

66
Р88

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 66.0:678.074+678.744.32

**Русецкий
Денис Валерьевич**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ АКРИЛАТНЫХ
КАУЧУКОВ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.17.06 – Технология и переработка
полимеров и композитов

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет».

Научный руководитель

Е. И. Щербина, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология нефтехимического синтеза и переработка полимерных материалов» учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты:

С. С. Песецкий, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом «Технология полимерных композиционных материалов и изделий» Государственного научного учреждения «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого» Национальной академии наук Беларуси

Л. П. Круль, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений учреждения образования «Белорусский государственный университет»

Оппонирующая организация

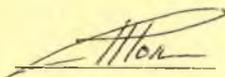
ООО «Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий» (г. Москва, Российская Федерация)

Защита состоится «21» декабря 2007 г. в 10.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова 13 а, зал заседаний ученого совета, ауд. 240, корп 4, тел.: (+37517) 227-63-57 (ученый секретарь), факс: (+37517) 227-57-38; e-mail: root@bstu.unibel.by

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

Автореферат разослан «19» ноября 2007 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций
кандидат технических наук, доцент



Толкач О.Я.

ВВЕДЕНИЕ

Производство резиновых технических изделий (РТИ) является важнейшей отраслью промышленности в экономически развитых странах. Без резинотехнической продукции неммыслимо развитие современного автомобилестроения и производства других средств транспорта, сельскохозяйственного машиностроения, нефтяной, легкой и многих других отраслей промышленности. В производстве РТИ за рубежом особое внимание уделяется повышению качества продукции, а также ее конкурентоспособности на мировом рынке. Качество резиновых изделий определяется прежде всего свойствами исходного полимерного сырья.

Ужесточение требований к эксплуатационным характеристикам РТИ, привело к тому, что важнейшим направлением совершенствования сырьевой базы является расширение ассортимента синтетических каучуков специального назначения, обеспечивающих повышенную работоспособность резиновых изделий при высоких температурах и при воздействии различных агрессивных сред.

Анализ патентных данных показал, что лидирующие позиции среди специальных каучуков занимают акрилатные и фторкаучуки.

Большим стимулом для широкого использования акрилатных каучуков в резиновой промышленности является их технологичность и стоимость по сравнению со фторкаучуками. Следует отметить, что аналоги такого производства в Республике Беларусь и странах СНГ отсутствуют. В связи с изложенным исследования, направленные на создание производства РТИ на основе акрилатных каучуков различного функционального назначения и разработку технологии их изготовления, являются актуальными.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Настоящая работа выполнялась на кафедре «Технология нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов» в рамках государственной научно-технической программы «Новые материалы и защита поверхностей» подпрограмма «Новые материалы», утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 11.02.05 №153 и приказом Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь 21.04.05 №63, задание 5.29 (№ гос. рег. 20031927, 2003-2005 гг.); государственной научно-технической программы «Новые материалы и технологии - 2010» программы «Новые материалы» утвержденной приказом Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь от 23.05.06 г. №114 в соответствии с Перечнем, утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4.01.06 г., №5, на основании приказа Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь от 10.01.06 г. №114.



1043 ар.

Беларусь о составе работ по программе от 06.07.06 г. №178, задание 5.33 (№ гос. рег. 20065303, 2006-2010 гг.).

Цель и задачи исследования. Целью работы является разработка композиционного эластомерного материала на основе акрилатного каучука сочетающего повышенные физико-механические свойства с высокими термоокислительной стабильностью и сопротивлением воздействию агрессивных сред, изучение закономерностей управления структурой, свойствами эластомерных композитов и проведение испытаний на промышленных предприятиях.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи исследования:

- Провести анализ литературных данных, касающихся особенностей структуры, физико-механических свойств новых типов акрилатных каучуков и обосновать выбор ингредиентов эластомерной композиции;
- Определить влияние вулканизирующих систем на структуру и физико-механические свойства эластомерных композиций;
- Оптимизировать составы композиционных эластомерных материалов на основе акрилатного каучука;
- Оценить термоокислительную стабильность и сопротивление воздействию агрессивных сред эластомерных композиций;
- Разработать технологию изготовления резиновых смесей на основе акрилатного каучука;
- Сформулировать научно-обоснованные рекомендации для производства резинотехнических изделий на основе акрилатного каучука, осуществить опытно-промышленную проверку технических решений и выпустить опытную партию изделий.

Объект исследования – эластомерные композиции на основе акрилатного каучука. **Предмет исследования** – состав эластомерной композиции, характеристики материалов, режим и параметры переработки композиций в изделия.

Выбор объекта обусловлен целью и задачами исследования.

Положения, выносимые на защиту.

- Закономерности формирования пространственной сетки в эластомерных композициях на основе акрилатного каучука с вулканизационно-активными функциональными группами и кинетику вулканизации акрилатного каучука нового типа сшивающей системой, состоящей из стеарата натрия и аммониевой четвертичной соли.
- Предполагаемый механизм вулканизации нового типа акрилатного каучука с карбоксильными и хлорсодержащими

вулканизационноактивными функциональными группами, который заключается в протекании реакции нуклеофильного замещения между хлорсодержащими и ионизированными карбоксильными функциональными группами, а также роль компонентов вулканизирующей системы в процессе поперечного сшивания макромолекул акрилатного каучука, стеарат натрия выступает в качестве сшивающего агента, а АЧС – как активатор и ускоритель вулканизации.

- Методами ДСК, виброреометрии, динамической механической спектроскопии установлена связь структуры и физико-механических свойств эластомерных композиций, с учетом влияния условий вулканизации и состава сшивающей системы, и показано, что при увеличении содержания вулканизирующего агента и активатора вулканизации возрастает количество неустойчивых, склонных к перегруппировке физических связей, при этом увеличение температуры вулканизации приводит к уменьшению доли физических и увеличению химических связей.
- Особенности физико-химических процессов, протекающих в эластомерных композициях на основе акрилатного каучука, при старении в горячем воздухе и агрессивных жидкостях, позволяющие прогнозировать длительность эксплуатации резинотехнических изделий.
- Разработанные рецептуры эластомерных композиций и технология получения теплоустойчивых РТИ уплотнительного назначения на основе акрилатного каучука, результаты их испытаний и применения в транспортном машиностроении, подтверждающие их эффективность и конкурентоспособность.

Личный вклад соискателя состоит в поиске, систематизации и анализе литературных данных по теме диссертации, участии в постановке задач исследования, планировании и проведении экспериментов по изучению процесса вулканизации, и установлению влияния рецептурных и технологических факторов на структуру и свойства эластомерных композиций на основе акрилатного каучука, а также проведении необходимых расчетов. Автор активно участвовал в выпуске опытной партии резинотехнических изделий на основе акрилатного каучука. Экспериментальные данные вибрационной реометрии и физико-механических свойств получены совместно с сотрудниками центральной заводской лаборатории ОАО «Беларусьрезинотехника», данные дифференциальной сканирующей калориметрии и динамической механической спектроскопии получены совместно с сотрудниками отдела «Технология полимерных композиционных

материалов и изделий» ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого» НАН Беларуси.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты научных исследований и практического использования разработок были доложены и обсуждены на: ежегодных научно-технических конференциях БГТУ в 2005-2007 гг.; 55-ой студенческой научно-технической конференции БГТУ (Минск, 2004); V Республиканской студенческой научно-технической конференции «Новые материалы и технологии их обработки» (Минск, 2004); IX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов Республики Беларусь (Гродно, 2004); Республиканской научно-технической конференции «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности» (Могилев, 2005); XI всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) «Резиновая промышленность. Продукция. Материалы. Технология. Инвестиции» (Москва, Россия, 2005); VIII международной научно-технической конференции «Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии. Реактив-2005» (Минск, 2005); VI международной научно-технической конференции «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии» (Гродно, 2005); 7-ой международной научно-технической конференции «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия» (Минск, 2006); Международной конференции-школы «Коллоидные системы, свойства, материалы, применение» (Одесса, Украина, 2006); 6-ой международной научно-технической конференции «Эластомеры: материалы, технология, оборудование, изделия» (Днепропетровск, Украина, 2006); Международных научно-технических конференциях «Поликомтриб-2005, 2007» (Гомель, 2005, 2007); XI-XIII международных научно-практических конференциях «Резиновая промышленность. Сырье, материалы, технологии» (Москва, Россия, 2005-2007).

Опубликованность результатов диссертации

По результатам выполненных исследований опубликовано 25 печатных работ, в том числе 8 статей в научных журналах, из них 7 статей опубликовано в журналах, включенных в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований (3,2 авторских листа), 7 статей опубликовано в материалах конференций, 10 тезисов докладов, получен патент Республики Беларусь №8182, 2 патента Российской Федерации №2276168, 2296784.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Содержание работы изложено на 123 стр., из них 31 стр. занимают 19 иллюстраций и 23

таблицы, 16 стр. – список использованных литературных источников, включающий 160 наименований, и приложения на 20 стр.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава посвящена аналитическому описанию современных представлений о проблематике создания эластомерных композиций на основе акрилатных каучуков с расширенным диапазоном температур эксплуатации. Рассмотрены теоретические основополагающие принципы, используемые для получения эластомерных композиций на основе акрилатных каучуков. Проанализированы сведения о современных модификациях акрилатных каучуков и возможности их использования для изготовления резинотехнических изделий с повышенным ресурсом работы в агрессивных средах. На основании анализа литературных данных сформулированы основные направления исследований по тематике диссертационной работы.

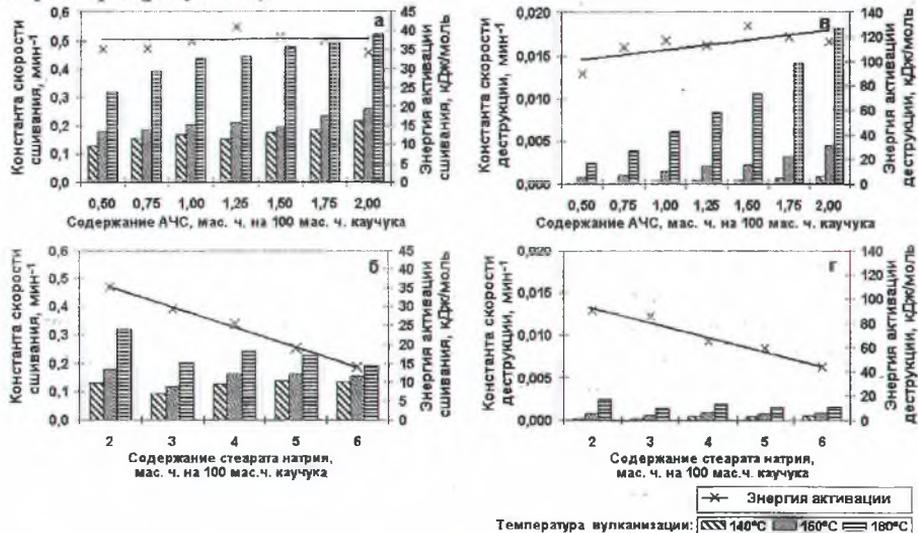
Во второй главе описаны объекты, средства и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали эластомерные композиции на основе акрилатного каучука нового поколения производства фирмы Zeon Chemicals L.P. марки NuTemp 4053 EP (сополимер этилового и бутилового эфиров акриловой кислоты, имеющий в составе основной цепи хлорсодержащие и карбоксильные функциональные группы). Для сшивания выбранного акрилатного каучука использовали вулканизирующую систему на основе комбинации щелочной соли жирной кислоты (стеарат натрия, ТУ 6-09-8-75) и аммониевой четвертичной соли (АЧС). В качестве АЧС применяли хлорид тетраметиламмония.

Для изучения кинетики вулканизации резиновых смесей использовали методы ДСК (прибор ДСМ-3А), вибрационной реометрии (виброреометр фирмы «Монсанто» марки 100), а также расчетную методику, основанную на уравнении Шелле, описывающем кинетику вулканизации. Исследование структуры эластомерной матрицы проводили с помощью: метода динамической механической спектроскопии (обратный крутильный маятник конструкции Института механики металлополимерных систем им. В. А. Белого НАН Беларуси); констант эластичности (уравнение Муни-Ривлина); условно-равновесного модуля (релаксометр осевого растяжения 2029 POP-2) и равновесного набухания (растворитель – бензол). Для определения физико-механических свойств эластомерных композиций применяли стандартные методики в соответствии с ГОСТ. Исследование сопротивления старению, термоокислительному воздействию, а также действию агрессивных сред оценивали по показателю остаточной деформации сжатия (ГОСТ 9.029-74,

9.070-76), термогравиметрического анализа (дериватограф OD-102) и электронной микроскопии (микроскоп JEOL JSM-5610 LV).

В третьей главе описаны особенности формирования трехмерной сетчатой структуры эластомерных композиций на основе акрилатного каучука, а также структуры и свойств образующихся при этом композиций.

Изучено влияние АЧС и стеарата натрия на кинетику вулканизации. На основании реометрических кривых, для резиновых смесей с различным составом компонентов вулканизирующей системы, полученных при температурах 140, 160 и 180°C, по уравнению Шелле рассчитаны вулканизационные параметры (рисунок 1).



а, в – содержание стеарата натрия 2,0 мас. ч. на 100 мас.ч. каучука; б, г – содержание АЧС 0,5 мас. ч. на 100 мас.ч. каучука

Рисунок – 1 Кинетические параметры процессов структурирования и деструкции эластомерных композиций с различным содержанием АЧС и стеарата натрия

Проведенное исследование показало, что увеличение содержания аммониевой соли незначительно влияет на энергию активации сшивания. Однако константы скорости сшивания при этом возрастают. Повышение температуры вулканизации до 180°C приводит к резкому возрастанию скорости вулканизации и увеличению эффективной плотности поперечного сшивания эластомерной матрицы. Вероятно, это связано с преодолением энергетического барьера активации аммониевой соли. Одновременно с ростом скорости сшивания возрастает скорость процесса деструкции.

Увеличение содержания аммониевой соли в составе вулканизующей группы приводит к возрастанию степени поперечного сшивания.

Увеличение дозировки стеарата натрия сопровождается незначительным изменением скорости процесса сшивания. При этом снижается энергия активации сшивания. Вероятно, скорость этого процесса определяется содержанием аммониевой соли, а снижение энергии активации сшивания обуславливается увеличением содержания стеарата натрия в композиции. С повышением температуры вулканизации происходит рост констант скорости сшивания и существенное возрастание степени поперечной сшивки, что связано с увеличением активности аммониевой соли.

Оценку равномерности распределения плотности поперечных сшивок проводили с помощью метода динамической механической спектрометрии, позволяющего определять изменения тангенса угла механических потерь и динамического модуля сдвига в зависимости от температуры. Установлено, что состав вулканизующей системы и увеличение, с ростом температуры вулканизации, скорости реакций деструкции не оказывают существенного влияния на температуру α -перехода эластомерных композиций, а образуемая при вулканизации структура эластомера в достаточной степени равномерна и однородна.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что на степень поперечного сшивания более существенно влияет дозировка АЧС, чем дозировка стеарата натрия. Вклад каждого из компонентов вулканизующей системы при образовании трехмерной структуры эластомера оценивали с помощью дифференциального сканирующего калориметра (рисунок 2).

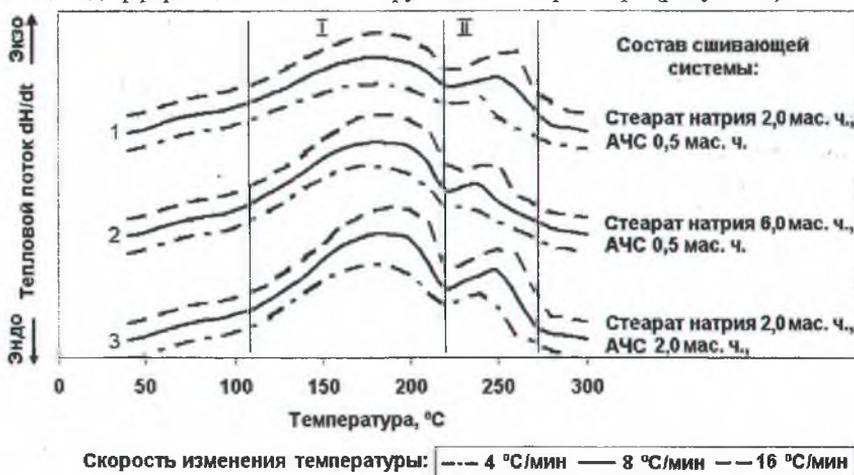
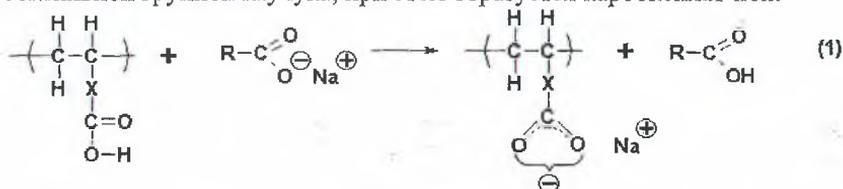


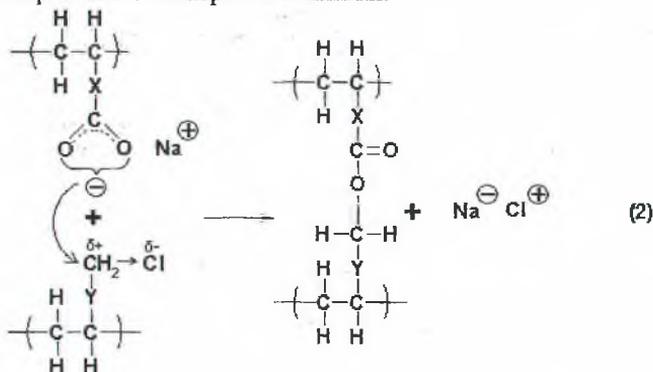
Рисунок 2 – Кривые ДСК эластомерных композиций с различным составом сшивающих систем

Установлено, что вулканизация акрилатных каучуков протекает с выделением тепловой энергии. При этом на кривых тепловыделения при вулканизации можно выделить две области (I и II). По площади этих областей произведена оценка количества выделяющейся тепловой энергии. С увеличением содержания стеарата натрия с 2,0 до 6,0 мас. ч. количество выделяемой при вулканизации тепловой энергии возрастает с 12,04 до 20,70 Дж/г. Причиной этому является возрастание количества выделяющейся тепловой энергии, соответствующей I области на кривой тепловыделения. При увеличении содержания АЧС количество выделяющейся тепловой энергии также возрастает. При этом на кривой 3 (рисунок 2) по сравнению с кривой 1 увеличивается площадь как I так и II областей, что согласуется с расчетами степеней поперечного сшивания, полученных по результатам равновесного набухания.

Полученные результаты позволяют сделать предположения о механизме вулканизации акрилатного каучука: появление областей выделения тепловой энергии на кривых тепловыделения обусловлено образованием поперечных связей при протекании реакции нуклеофильного замещения между карбоксилат-ионами и хлорсодержащими функциональными группами каучука. Роль стеарата натрия сводится к кислотно-основному взаимодействию с карбоксильной группой каучука, при этом образуется карбоксилат-ион:



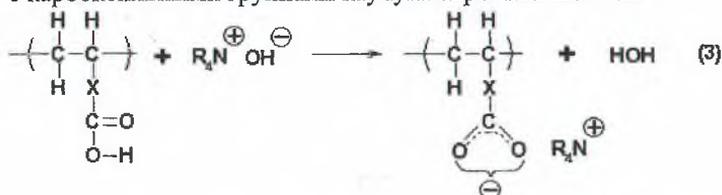
Образованный таким образом карбоксилат-ион является нуклеофильным реагентом, поэтому в дальнейшем он реагирует с хлорсодержащей группой каучука по механизму нуклеофильного замещения (S_N) в результате чего происходит образование поперечной сшивки:



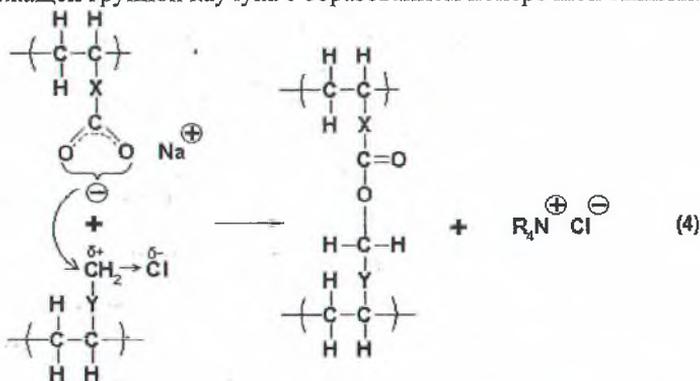
Из-за делокализации заряда карбоксилат-ион является слабым нуклеофильным агентом и реакция 2 протекает с небольшой скоростью.

Анализ графических зависимостей кинетических параметров вулканизации (рисунок 1в) показывает, что АЧС выступает в качестве активатора и ускорителя вулканизации. Как электроноакцептор, АЧС смещает на себя электронную плотность связи $-\overset{\delta+}{\text{C}}\text{H}_2-\overset{\delta-}{\text{C}}\text{I}$, увеличивая подвижность атома хлора, тем самым, облегчая и ускоряя реакцию 2.

Существование I области на кривых тепловыделения, судя по всему, обусловлено образованием поперечных сшивок по реакции 2. Появление II области, вероятно, можно объяснить тем, что некоторое количество АЧС образует с карбоксильными группами каучука карбоксилат-ион:



Образуемый таким образом нуклеофильный ион затем, также, как и карбоксилат-ион, образующийся по реакции 1, может реагировать с хлорсодержащей группой каучука с образованием поперечной сшивки:



Доказательством существования реакции 4 является то, что с увеличением содержания аммониевой соли в составе сшивающей системы, происходит увеличение количества выделяющейся тепловой энергии, соответствующей II области.

Таким образом, исследование особенностей формирования трехмерной структуры эластомерных композиций на основе акрилатного каучука (АК) показало, что в данном процессе стеарат натрия выступает в качестве сшивающего агента, а АЧС выступает не только как активатор и ускоритель вулканизации, но, в определенных условиях, может участвовать в образовании

поперечных сшивок. При повышенных дозировках стеарата натрия возрастает возможность образования поперечных сшивок даже с неактивированными АЧС хлорсодержащими функциональными группами каучука, однако существенного роста плотности поперечного сшивания при этом не происходит. При сравнительно небольших дозировках стеарата натрия (2,0 мас. ч.) и содержании АЧС 2,0 мас. ч. достигается достаточно высокая степень сшивания ($1,68 \cdot 10^{-4} - 1,88 \cdot 10^{-4}$ моль/см³), что, вероятно, обусловлено более равномерным распределением поперечных сшивок в объеме эластомерной матрицы, а также эффективным расходом вулканизующего агента. Температура вулканизации оказывает существенное влияние не только на скорость протекания процессов сшивания, но и на плотность поперечной сшивки эластомерных композиций. Увеличение скорости реакций деструкции при этом не приводит к образованию неоднородной структуры эластомерной матрицы.

Исследование влияния состава сшивающей системы на физико-механические свойства эластомерных композиций свидетельствует о том, что увеличение содержания АЧС приводит к возрастанию напряжения при 100% удлинении эластомерной композиции (рисунок 3), ее твердости, сопротивления раздиру и эластичности по отскоку, что является следствием увеличения

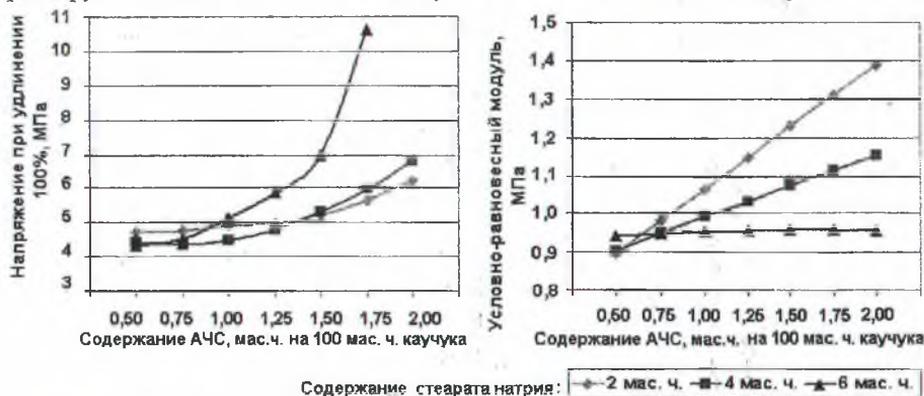


Рисунок 3 – Зависимость напряжения при 100% удлинении и условно-равновесного модуля от содержания АЧС и стеарата натрия

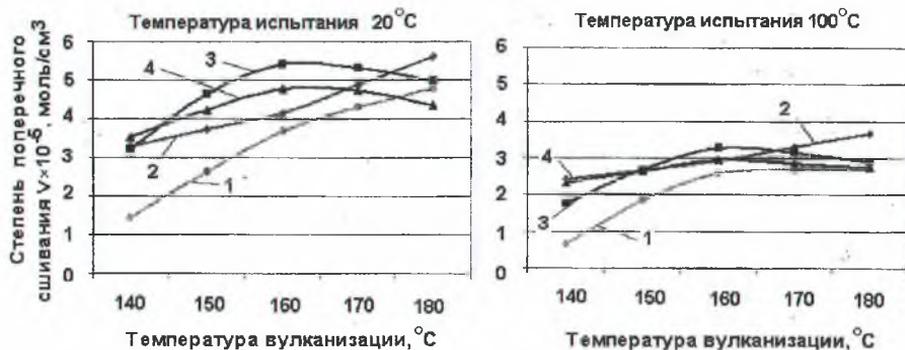
степени поперечного сшивания эластомерной матрицы. Однако значения условно-равновесного модуля (рисунок 3) позволяют полагать, что возрастание степени поперечного сшивания с увеличением содержания АЧС наиболее заметно происходит при дозировке стеарата натрия 2,0 мас. ч. и практически не изменяется при дозировке 6,0 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. Причиной этому может быть тот факт, что при увеличении содержания стеарата натрия происходит не только количественное, но и качественное изменение образующихся поперечных сшивок. Судя по изменению показателей физико-

механических свойств при увеличении содержания вулканизирующего агента и активатора вулканизации возрастает количество неустойчивых, склонных к перегруппировке физических связей электростатического характера, а увеличение температуры вулканизации от 140 до 160-180°C приводит к уменьшению доли физических и увеличению химических связей.

Оптимальное соотношение физических и химических поперечных сшивок, судя по комплексу физико-механических свойств, образуется при содержании стеарата натрия 4,0 мас. ч. и АЧС 1,25-1,50 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука.

Результаты, полученные при изучении влияния АЧС на комплекс физико-механических свойств эластомерных композиций указывают на то, что применение вулканизирующей системы, состоящей из стеарата натрия (2,0 мас. ч.) и АЧС (1,5-2,0 мас. ч.), позволяет получать резины на основе АК с достаточно высокой плотностью поперечных связей. Наилучший комплекс показателей свойств достигается при введении 2,0 мас. ч. АЧС и проведении процесса вулканизации при температуре $160 \pm 2^\circ\text{C}$ в течение 20 мин. Проведение дополнительной второй стадии вулканизации не влияет на комплекс физико-механических свойств и поэтому не требуется для получения эластомерных композиций со сбалансированным комплексом свойств.

С помощью релаксометра осевого растяжения подробно изучена структура вулканизационных сеток акрилатных эластомеров. С использованием уравнения Муни-Ривлина, рассчитаны константы высокоэластичности, на основании которых определены степени поперечного сшивания (рисунок 4) и физических взаимодействий (рисунок 5).

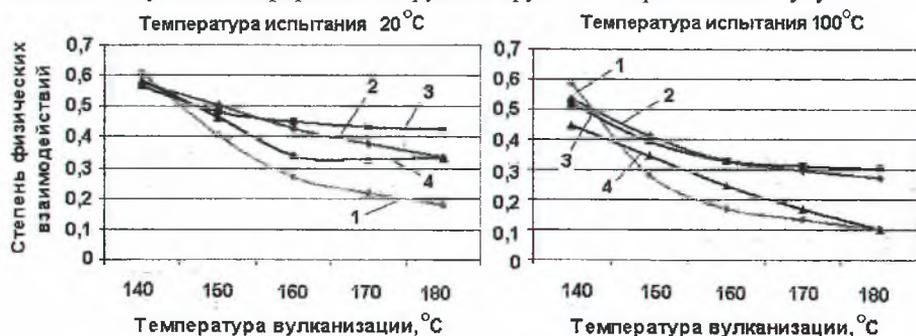


Состав вулканизирующих систем исследуемых резиновых смесей, на 100 мас. ч. каучука: 1 – стеарат натрия 2,0 мас. ч., АЧС 0,5 мас. ч.; 2 – стеарат натрия 2,0 мас. ч., АЧС 2,0 мас. ч.; 3 – стеарат натрия 6,0 мас. ч., АЧС 0,5 мас. ч.; 4 – стеарат натрия 4,0 мас. ч., АЧС 1,5 мас. ч.

Рисунок 4 – Зависимость степени поперечного сшивания от температуры вулканизации при различных температурах испытания

Показано, что зависимость степени поперечного сшивания от температуры вулканизации определяется содержанием стеарата натрия. У всех исследованных композиций при повышении температуры вулканизации от 140°C до 160°C степень сшивания возрастает (рисунок 4), что, вероятно, обусловлено существенным увеличением скорости вулканизации, вследствие активирования аммониевой соли и стеарата натрия. Однако при увеличении температуры вулканизации от 160°C до 180°C для композиций с минимальным содержанием стеарата натрия (2,0 мас. ч.) наблюдается возрастание степени сшивания, а у композиций с более высоким содержанием стеарата натрия (4,0 и 6,0 мас. ч.) степень сшивания наоборот, уменьшается. Уменьшение степени сшивания композиций с более высоким содержанием стеарата натрия, видимо, связано ростом вклада реакций деструкции, имеющих низкие значения энергии активации, и высокую скорость при температуре вулканизации 180°C.

При увеличении температуры испытания от 20°C до 100°C происходит уменьшение степени поперечного сшивания у всех композиций, что, вероятно, обусловлено увеличением сегментальной подвижности макромолекул и снижением интенсивности межмолекулярных физических взаимодействий. Наиболее сильные физические взаимодействия характерны для композиций на основе акрилатного каучука, полученных при температуре вулканизации 140°C (рисунок 5). Это, вероятно, связано с образованием межмолекулярных связей между последовательностями сложноэфирных групп макромолекул каучука. С ростом температуры вулканизации до 160 – 180°C происходит увеличение степени поперечного сшивания, что затрудняет образование межмолекулярных связей между сложноэфирными и другими группами акрилатного каучука.



Состав вулканизирующих систем исследуемых резиновых смесей, на 100 мас. ч. каучука: 1 – стеарат натрия 2,0 мас. ч., АЧС 0,5 мас. ч.; 2 – стеарат натрия 2,0 мас. ч., АЧС 2,0 мас. ч.; 3 – стеарат натрия 6,0 мас. ч., АЧС 0,5 мас. ч.; 4 – стеарат натрия 4,0 мас. ч., АЧС 1,5 мас. ч.

Рисунок 5 – Зависимость степени физических взаимодействий от температуры вулканизации при различных температурах испытания

Установлено, что наибольшее снижение степени поперечного сшивания при увеличении температуры испытания от 20°C до 100°C происходит у композиций высоким содержанием стеарата натрия. Вероятно, это определяется существованием в эластомерной матрице микрообъемных ассоциатов состоящих из относительно большого числа связанных сегментов. Ассоциаты являются узлами физической сетки эластомера с большим временем релаксации. Центром образования ассоциатов может выступать выделяющийся в процессе вулканизации хлорид натрия.

Таким образом, на основании проведенных исследований предложены два оптимальных состава эластомерных композиций на основе АК (композиция А-1, сшивающаяся вулканизирующей системой, состоящей из 2,0 мас. ч. аммониевой четвертичной соли и 2,0 мас. ч. стеарата натрия на 100 мас. ч. каучука; композиция А-2, сшивающаяся системой, состоящей из 1,5 мас. ч. АЧС и 4,0 мас. ч. стеарата натрия на 100 мас. ч. каучука). Обе композиции характеризуются высоким уровнем показателей физико-механических свойств. Особенностью композиции А-1 является большая доля поперечных сшивков, образованных аммониевой солью как вулканизирующим агентом. В композиции А-2 присутствуют узлы физической сшивки с большим временем релаксации.

В **четвертой главе** приведены исследования стойкости разработанных эластомерных композиций на основе акрилатного каучука к действию сред – масел и воздуха при повышенных температурах.

Установлено, что наилучшей стабильностью свойств при старении в агрессивных средах обладает эластомерная композиция включающая 1,5 мас. ч. АЧС и 4,0 мас. ч. стеарата натрия на 100 мас. ч. каучука. изделия на основе предложенной композиции можно использовать как в среде горячего воздуха, так и в маслах аналогичных ASTM №1 и ASTM №3 при температурах до 150°C.

В **пятой главе** описана технология производства резинотехнических изделий на основе разработанной эластомерной композиции. За основу принята традиционная технология с использованием стандартного оборудования резинотехнической промышленности (отработан режим смешения эластомерных композиций, определены оптимальные температуры шприцевания и время вылежки резиновых заготовок, разработан режим вулканизации).

Проведено сравнение показателей свойств разработанной композиции и традиционных резин (таблица 1).

Сопоставление показателей свойств нового материала с аналогами свидетельствует об его конкурентоспособности и возможности успешно применять в качестве комплектующих изделий для тракторной и автомобильной техники.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика опытной эластомерной композиции на основе АК и композиций, применяемых для производства подвижных и неподвижных уплотнений

Показатели	7-ИРП-1269	ИРП-1287	Опытная композиция
Тип каучука	СКН	СКФ	АК
Температурный интервал работоспособности, °С	-35 ÷ +100	-40 ÷ +160	-35 ÷ +150
Индекс стоимости на 1 кг каучука (СКН= 1,0)	1	8	5
Режим вулканизации	одностадийный	двухстадийный	одностадийный
Плотность резиновой смеси, кг/м ³	1240	2100	1270
Условная прочность при растяжении, МПа	не менее 16,0	не менее 12,0	не менее 8,0
Относительное удлинение при разрыве, %	не менее 150	не менее 120	не менее 130
Твердость по Шору А, усл. ед.	75-85	70-85	55-65
Температура хрупкости, °С	-35	-25	-35
Коэффициент старения по относительному удлинению за 144 ч. при температуре 70°С:	0,7	0,8	0,9
Изменение после теплового старения при температуре 70°С в течение 70 ч.			
- твердости по Шору А, усл. ед.	+5	+2	-2
- условной прочности при растяжении, МПа	-2,0	-1,0	+0,2
Остаточная деформация сжатия (%) после старения при температуре:			
- 70°С, в течение 22 ч., деформация 30%	30	—	—
- 150°С, в течение 24 ч., деформация 20%	—	—	25
- 200°С, в течение 24 ч., деформация 20%	—	45	—

На ОАО «Беларусьрезинотехника» по разработанным рекомендациям изготовлены экспериментальные образцы резинотехнических деталей уплотнительного назначения. Экспериментальные образцы были переданы для проведения стендовых испытаний на УП «Минский моторный завод», ПО «Белорусский автомобильный завод» и РУП «Минский автомобильный завод». На основании положительного заключения УП «Минский моторный завод» об испытании экспериментальных образцов разработаны технические условия на детали резиновые теплостойкие ТУ ВУ 700069297.020-2006. Начато серийное производство переднего 240-1401059-А1 и заднего 240-1401065-А1 уплотнений масляного картера и кольца гильзы цилиндра 245-1002022-А1.

За период с 1.01.07 по 31.06.07 на ОАО «Беларусьрезинотехника» было выпущено 181 тыс. шт. резинотехнических изделий на основе акрилатного

каучука, прибыль от реализации которых составила 42,55 млн. руб. (в ценах на 1.07.2007).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты

Предложен и подтвержден на основании применения комплекса физико-химических методов исследования возможный вариант механизма вулканизации акрилатного каучука с карбоксильными и хлорсодержащими реакционноспособными функциональными группами. Поперечные сшивки между макромолекулами каучука образуются за счет протекания реакции нуклеофильного замещения между хлорсодержащими и ионизированными карбоксильными функциональными группами [4-А, 22-А].

Показано что в процессе формирования трехмерной структуры эластомерных композиций стеарат натрия выступает в качестве сшивающего агента, а АЧС – как активатор и ускоритель вулканизации, а в определенных условиях и как сшивающий агент [4-А, 7-А, 20-А, 22-А, 23-А].

Установлено, что температура вулканизации оказывает существенное влияние не только на скорость протекания процессов сшивания, но и на плотность поперечной сшивки эластомерных композиций. Повышение температуры вулканизации приводит к более эффективному расходу вулканизирующего агента и увеличению количества поперечных сшивок, за счет участия в реакциях сшивания карбоксилат-иона, образованного АЧС. Применение сравнительно небольших дозировок стеарата натрия (2,0 мас. ч.) и 2,0 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука АЧС позволяет достичь высокой степени сшивания ($1,68 \cdot 10^{-4} - 1,88 \cdot 10^{-4}$ моль/см³) [3-А, 4-А, 7-А, 18-А, 24-А].

Изучено влияние состава сшивающей системы на физико-механические свойства эластомерных композиций. Установлено, что при увеличении содержания вулканизирующего агента и активатора вулканизации возрастает количество неустойчивых, склонных к перегруппировке физических связей, при этом увеличение температуры вулканизации со 140°C до 160-180°C приводит к уменьшению доли физических и увеличению химических связей [3-А, 5-А, 14-А, 15-А, 18-А].

Разработана эластомерная композиция с использованием вулканизирующей системы, содержащей 1,5 мас. ч. АЧС и 4,0 мас. ч. стеарата натрия на 100 мас. ч. каучука. Разработанная композиция вулканизуется в одну стадию и обладает высокой стабильностью свойств при старении в агрессивных средах при температурах до 150°C [1-А, 2-А, 6-А, 8-А, 12-А, 13-А, 17-А, 18-А, 21-А, 25-А].

Получены два патента Российской Федерации (№2276168, №2296784) и один патент Республики Беларусь (№8182) [26-А – 28-А].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Разработана технология получения и переработки эластомерных композиций на основе акрилатного каучука. Проведена опытно-промышленная проверка предложенных технических решений. Осуществлен выпуск партии экспериментальных образцов уплотнительных изделий, которые переданы на УП «Минский моторный завод», РУП «Минский автомобильный завод» и ПО «Белорусский автомобильный завод». Производство переднего 240-1401059-A1 и заднего 240-1401065-A1 уплотнений масляного картера, и кольца гильзы цилиндра 245-1002022-A1 по документации УП «Минский моторный завод» переведено в серийное на ОАО «Беларусьрезинотехника», объем выпуска этих изделий за период с 1.01.07 по 31.06.07 составил 181 тыс. шт., прибыль от реализации которых составила 42,55 млн. руб. (в ценах на 1.07.2007). Основным потребителем резинотехнических изделий на основе акрилатного каучука является УП «Минский моторный завод».

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи

1-А. Русецкий, Д.В. Акрилатные каучуки – перспективный класс термостойких полимеров / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская // Труды БГТУ. Сер. IV Химия и технология орган. в-в. – 2005. – Вып. XIII. – С. 20 – 22.

2-А. Русецкий, Д.В. Получение и свойства резиновых смесей на основе акрилатных каучуков / Д.В. Русецкий // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2005. – № 5. – С. 102 – 103.

3-А. Перспективы использования акрилатных каучуков для создания термостойких полимерных композиций / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеренок // Материалы, технологии, инструменты. – 2005. – Т. 10. – № 4. – С. 14 – 17.

4-А. Влияние четвертичной аммониевой соли на вулканизацию и физико-механические свойства резин на основе акрилатного каучука / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеренок // Каучук и резина. – 2006. – № 2. – С. 10 – 12.

5-А. Русецкий, Д.В. Определение условно-равновесного модуля и плотности поперечных связей вулканизатов на основе акрилатного каучука / Д. В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская // Труды БГТУ. Сер. IV Химия и технология орган. в-в. – 2006. – Вып. XIV. – С. 64 – 66.

6-А. Термо- и маслостойкость резин на основе акрилатного каучука / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеренок // Каучук и резина. – 2007. – № 1. – С. 7 – 11.

7-А. Влияние температуры процесса и состава вулканизирующего агента на формирование структуры эластомерных композиций / Д.В. Русецкий, О.А. Ивашкевич, Р.М. Долинская, Е.И. Щербина // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2007. – № 3. – С. 97 – 100.

8-А. Русецкий, Д.В. Оценка термоокислительной стойкости резин на основе акрилатного каучука / Д. В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская // Труды БГТУ. Сер. IV Химия и технология орган. в-в. – 2007. – Вып. XV. – С. 83 – 85.

Материалы конференций

9-А. Русецкий, Д.В. Исследование влияния роли наполнителей на свойства резин на основе акрилатных каучуков / Д.В. Русецкий // Новые материалы и технологии их обработки: Материалы V Республиканской студенческой научно-технической конференции, Минск, 27-28 апреля 2004 г. / БНТУ – Минск, 2004. – С. 158-159.

10-А. Русецкий, Д.В. Исследование влияния модификаторов на свойства резин на основе акрилатных каучуков / Д.В. Русецкий // 55-я студенческая научно-техническая конференция: Материалы докладов, Минск, 26-30 апреля 2004 г. / БГТУ; редкол.: М.И. Кулак [и др.] – Минск, 2004. – Ч. 2. – С. 49-51.

11-А. Русецкий, Д.В. Изучение влияния различных марок технического углерода на процесс усиления резин на основе акрилатного каучука / Д.В. Русецкий // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Материалы респ. научн.-техн. конф, Могилев, 27 января 2005 г. / ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»; редкол.: И.С. Сазонов [и др.] – Могилев, 2005. – С. 109.

12-А. Русецкий, Д.В. Энергосберегающий технологический процесс переработки акрилатного каучука / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 16-18 ноября 2005 г. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.] – Минск, 2005. – Ч. 2. – С. 34-36.

13-А. Русецкий, Д.В. Энергосберегающий материал для изготовления резинотехнических изделий / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: Материалы докладов VI международной научно-технической конференции Гродно, 1 - 2 ноября 2005 г. / ГрГУ; редкол.: А.И. Свириденко [и др.] – Гродно, 2006. – С. 152-155.

14-А. Русецкий, Д.В. Исследование структуры эластомерного композита на основании реометрических показателей / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская // «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия»: Материалы докладов 7-ой

международной научно-технической конференции, Минск, 16 - 17 мая 2006 г. / Институт порошковой металлургии БГНПК ПМ; редкол.: А.Ф. Ильющенко [и др.] – Минск, 2006. – С. 221-222.

15-А. Изучение вулканизации акрилатного каучука с комбинацией хлорсодержащих и карбоксильных функциональных групп / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеронк // «Эластомеры: материалы, технология, оборудование, изделия»: Материалы шестой международной научно-технической конференции, Днепропетровск, 25 - 30 сентября 2006 г. / Украинский государственный химико-технологический университет; редкол.: Ю.Р. Эбич [и др.] – Днепропетровск, 2006. – С. 53-54.

Тезисы докладов

16-А. Русецкий, Д.В. Влияние технического углерода на свойства резин из акрилатных каучуков / Д.В. Русецкий // НИРС: Тезисы докладов IX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов Республики Беларусь, Гродно, 26-27 мая 2004 г. / ГрГУ – Гродно, 2004. – Ч. 2. – С. 114-116.

17-А. Исследование изменения физико-механических свойств акрилатных резин при воздействии высоких температур в средах воздуха и масла / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеронк // Резиновая промышленность. Сырье, материалы, технологии: Сборник докладов XI международной научно-практической конференции, Москва, 16 - 20 мая 2005 г. / ООО «Научно-технический центр «НИИШП»; редкол.: А.М. Пичугин [и др.] – Москва, 2005. – С. 111-112.

18-А. Изучение влияния внешних немеханических воздействий на свойства резин на основе акрилатного каучука / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеронк // Резиновая промышленность. Продукция. Материалы. Технология. Инвестиции: Материалы XI всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Москва, 23 - 25 мая 2005 г. / ИШП; редкол.: Б.С. Гришин [и др.] – Москва, 2005. – С. 166-167.

19-А. Русецкий, Д.В. Перспективы использования акрилатных каучуков для создания термостойких полимерных композиций / Д.В. Русецкий, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеронк // Поликомтриб-2005: Тезисы докладов международной научно-технической конференции, Гомель, 18 - 21 июля 2005 г. / ИММС НАНБ; редкол.: В.Н. Адериha [и др.] – Гомель, 2005. – С. 93.

20-А. Русецкий, Д.В. Влияние выбора вулканизирующей системы на физико-механические свойства резин на основе акрилатного каучука / Д.В. Русецкий, Р.М. Долинская, Е.И. Щербина // Химические реактивы, реагенты и процессы малотоннажной химии: Тезисы докладов VIII международной научно-технической конференции «Реактив-2005», Минск, 18 - 21 октября 2005 г. / БГТУ; редкол.: В.Е. Агабеков [и др.] – Минск, 2005. – С. 76.

21-А. Русецкий, Д.В. Энергосберегающий материал для изготовления резинотехнических изделий / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: Тезисы докладов VI международной научно-технической конференции, Гродно, 1 - 2 ноября 2005 г. / ГрГУ; редкол.: А.И. Свириденко [и др.] – Гродно, 2005. – С. 179-180.

22-А. Изучение влияния состава вулканизирующей системы и температуры вулканизации на вулканизационную сетку акрилатного каучука / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеронк, Т.В. Кротова // Резиновая промышленность. Сырье, материалы, технологии: Сборник докладов XII международной научно-практической конференции, Москва, 22 - 26 мая 2006 г. / ООО «Научно-технический центр «НИИШП»; редкол.: А.М. Пичугин [и др.] – Москва, 2006. – С. 111-112.

23-А. Исследование влияния структурирующей системы на свойства эластомерных материалов / Д.В. Русецкий, Р.М. Долинская, Е.И. Щербина // Коллоидные системы, свойства, материалы, применение: Тезисы докладов международной конференции-школы, Одесса, 28 августа - 1 сентября 2006 г. / Институт биокolloидной химии им. Ф.Д. Овчаренко НАН Украины; – Киев, 2006. – С. 64-65.

24-А. Исследование закономерностей формирования структуры эластомерных композиций, на основе акрилатного каучука / Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская, М.Е. Лейзеронк // Резиновая промышленность. Сырье, материалы, технологии: Сборник докладов XIII международной научно-практической конференции, Москва, 21 - 25 мая 2007 г. / ООО «Научно-технический центр «НИИШП»; редкол.: А.М. Пичугин [и др.] – Москва, 2007. – С. 46.

25-А. Русецкий, Д.В. Изучение стойкости эластомерных композиций к воздействию агрессивных сред / Д.В. Русецкий, Р.М. Долинская // Поликомтриб-2007: Тезисы докладов международной научно-технической конференции, Гомель, 16 - 19 июля 2005 г. / ИММС НАНБ; редкол.: В.Н. Адериha [и др.] – Гомель, 2007. – С. 185.

Патенты

26-А. Вулканизуемая резиновая смесь на основе акрилатного каучука: пат. 2276168 РФ, МПК7 С 08L 33/08 / Русецкий В.В., Русецкий Д.В., Лейзеронк М.Е., Долинская Р.М., Кротова Т.В., Щербина Е.И., Касперович В.И., Максимова В.П.; заявитель ОАО «Беларусьрезинотехника» - № 2004122496; заявл. 25.02.2004 опубл. 10.05.2006 // <http://ep.espacenet.com>. – Дата доступа 03.05.2007.

27-А. Вулканизуемая резиновая смесь на основе акрилатного каучука: пат. 8182 Респ. Беларусь, МПК7 С 08L 33/06 / Русецкий В.В., Русецкий Д.В., Лейзеронок М.Е., Долинская Р.М., Кротова Т.В., Щербина Е.И., Касперович В.И., Максимова В.П.; заявитель ОАО «Беларусьрезинотехника» - № 20040138; заявл. 25.02.2004 опубл. 30.06.2006 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр. інтэлектуал. уласнасці. – 2006. - №3. – С. 92-93.

28-А. Вулканизуемая резиновая смесь на основе акрилатного каучука повышенной износостойкости: пат. 2296784 РФ, МПК7 С 08L 33/08, С 08L 9/02, С 08К 13/02, С 08К 3/06, С 08К 3/20, С 08К 5/09, С 08L 5/17 / Русецкий В.В., Коровина Ю.В., Русецкий Д.В., Лейзеронок М.Е., Кротова Т.В., Михедов Н.Н., Касперович В.И., Долинская Р.М., Щербина Е.И.; заявитель ОАО «Беларусьрезинотехника» - № 2005117490; заявл. 21.01.2005 опубл. 10.04.2007 // <http://ep.espacenet.com>. – Дата доступа 07.06.2007.



РЕЗЮМЕ

Русецкий Денис Валерьевич

Разработка технологии получения и переработки эластомерных композиций на основе акрилатных каучуков

Ключевые слова: акрилатный каучук, эластомерная композиция, вулканизирующая система, функциональные группы, стеарат натрия, аммониевая четвертичная соль, кинетика вулканизации, степень сшивания, физико-механические свойства, термоокислительная стойкость, агрессивные среды, уплотнительные изделия.

Цель работы: разработка композиционного эластомерного материала на основе акрилатного каучука сочетающего повышенные физико-механические свойства с высокими термоокислительной стабильностью и сопротивлением воздействию агрессивных сред, изучение закономерностей управления структурой, свойствами эластомерных композитов и проведение испытаний на промышленных предприятиях.

Объект исследования: эластомерные композиции на основе акрилатного каучука. Предмет исследования: состав эластомерной композиции, характеристики материалов, режим и параметры переработки композиций в изделия.

Методы исследования: дифференциальная сканирующая калориметрия, вибрационная реометрия, динамическая механическая спектрометрия, термогравиметрия, электронная микроскопия, стандартные методики ГОСТ определения физико-механических свойств, расчетные методы.

Предложен и подтвержден на основании применения комплекса физико-химических методов исследования возможный вариант механизма вулканизации акрилатного каучука с карбоксильными и хлорсодержащими реакционноспособными функциональными группами. Показано что в процессе формирования трехмерной структуры эластомерных композиций стеарат натрия выступает в качестве сшивающего агента, а АЧС – как активатор и ускоритель вулканизации. Установлено, что температура вулканизации оказывает существенное влияние не только на скорость протекания процессов сшивания, но и на плотность поперечной сшивки эластомерных композиций. Установлено, что при увеличении содержания вулканизирующего агента и активатора вулканизации возрастает количество неустойчивых, склонных к перегруппировке физических связей. Рекомендовано использовать разработанную технологию получения и переработки эластомерных композиций на основе акрилатного каучука для производства уплотнительных резинотехнических изделий различного назначения.

РЭЗІЮМЭ

Русецкі Дзяніс Валер'евіч

Распрацоўка тэхналогіі атрымання і перапрацоўкі эластамерных кампазіцый на аснове акрылатных каўчукаў

Ключавыя словы: акрылатны каўчук, эластамерная кампазіцыя, вулканізавальная сістэма, функцыянальныя групы, стэрат натрыю, амоніевая чацвярцічная соль, кінетыка вулканізацыі, ступень спывання, фізіка-механічныя ўласцівасці, тэрмааксіляльная трываласць, агрэсіўнае асяроддзе, ушчыльняльныя вырабы.

Мэта даследавання: распрацоўка кампазіцыйнага эластамернага матэрыялу на аснове акрылатнага каўчуку, які спалучае павышаныя фізіка-механічныя ўласцівасці з высокімі тэрмааксіляльнай трываласцю і супраціўленнем уздзеянню агрэсіўных асяроддзяў, вывучэнне заканамернасцяў кіравання структурай, уласцівасцямі эластамерных кампазітаў і правядзенне выпрабаванняў на прамысловых прадпрыемствах.

Аб'екты даследавання: эластамерныя кампазіцыі на аснове акрылатнага каўчуку. **Прадмет даследавання:** састаў эластамернай кампазіцыі, характарыстыкі матэрыялаў, рэжым і параметры перапрацоўкі кампазіцый у вырабы.

Метады даследавання: дыферэнцыяльная сканавальная каларыметрыя, вібрацыйная рэаметрыя, дынамічная механічная спектраметрыя, тэрмагравіметрыя, электронная мікраскапія, стандартныя метады ДАСТ вызначэння фізіка-механічных уласцівасцей, разліковыя метады.

Прапанаваны і пацверджаны на аснове прымянення комплексу фізіка-хімічных метадаў даследавання магчымы варыянт механізму вулканізацыі акрылатнага каўчуку з карбаксільнымі і хлорзмяшчальнымі рэакцыйназдольнымі функцыянальнымі групамі. Паказана, што ў працэсе фарміравання трохмернай структуры эластамерных кампазіцый стэрат натрыю з'яўляецца спывальным агентам, а АЧС – актыватарам і паскаральнікам вулканізацыі. Вызначана, што тэмпература вулканізацыі значна ўплывае не толькі на хуткасць працэсаў сшывання, але і на шчыльнасць сшывання эластамерных кампазіцый. Вызначана, што з павелічэннем змяшчэння вулканізавальнага агента і актыватара вулканізацыі павялічваецца колькасць нетрывалых, схільных да перагрупавання фізічных сувязей. Рэкамендавана выкарыстоўваць распрацаваную тэхналогію для атрымання і перапрацоўкі эластамерных кампазіцый на аснове акрылатнага каўчуку для вырабу ушчыльняльных гуматэхнічных вырабаў рознага прызначэння.

SUMMARY

Rusetski Dzianis Valeryevich

Development of technology of production and processing elastomeric compositions on the basis of acrylic rubbers

Key words: acrylic rubber, elastomeric composition, cure system, functional groups, sodium stearate, ammonium quaternary salts, vulcanization kinetics, cure rate, physical-mechanical properties, thermal-oxidative stability, hostile environment, sealing articles.

The aim of the research: development of a composite elastomeric material on the basis of acrylic rubber with high physical-mechanical properties, thermal-oxidative stability and resistance to hostile environment effect, study of regularities of controlling the structure and properties of elastomeric compositions, and their testing realization at industrial plants.

The objects of the research: elastomeric compositions on the basis of acrylic rubber. The subject of the research: elastomeric composition formulation, material characteristics, mode of operation and parameters of processing compositions into articles.

The methods of the research: differential scanning calorimetry, vibration rheometry, dynamic mechanical spectrometry, thermogravimetry, electron microscopy, GOST standard procedures of physical-mechanical properties determination, calculation methods.

A possible variant of the mechanism of vulcanization of acrylic rubber with carboxyl and chlorinate reactive functional groups is proposed and confirmed on the basis of application of a complex of physical and chemical methods of research. It is proved that in the process of forming a three-dimensional structure of elastomeric compositions sodium stearate acts as a cure agent, and QAS – as activator and accelerator of vulcanization. It is determined that the temperature of vulcanization has substantial influence not only on the speed of cure processes, but also on the crosslinks density of elastomeric compositions. It is discovered that at the growth of contents of a cure agent and activator the amount of physical connections, unstable and inclined to regrouping, increases. The developed technology is recommended to use for production of sealing mechanical rubber goods for different application.

Русецкий Денис Валерьевич

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ
ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ АКРИЛАТНЫХ
КАУЧУКОВ**

Подписано в печать 14.11.2007. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,3.
Тираж 90 экз. Заказ 541.

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006, Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006, Минск, Свердлова, 13.
ЛП № 02330/0056739 от 22.01.2004.