эксплуатационными свойствами, содержащих пластифицирующие компоненты на основе вторичного нефтехимического сырья.

Методы исследования: исследование термодинамической совместимости пластифицирующего компонента с эластомерной матрицей по параметру Хаггинса, определенного методом равновесного набухания; методы ротационной вискозиметрии (вискозиметр Муни MV 2000), вибрационной реометрии (виброреометр ODR 2000); определение упруго-прочностных показателей, стойкости резин к термическому старению на воздухе, к озонному старению, сопротивления истиранию при скольжении; определение параметров пространственной сетки резин методом равновесного набухания по уравнению Флори-Ренера.

Полученные результаты и их новизна: установлено, что пластифицирующие компоненты ДВЧ-2, содержащие 0,5 и 1,0 мас. % модифицирующей присадки, характеризуются лучшей термодинамической совместимостью с эластомерной матрицей. Выявлено, что применение указанных добавок позволяет улучшить технологические параметры переработки резиновых смесей (стойкость к подвулканизации увеличивается в 1,4–2,6 раз), облегчить протекание релаксационных процессов в объеме эластомерной матрицы (коэффициент релаксации в зависимости от природы каучука увеличивается в 1,1–1,3 раз). Вулканизаты с исследуемыми пластифицирующими компонентами характеризуются повышенными износостойкостью (на 16,3–36,1%), а также стойкостью к тепловому (до 1,3 раз) и озонному (в 1,2–1,3 раз) старениям. Установленные зависимости изменения свойств эластомерных композиций от природы и дозировки пластифицирующих компонентов связаны с их термодинамической совместимостью с полимерной основой, а также особенностями пространственной структуры вулканизатов, формирующейся в процессе вулканизации при использовании новых компонентов.

Рекомендации по использованию и область применения: пластифицирующие компоненты на основе вторичного нефтехимического сырья прошли испытания на ЗАО «Амкодор-Эластомер» и могут применяться в производстве формовых и неформовых резинотехнических изделий с целью повышения качества выпускаемой продукции и экологической безопасности производства.

РЭЗІЮМЭ

Ляшкевіч Анастасія Уладзіміраўна

Эластамерныя кампазіцыі з пластыфіцыруючымі дабаўкамі на аснове другаснай нафтахімічнай сыравіны

Ключавыя словы: пластыфіцыруючы кампанент, мадыфікаваная прысадка, эластамерная кампазіцыя, сумяшчальнасць, пластаэластычныя ўласцівасці, кінетыка вулканізацыі, цепластойкасць, азонастойкасць, супраціўленне сціранню.

Мэта работы: распрацаваць рэцэптуры эластамерных кампазіцый з палепшанымі тэхналагічнымі і эксплуатацыйнымі ўласцівасцямі, якія ўтрымліваюць пластыфіцыруючыя кампаненты на аснове другаснай нафтахімічнай сыравіны.

Метады даследавання: даследаванне тэрмадынамічнай сумяшчальнасці пластыфіцыруючага кампанента з эластамернай матрыцай па параметры Хагінса, вызначанага метадам раўнавеснага набухання; метады ратацыйнай вісказіметрыі (вісказіметр Муні MV 2000), вібрацыйнай рэаметрыі (вібрарэометр ODR 2000); вызначэнне пружка-трываласных паказчыкаў, стойкасці гумы да тэрмічнага старэння на паветры, да азонавага старэння, супраціўлення сціранню пры слізганні; вызначэнне параметраў прасторавай сеткі гумы метадам раўнавеснага набухання з выкарыстаннем ураўнення Флары-Рэнера.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: устаноўлена, што пластыфіцыруючыя кампаненты ДВЧ-2, якія ўтрымліваюць 0,5 і 1,0 мас. % мадыфікаванай прысадкі, характарызуюцца лепшай тэрмадынамічнай сумяшчальнасцю з эластамернай матрыцай. Выяўлена, што прымяненне ўказаных дабавак дазваляе палепшыць тэхналагічныя параметры перапрацоўкі гумавак сумясей (стойкасць да падвулканізацыі павялічваецца ў 1,4–2,6 раз), аблегчыць працяканне рэлаксацыйных працэсаў у аб'ёме эластамернай матрыцы (каэфіцыент рэлаксацыі павялічваецца ў 1,1–1,3 раз ў залежнасці ад прыроды каўчука). Вулканізаты з даследуемымі пластыфіцыруючымі кампанентамі характарызуюцца павышанымі зносастойкасцю (на 16,3–36,1%), а таксама стойкасцю да цеплавога (да 1,3 раз) і азоннаму (у 1,2–1,3 раз) старэнняў. Устаноўленыя залежнасці змены ўласцівасцей эластамерных кампазіцый ад прыроды і давання пластыфіцыруючых кампанентаў звязаны з іх тэрмадынамічнай сумяшчальнасцю з палімернай асновай, а таксама асаблівасцямі прасторавай структуры вулканізатаў, якая фарміруецца ў працэсе вулканізацыі пры выкарыстанні новых кампанентаў.

Рэкамендацыі па выкарыстанню і вобласць прымянення: пластыфіцыруючыя кампаненты на аснове другаснай нафтахімічнай сыравіны прайшлі іспыты на ЗАТ «Амкадор-Эластамер» і могуць выкарыстоўвацца ў прамысловасці фармавак і нефармавак гуматэхнічных вырабаў з мэтай павышэння якасці выпускаемай прадукцыі і экалагічнай бяспекі вытворчасці.

SUMMARY

Anastasiya V. Leshkevich

Elastomeric compositions with plasticizing additives based on secondary petrochemical raw materials

Key words: plasticizing component, modifying additive, elastomeric composition, compatibility, plastoelastic properties, vulcanization kinetics, heat resistance, ozone resistance, abrasion resistance.

Goal of the research: to develop formulations of elastomeric compositions with improved technological and operational properties containing plasticizing components based on secondary petrochemical raw materials.

Methods of the research: study of thermodynamic compatibility of the plasticizing component with elastomeric matrix according to the Huggins parameter determined by the equilibrium swelling method; methods of rotational viscometry (Mooney viscometer MV 2000), vibration rheometry (vibration rheometer ODR 2000); determination of elastic-strength properties, their resistance to heat and ozone aging, sliding abrasion resistance; spatial network parameters of rubbers by the equilibrium swelling method according to the Flory-Rehner equation.

The obtained results and their novelty: it was found that the plasticizing components DVCH-2 containing 0.5 and 1.0 wt. % modifying additives are characterized by better thermodynamic compatibility with elastomeric matrix. It was determined that the use of these additives makes it possible to improve the technological parameters of processing of rubber compounds (resistance to scorching increases by 1.4–2.6 times), to facilitate the course of relaxation processes in the volume of elastomeric matrix (the relaxation coefficient, depending on the nature of rubber, increases by 1.1–1.3 times). Vulcanizates with the studied plasticizing components are characterized by increased abrasion resistance (by 16.3–36.1%), as well as resistance to heat (up to 1.3 times) and ozone (1.2–1.3 times) aging. The established dependences of changes in properties of elastomeric compositions on nature and dosage of plasticizing components are associated with their thermodynamic compatibility with polymer base, as well as the peculiarities of the spatial structure of vulcanizates formed during the vulcanization process using new components.

Recommendations for use and application: plasticizing components based on secondary petrochemical raw materials have been tested at JSC «Amkodor-Elastomer» and can be used in the production of molded and non-molded rubber products in order to improve the quality of products and environmental safety of production.

Научное издание

Лешкевич Анастасия Владимировна

**ЭЛАСТОМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ
С ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ
ВТОРИЧНОГО НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность)

Ответственный за выпуск А. В. Лешкевич

Подписано в печать 12.05.2021. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,0.
Тираж 60 экз. Заказ 157.

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

автореферата диссертации Лешкевич Анастасии Владимировны
«Эластомерные композиции с пластифицирующими добавками
на основе вторичного нефтехимического сырья» на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность)

Напечатано	Следует читать
Страница 15 «...в объеме полимера [5, 13, 16, 26].»	«...в объеме полимера [4, 5, 13, 16, 26].»
Страница 16 «...старениям [10, 12, 14, 17, 22, 27].»	«...старениям [4, 10, 12, 14, 17, 22, 27].»

Соискатель

А.В. Лешкевич

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат технических наук, доцент

С.И. Шпак