

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202393092** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

**(43)** Дата публикации заявки  
**2024.02.15**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2022.05.03**

**(51)** Int. Cl. *C08J 11/28* (2006.01)  
*C08C 19/00* (2006.01)  
*C08L 17/00* (2006.01)  
*C08L 19/00* (2006.01)  
*C08L 21/00* (2006.01)  
*C08C 19/22* (2006.01)  
*C08C 19/20* (2006.01)  
*C08F 8/34* (2006.01)

---

**(54) СПОСОБ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ ЭЛАСТОМЕРНОГО МАТЕРИАЛА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КОМПОЗИЦИЯХ КАУЧУКОВ**

---

**(31)** 2021/02983

**(32)** 2021.05.04

**(33)** ZA

**(86)** PCT/IB2022/054061

**(87)** WO 2022/234443 2022.11.10

**(71)** Заявитель:

**РАББЕР НАНО ПРОДАКТС  
(ПРОПРАЙЕТЭРИ) ЛИМИТЕД (ZA)**

**(72)** Изобретатель:

**Бош Роберт Майкл (ZA)**

**(74)** Представитель:

**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,  
Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов  
А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,  
Кузнецова Т.В. (RU)**

---

**(57)** В изобретении описан способ функционализации эластомерного материала, такого как частицы каучука. Способ включает функционализацию эластомерного материала с использованием композиции на основе ионной жидкости, которая содержит растворимый в воде полимер, катионный силикатный компонент и соль ускорителя вулканизации, вместе с соединением цинка, серой и ускорителем. Частицы каучука, например частицы, полученные из изделий из рециклированного каучука, функционализированные раскрытым способом, можно с успехом использовать в содержащих необработанный каучук маточных смесях при концентрациях, ранее невозможных.

---

**A1**

**202393092**

**202393092**

**A1**

## СПОСОБ ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ ЭЛАСТОМЕРНОГО МАТЕРИАЛА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КОМПОЗИЦИЯХ КАУЧУКОВ

5

### ВВЕДЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к способу функционализации эластомерного материала. В частности, настоящее изобретение относится к способу функционализации эластомерного материала, включающему  
10 использование композиции на основе ионной жидкости вместе с соединением цинка, серой и ускорителем.

### УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Переработка эластомерных материалов, включая изделия из ранее отвержденного или вулканизированного каучука, такие как покрышки, шланги и  
15 ленты, остается сложной задачей для промышленности, несмотря на значительное уделенное ей внимание.

Специалистам в данной области техники хорошо известно, что одним из ключевых затруднений, возникающих при повторной обработке или переработке ранее вулканизированных материалов, является то, что в ходе реакции  
20 вулканизации образуются прочные связи углерод-сера и сера-сера, которые являются чрезвычайно стабильными, и поэтому их трудно разорвать. Соответственно, в настоящее время эти изделия из ранее вулканизированного каучука, используют лишь в тех случаях, когда отсутствует необходимость химической регенерации материала, например, если их используют в качестве  
25 наполнителя.

Одной из стратегий увеличения используемого количества этих материалов из рециклированного каучука является девулканизация материала для восстановления некоторых его исходных характеристик, обеспечивая таким образом возможность его переработки в новый каучук (необработанный каучук).  
30 Существует несколько публикаций, относящихся к способам девулканизации, однако до настоящего времени этими способами не получен материал, который является коммерчески привлекательным, или материал, который можно

использовать при высоких концентрациях в случаях технического применения каучука.

В своей заявке на международный патент PCT WO 2019/145808 автор настоящего изобретения раскрыл композицию для вулканизации каучука, которая представляет собой раствор на основе растворимого в воде полимера, содержащий катионный силикатный компонент и дополнительный катионный компонент, которым является соль ускорителя вулканизации. Раскрытие WO 2019/145808 во всей его полноте включено в настоящее изобретение в качестве ссылки.

Автор настоящего изобретения неожиданно обнаружил, что композиция на основе ионной жидкости, содержащая растворимый в воде полимер, катионный силикатный компонент и соль ускорителя вулканизации, вместе с соединением цинка, серой и ускорителем, обеспечивает функционализацию эластомерного материала, включающего частицы каучука, таким образом, обеспечена возможность использования этих функционализированных частиц в содержащих каучук маточных смесях при концентрациях, ранее невозможных. Кроме того, было установлено, что новые изделия из каучука, включающие функционализированные частицы каучука, обладают неожиданными рабочими характеристиками по сравнению со сходными композициями каучуков, не включающими эти функционализированные частицы каучука.

#### КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Первым объектом настоящего изобретения является способ функционализации эластомерного материала, способ включает стадии:

- a) получения эластомерного материала, обладающего поверхностью, предназначенной для функционализации,
- b) получения композиции на основе ионной жидкости, содержащей растворимый в воде полимер, катионный силикатный компонент и соль ускорителя вулканизации,
- c) получения соединения цинка, серы и ускорителя,
- d) введения композиции на основе ионной жидкости, полученной на стадии b), и компонентов, полученных на стадии c), в соприкосновение с поверхностью эластомерного материала,

с получением таким образом функционализированного эластомерного материала.

В одном варианте осуществления эластомерным материалом являются эластомерные частицы.

5 В одном варианте осуществления эластомерные частицы обладают размером, находящимся в диапазоне от примерно 10 до примерно 400 меш.

В предпочтительном варианте осуществления эластомерный материал выбран из группы, состоящей из следующих: регенерированные эластомерные материалы, измельченный каучук, подвулканизированный каучук и  
10 микронизированный порошкообразный каучук.

В особенно предпочтительном варианте осуществления эластомерным материалом являются вулканизированный эластомерный материал.

В одном варианте осуществления эластомерным материалом являются рециклированный шинный каучук.

15 В одном варианте осуществления композиция на основе ионной жидкости дополнительно содержит один или большее количество следующих: упрочняющий наполнитель и термопластичный эластомер.

В другом варианте осуществления способ дополнительно включает смешивание эластомерного материала, полученного на стадии а), с  
20 упрочняющим наполнителем.

В одном варианте осуществления упрочняющий наполнитель основан на осажденном диоксиде кремния, необязательно на обработанном силаном аморфном осажденном диоксиде кремния.

В одном варианте осуществления ускоритель вулканизации, содержащийся  
25 в композиции на основе ионной жидкости, полученной на стадии b), выбран из группы, состоящей из классов ускорителей, включающих тиазолы, дитиокарбаматы, дитиофосфаты, сульфенамиды, тиурамсульфиды, ксантаты, гуанидины и альдегидамины.

В одном варианте осуществления солью ускорителя вулканизации,  
30 содержащейся в композиции на основе ионной жидкости, полученной на стадии b), является соль 2-меркаптобензотиазола (МБТ), дибензилдитиокарбамат цинка (ZBEC), диалкилдитиофосфат цинка (ZBOP), тетрабензилтиурамдисульфид (TBzTD), диизопропилксантогендисульфид (ДИКД) или полисульфид (AS100),

или их комбинации, и где солью ускорителя вулканизации является его натриевая или калиевая соль.

В предпочтительном варианте осуществления катионом, содержащимся в катионном силикатном компоненте, является катион натрия или калия.

5 В предпочтительном варианте осуществления растворимым в воде полимером является полимер этиленоксида или полимер поливинилового спирта.

В особенно предпочтительном варианте осуществления растворимым в воде полимером является полиэтиленгликоль.

10 В одном варианте осуществления композиция на основе ионной жидкости содержит полиэтиленгликоль, метасиликат натрия и соль ускорителя - NaBEC (дибензилдитиокарбамат натрия).

В одном варианте осуществления ускоритель, полученный на стадии с), выбран из группы, состоящей из классов ускорителей, включающих тиазолы, дитиокарбаматы, дитиофосфаты, сульфенамиды, тиурамсульфиды, ксантаты, гуанидины и альдегидамины.

Вторым объектом настоящего изобретения является применение композиции на основе ионной жидкости и соединения цинка, серы и ускорителя для функционализации эластомерного материала, где композиция на основе ионной жидкости содержит растворимый в воде полимер, катионный силикатный компонент и соль ускорителя вулканизации.

В одном варианте осуществления композиция на основе ионной жидкости дополнительно содержит один или большее количество следующих: упрочняющий наполнитель и термопластичный эластомер.

25 Третьим объектом настоящего изобретения является способ переработки каучука, способ включает стадии:

а) получения функционализированного эластомерного материала способом, соответствующим первому объекту настоящего изобретения,

30 б) получения содержащей синтетический или натуральный каучук маточной смеси, содержащей необработанный каучук,

с) смешивания функционализированного эластомерного материала, полученного на стадии а), с маточной смесью, полученной на стадии б), и вулканизации смеси,

с получением таким образом готового изделия из каучука, включающего рециклированный каучук и необработанный каучук.

В одном варианте осуществления готовое изделие из каучука включает рециклированный каучук при концентрации, равной от примерно 1 до примерно 5 80 мас.% в пересчете на полную массу готового изделия из каучука.

В одном варианте осуществления готовым изделием из каучука является изделие, выбранное из группы, состоящей из следующих: покрышки, шланги, конвейерные ленты и другие технические изделия из каучука.

Другим объектом настоящего изобретения является изделие из каучука, 10 полученное способом, соответствующим третьему объекту настоящего изобретения, где изделием является изделие, выбранное из группы, состоящей из следующих: покрышки, шланги, конвейерные ленты и другие технические изделия из каучука.

В одном варианте осуществления изделием является протектор и где 15 протектор обладает улучшенными рабочими характеристиками по сравнению с характеристиками протектора, не включающего какой-либо рециклированный каучук, эти рабочие характеристики представляют собой одну или большее количество выбранных из числа следующих: сопротивление качению, сопротивление износу, сцепление шины с мокрым дорожным покрытием, или их 20 комбинации.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Настоящее изобретение более подробно проиллюстрировано со ссылкой на неограничивающие варианты осуществления и чертежи, где:

на фиг. 1 представлены зависимости для степени вулканизации и вращающего 25 момента для различных композиций каучука, содержащих функционализированный эластомерный материал, предлагаемый в настоящем изобретении;

на фиг. 2 представлены зависимости напряжения от деформации для 30 контрольной смеси и композиций каучука, содержащих 40% и 100% композиции каучука, полученной с использованием функционализированного эластомерного материала, предлагаемого в настоящем изобретении (компаунд А);

на фиг. 3 представлены полученные с помощью реометрии результаты для каучуковой крошки из НК (натуральный каучук) с нанесенным покрытием при

разных относительных содержаниях покрытия с использованием функционализирующей композиции S-;

на фиг. 4 представлены полученные с помощью реометрии результаты для каучуковой крошки из НК с нанесенным покрытием при разных относительных содержаниях покрытия с использованием функционализирующей композиции S+;

на фиг. 5 представлены полученные с помощью реометрии результаты для контрольной содержащей НК маточной смеси, содержащей стандартный вулканизирующий комплекс, контрольной содержащей НК маточной смеси, содержащей немодифицированную каучуковую крошку, и содержащей НК маточной смеси, содержащей функционализированную каучуковую крошку, полученную способом, предлагаемым в настоящем изобретении (материал на основе PxActi8);

на фиг. 6 представлены зависимости для тангенса дельта для исследуемых маточных смесей, содержащих НК;

на фиг. 7 представлены зависимости для модуля накопления ( $G'$ ) для исследуемых маточных смесей, содержащих НК;

на фиг. 8 представлены зависимости для модуля потерь ( $G''$ ) для исследуемых маточных смесей, содержащих НК;

на фиг. 9 представлены зависимости напряжения от деформации для различных композиций маточных смесей, содержащих НК, полученных с использованием разных материалов из каучуковой крошки;

на фиг. 10 представлены полученные с помощью реометрии результаты для контрольной содержащей СБК (стирол-бутадиеновый каучук) маточной смеси, содержащей стандартный вулканизирующий комплекс, контрольной содержащей СБК маточной смеси, содержащей немодифицированную каучуковую крошку, и содержащей СБК маточной смеси, содержащей функционализированную каучуковую крошку, полученную способом, предлагаемым в настоящем изобретении (материал на основе PxActi8);

на фиг. 11 представлены зависимости для тангенса дельта для исследуемых маточных смесей, содержащих СБК;

на фиг. 12 представлены зависимости для модуля потерь ( $G''$ ) для исследуемых маточных смесей, содержащих СБК;

на фиг. 13 представлены зависимости для модуля накопления ( $G'$ ) для исследуемых маточных смесей, содержащих СБК; и на фиг. 14 представлены зависимости напряжения от деформации для исследуемых маточных смесей, содержащих СБК.

## 5 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Настоящее изобретение более полно описано ниже со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых представлены некоторые неограничивающие варианты осуществления настоящего изобретения.

10 Описанное ниже изобретение не ограничивается раскрытыми конкретными вариантами осуществления, в объем настоящего изобретения входят незначительные модификации и другие варианты осуществления.

15 Хотя в настоящем изобретении используются специальные термины, они используются только в типовом и описательном смысле и не для наложения ограничений.

При использовании в настоящем изобретении в последующих описании и формуле изобретения формы единственного числа включают формы множественного числа, если из контекста явно не следует иное.

20 Используемые в настоящем изобретении терминология и фразеология предназначены для описания и их не следует рассматривать в качестве ограничивающих. При использовании в настоящем изобретении термины "содержащий", "состоящий из", "обладающий", "включающий" и их формы включают элементы, перечисленные после них, и их эквиваленты, а также дополнительные элементы.

25 При использовании в настоящем описании термин "растворимый в воде полимер" означает полимер, который растворяется, диспергируется или набухает в воде, включая полимеры, содержащие гидроксигруппы, например, полимер этиленоксида или полимер поливинилового спирта.

30 При использовании в настоящем описании термин "эластомерный материал" означает полимер, который обладает высокоэластичностью. Эластомерный материал содержит кратные двойные связи (предварительно участвующие или не участвующие в сшивке), которые при взаимодействии с композицией на основе ионной жидкости и другими компонентами,



использующимися в способе, предлагаемый в настоящем изобретении, раскрытом в настоящем изобретении, допускают образование новых сшивок с серой.

Настоящее изобретение относится к способу функционализации эластомерного материала. Способ функционализации включает стадии: а) получения эластомерного материала, обладающего поверхностью, предназначенной для функционализации, б) получения композиции на основе ионной жидкости, содержащей растворимый в воде полимер, катионный силикатный компонент и соль ускорителя вулканизации, с) получения соединения цинка, серы и ускорителя, и д) введения композиции на основе ионной жидкости, полученной на стадии б), и компонентов, полученных на стадии с), в соприкосновение с поверхностью эластомерного материала, с получением таким образом функционализированного эластомерного материала.

Функционализацию эластомерного материала обеспечивают путем использования композиции на основе ионной жидкости вместе с комбинацией дополнительных компонентов, включая соединение цинка, серу и ускоритель.

Если не ограничиваться какими-либо конкретными теоретическими соображениями, то можно предположить, что композиция на основе ионной жидкости обеспечивает образование боковых групп (фрагменты сера-ускоритель которые образованы из содержащей ускоритель композиции). В композиции на основе ионной жидкости эти боковые группы активированы вследствие взаимодействий сера-ускоритель в присутствии соединения цинка (ZnO). Неожиданно оказалось, что описанные выше химические взаимодействия происходят при чрезвычайно низких температурах по сравнению с температурами, используемыми при проведении обычных реакций вулканизации. Полагают, что введение во взаимодействие при умеренной температуре, равной примерно 80°C, в течение лишь нескольких минут обеспечивает образование этих боковых групп и их реакцию с диенами, находящимися в любых доступных положениях на поверхности эластомерного материала. Это происходит, даже если эластомерный материал не нагревают до его температуры плавления (невулканизированный каучук) и это происходит на твердой поверхности эластомерного материала.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения эластомерный материал, предназначенный для функционализации, сначала приводят в соприкосновение с композицией на основе ионной жидкости. Альтернативно, в другом варианте осуществления настоящего изобретения композицию на основе ионной жидкости смешивают с соединением цинка, серой и ускорителем и получают функционализирующую среду, которую затем приводят в соприкосновение с эластомерным материалом и смешивают с ним. Условия обработки поверхности в отношении температуры являются мягкими и обработку можно проводить *in situ* во время смешивания или *ex situ* путем получения до проведения функционализации среды, в которой предварительно произошла реакция.

Соль ускорителя вулканизации, содержащегося в композиции на основе ионной жидкости, может быть выбрана из группы, состоящей из классов ускорителей, включающих тиазолы, дитиокарбаматы, дитиофосфаты, сульфенамиды, тиурамсульфиды, ксантаты, гуанидины, альдегидамины, или их комбинации.

Композицию на основе ионной жидкости, использующуюся в способе, предлагаемом в настоящем изобретении, получают по методике, раскрытой в предшествующей заявке автора настоящего изобретения на международный патент WO 2019/14580, которая во всей ее полноте включена в настоящее изобретение в качестве ссылки.

Композиция на основе ионной жидкости, использующаяся для получения функционализованного эластомерного материала, является неводным композиционным материалом на основе полимера, который представляет собой маслообразный или замороженный воскообразный материал. При получении каучука композиция является подходящей для непосредственного добавления к каучукообразным материалам при использовании обычного оборудования для смешивания и при стандартных условиях получения каучука. Полимером является растворимый в воде полимер, например, полимер этиленоксида, полимер поливинилового спирта или любой другой полимер, содержащий гидроксигруппы.

Композицию на основе ионной жидкости, которую используют в способе получения функционализованного эластомерного материала, получают путем

приготовления раствора подходящего катионного силикатного компонента, который синтезируют путем растворения порошкообразного диоксида кремния в растворе основания, например, гидроксида натрия или гидроксида калия.

5 Полученный катионный силикатный компонент добавляют к растворимому в воде полимеру, например, полимеру этиленоксида, включая полиэтиленгликоль, и сушат с получением стабильной ионной жидкости, содержащей конкретный катионный силикатный компонент.

10 Особая комбинация катионного силикатного компонента и полимера, например, полиэтиленгликоля, используемая в качестве замены жидкой среды, обеспечивает получение обладающей подходящей стабильностью ионной жидкости.

15 Эти растворы катионного силиката и полученные композиции или комплексы катионный силикат-полимер можно получить по реакции с использованием различных отношений количества выбранного катиона к количеству диоксида кремния, таким образом можно изменять характеристики химического взаимодействия с поверхностью и ионные характеристики ионной жидкости. Так, например, можно использовать стехиометрическое отношение количества катиона к количеству диоксида кремния. Альтернативно, это отношение можно менять в зависимости от конкретной системы, 20 предназначенной для функционализации.

Композиция катионный силикат - полимер-носитель является подходящей для растворения и стабилизации некоторых ионных материалов, для которых известно, что они являются подходящими или полезными для использования при вулканизации каучука, например, различных солей или нанопорошков, таких как 25 оксид графена или оксид цинка, или любого другого подходящего ионного материала, который можно растворить или диспергировать в композиции катионный силикат-полимер.

30 Композиция на основе ионной жидкости дополнительно содержит соль ускорителя вулканизации. Соль ускорителя вулканизации растворяют в катионном силикатном компоненте и растворимом в воде полимере-носителе, описанных выше. Комплекс, содержащий соль ускорителя, можно получить в щелочном водном растворе, например, в растворе гидроксида натрия или гидроксида калия. Комплекс, содержащий соль ускорителя, можно получить

путем растворения гидроксида натрия или гидроксида калия в воде, проводимого до реакции с фрагментом ускорителя. Комплекс, содержащий соль ускорителя, также можно получить в подходящей азеотропной смеси воды и спирта. В предпочтительном способе, предлагаемом в настоящем изобретении, 5 комплекс, содержащий соль ускорителя, получают в азеотропной смеси воды и изопропилового спирта.

Компонент-ускоритель может быть выбран из числа любых ускорителей, известных в данной области техники. В частности, ускоритель может быть выбран из группы, состоящей из классов ускорителей, включающих тиазолы, 10 дитиокарбаматы, дитиофосфаты, сульфенамиды, тиурамсульфиды, ксантаты, гуанидины, альдегидамины, или их комбинации.

Ускоритель может быть выбран из группы, состоящей из классов ускорителей, включающих тиазолы, дитиокарбаматы, дитиофосфаты, тиурамсульфиды, или их комбинации. Предпочтительно, если соль ускорителя 15 вулканизации является натриевая или калиевая соль 2-меркаптобензотиазола (МБТ), дибензилдитиокарбамат цинка (ZBEC), диалкилдитиофосфат цинка (ZBOP), тетрабензилтиурамдисульфид (TBzTD), диизопропилксантогендисульфид (ДИКД) или полисульфид (AS100), или их комбинации.

20 Раствор соли ускорителя добавляют к раствору катионного силиката и получают реакционную смесь, к которой добавляют растворимый в воде полимер. Затем полученную реакционную смесь сушат для удаления использующейся для растворения среды, в частности, для удаления из системы 25 всего количества воды. В одном варианте осуществления для удаления использующейся для растворения среды смесь можно сушить в вакууме, например, при давлении, равном 100 мбар или менее. Полученная композиция является неводной композицией, которая основана на растворимом в воде полимере, например, полиэтиленгликоле. Композиция включает одну фазу, не содержащую отделившихся слоев (органического или водного).

30 В одном варианте осуществления комплекс, содержащий соль ускорителя, и катионный силикатный компонент можно выбрать таким образом, что катионы, содержащиеся в компоненте-добавке и в силикатном компоненте, являются одинаковыми, хотя также можно выбрать комбинации разных катионов.

Количество комплекса, содержащего соль ускорителя, и катионного силикатного компонента может составлять примерно 50% в пересчете на полную массу композиции на основе полимера, при этом оставшееся количество композиции составляет растворимый в воде полимер.

5           Эластомерным материалом, предназначенным для функционализации в соответствии с настоящим изобретением, могут являться эластомерные частицы. Хотя подразумевается, что способ функционализации, описанный в настоящем изобретении, в равной степени применим ко всем поверхностям эластомеров и эластомерных частиц (содержащих диеновую группу, обеспечивающую

10           возможность вулканизации серой), предпочтительно, если эластомерные частицы, предназначенные для функционализации, обладают размером, находящимся в диапазоне от примерно 10 до примерно 400 меш. Средний размер эластомерных частиц зависит от источника материала, предназначенного для функционализации, и методики, с помощью которой его обрабатывают. Так,

15           например, эластомерные частицы, обладающие размером, находящимся в диапазоне от примерно 10 до примерно 30 меш, обычно получают при размоле шинного каучука, тогда как частицы, обладающие меньшим размером, который находится в диапазоне от примерно 40 до примерно 300 меш, обычно считаются микронизированным порошкообразным каучуком.

20           В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения эластомерный материал, предназначенный для функционализации с целью проведения последующей обработки, выбран из группы, состоящей из следующих: регенерированные эластомерные материалы, измельченный каучук, подвулканизированный каучук и микронизированный порошкообразный каучук.

25           Для специалистов в данной области техники должно быть очевидно, что в особенно предпочтительном случае применения предпочтительно, если материалом, предназначенным для функционализации, является предварительно вулканизированный эластомерный материал, включая перечисленные выше. Однако эластомерным материалом, предназначенным для функционализации,

30           может не являться предварительно вулканизированный материал.

В особенно предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения материалом, предназначенным для функционализации, является эластомерный материал или частицы любой формы, источником которых

являются бывшие в употреблении покрышки или покрышки с выработанным ресурсом, независимо от методики получения таких частиц. В зависимости от методики получения и полученного среднего размера частиц эти частицы обычно классифицируют, как каучуковая стружка, каучуковая крошка, 5 измельченный шинный каучук (ИШК) или частицы микронизированного каучука (ЧМК). Эти частицы можно получить по любой методике, известной специалистам в данной области техники, включая механические разрезание и размол, методики на основе криогенного замораживания и методики на основе пиролиза.

10 В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения для облегчения обработки продукта может оказаться благоприятным, если композиция на основе ионной жидкости содержит термопластичный эластомер. Термопластичным эластомером может являться любой эластомер, обладающий температурой плавления, находящейся в диапазоне примерно 50 до примерно 15 100°C. Предпочтительно, если термопластичный эластомер не содержит никаких диеновых ненасыщенных связей. Предпочтительно, если термопластичный эластомер выбран из группы, состоящей из полиолефиновых эластомеров, и они обладают такими температурами размягчения и затвердевания, которые обеспечивают более легкое нанесение покрытия и смешивание при необходимых 20 условиях проведения смешивания во время процедуры нанесения покрытия. Кроме того, термопластичный эластомер также должен обладать достаточной термической стабильностью, чтобы он не разрушался при температурах, близких к любым рабочим температурам, используемым при проведении вулканизации и последующей обработки готовой композиции каучука.

25 Предпочтительно, если термопластичный эластомер содержится при концентрации, равной от примерно 10 до примерно 60 мас.%, более предпочтительно от примерно 15 до примерно 55 мас.%, более предпочтительно от примерно 15 до примерно 50 мас.%, еще более предпочтительно от примерно 15 до примерно 45 мас.% и наиболее предпочтительно от примерно 20 до 30 примерно 40 мас.% в пересчете на массу композиции на основе ионной жидкости.

В некоторых дополнительных вариантах осуществления, в частности, в которых в композиции на основе ионной жидкости не содержится

термопластичный эластомер, может оказаться желательным, что способ включает дополнительную стадию предоставления упрочняющего наполнителя и смешивания упрочняющего наполнителя с композицией на основе ионной жидкости и другими компонентами (соединением цинка, серой и ускорителем) при нагревании и при условиях приложения сдвигового усилия. Для инициирования реакции вулканизации необходимо обеспечение полного покрытия эластомерного материала смесью при воздействии необходимой температуры. В одном варианте осуществления настоящего изобретения упрочняющий наполнитель основан на осажденном диоксиде кремния и предпочтительно, если им является обработанный силаном аморфный осажденный диоксид кремния.

Композиция на основе ионной жидкости, используемая в способе, предлагаемом в настоящем изобретении, содержит растворимый в воде полимер, катионный силикатный компонент и соль ускорителя вулканизации. Кроме того в способе используют компоненты или смесь компонентов, содержащую соединение цинка, серу и дополнительный ускоритель (стадия (с) способа). Ускоритель, содержащийся в смеси компонентов, используемой на стадии (с) способа, может не являться таким же, как фрагмент ускорителя, содержащийся в соли ускорителя, входящего в состав композиции на основе ионной жидкости. Ускоритель, использующийся на стадии с), может быть выбран из числа любых известных ускорителей, однако предпочтительно, если он выбран из группы, состоящей из классов ускорителей, включающих тиазолы, дитиокарбаматы, дитиофосфаты, сульфенамиды, тиурамсульфиды, ксантаты, гуанидины и альдегидамины.

Предпочтительно, если количество композиции на основе ионной жидкости составляет от примерно 0,5 до примерно 2 мас.% в пересчете на полную массу компонентов, полученных на стадиях (а) - (с) способа, предлагаемого в настоящем изобретении.

Предпочтительно, если количество эластомерного материала составляет от примерно 40 до примерно 95 мас.% в пересчете на полную массу компонентов, полученных на стадиях (а) - (с) способа, предлагаемого в настоящем изобретении.

Предпочтительно, если количество соединения цинка составляет от примерно 0,2 до примерно 1 мас.% в пересчете на полную массу компонентов, полученных на стадиях (а) - (с) способа, предлагаемого в настоящем изобретении.

5 Предпочтительно, если количество серы составляет от примерно 0,2 до примерно 1 мас.% в пересчете на полную массу компонентов, полученных на стадиях (а) - (с) способа, предлагаемого в настоящем изобретении.

10 Предпочтительно, если количество ускорителя, полученного на стадии (с), составляет примерно 0,2 до примерно 1 мас.% в пересчете на полную массу компонентов, полученных на стадиях (а) - (с) способа, предлагаемого в настоящем изобретении.

15 Предпочтительно, если количество упрочняющего наполнителя составляет от примерно 20 до примерно 50 мас.% в пересчете на полную массу компонентов, полученных на стадиях (а) - (с) способа, предлагаемого в настоящем изобретении.

20 Настоящее изобретение также относится к способу переработки каучука, включающему стадии: а) получения функционализированного эластомерного материала способом, раскрытым в настоящем изобретении, б) получения содержащей синтетический или натуральный каучук маточной смеси, содержащей необработанный каучук, с) смешивания функционализированного эластомерного материала, полученного на стадии а), с маточной смесью, полученной на описанной выше стадии б), и вулканизации смеси, с получением таким образом готового изделия из каучука, включающего рециклированный каучук и необработанный каучук.

25 Настоящее изобретение также относится к изделию из каучука, включающему рециклированный эластомерный материал, функционализированный способом, раскрытым в настоящем изобретении. Готовое изделие из каучука может включать такой рециклированный эластомерный материал при концентрации, равной от примерно 1 до примерно 80 мас.%, предпочтительно от примерно 3 до примерно 70 мас.%,  
30 предпочтительно от примерно 5 до примерно 60 мас.%, наиболее предпочтительно от примерно 10 до примерно 50 мас.% в пересчете на полную массу готового изделия из каучука.



Для специалистов в данной области техники должно быть очевидно, что функционализированный эластомерный материал, полученный способом, предлагаемым в настоящем изобретении, можно применять для получения всех изделий из каучука. Однако особенно предпочтительными примерами таких  
5 изделий из каучука, включающих функционализированный материал, предлагаемый в настоящем изобретении, включают покрышки, шланги, конвейерные ленты и другие технические изделия из каучука.

Настоящее изобретение более подробно проиллюстрировано со ссылкой на приведенные ниже неограничивающие примеры и экспериментальные  
10 результаты.

Пример 1: Получение компаунда А с использованием ЧМК, 40 меш, РхАcti8, серы, ТББС (N-трет-бутил-2-бензотиазолсульфенамид) и ZnO

Как показано в таблице 1, эластомерный материал - каучуковую крошку, 40 меш, приобретали у фирмы SN Rubber, South Africa. Каучуковую крошку  
15 получали путем обычного механического размола и она содержала 50% ±10% натурального каучука ("НК"). Каучуковую крошку (241 г) смешивали с 2,5 г композиции на основе ионной жидкости, в приведенной ниже таблице 1 обозначенной, как "РхАcti8", содержащей (1) полиэтиленгликоль, (2) метасиликат натрия, (3) дибензилдитиокарбамат натрия (NaBEC), (4) диоксид  
20 кремния и (5) термопластичный эластомер ("ТПЭ") при отношении количеств (1+2+3):4:5, составляющем 50:30:20, и с 2 г серы, 1 г ZnO и 1 г ускорителя - N-трет-бутилбензотиазолсульфонамида (ТББС), и с другими стандартными соединениями для получения каучука.

Эти компоненты перемешивали в закрытом смесителе примерно при 80°C в  
25 течение 10 мин. Получали материал и компоненты расплавлялись на поверхности каучуковой крошки. Затем эту смесь дополнительно обрабатывали путем добавления к материалу необработанного НК до тех пор, пока материал не становился похожим на обычный каучук и его можно было выгрузить из закрытого смесителя и приемлемым образом раскатать с помощью каландра.  
30 Этот материал представлял собой комбинацию рециклированной функционализированной каучуковой крошки и НК. Подробное описание состава компаунда А приведено в представленной ниже таблице 1.

Таблица 1: Содержащая рециклированный каучук композиция, в настоящем изобретении называемая компаундом А

Компонент	Масса (г)
ЧМК, 40 меш	241
PxActi8	2,5
Диоксид кремния VN3	1
Si69	1
Сера	2
ТББС	1
ZnO	1
НК	140
Всего	389,5

Содержание рециклированного каучука в компаунда А составляло 61,8%.

5 Компаунд А предназначен для включения в композицию с компаундом В (см. ниже) с получением композиций, обладающий увеличенной концентрацией рециклированного материала (компаунд А), и проведения последующего исследования.

10 Пример 2: Получение компаунда В (отсутствие рециклированного материала)

Как показано в приведенной ниже в таблице 2 в этом эксперименте получали только стандартную содержащую НК композицию каучука, которую использовали для последующего исследования смесей с компаундом А с целью определения рабочих характеристик композиций каучуков, обладающих  
15 разными содержаниями рециклированного материала.

Таблица 2: Стандартная содержащая НК композиция, в настоящем изобретении называемая компаундом В

Компонент	Масса (г)
НК	100
Пластификатор	1,5
Нафтенное масло	3
PVI*	0,63
Стеариновая кислота	1
N375	10
Si69	5
Всего	121,13

\* N-(циклогексилтио)фталимид

20 В состав компаунда В не входил рециклированный материал.

Этот материал перемешивали в закрытом смесителе с использованием стандартных продолжительностей перемешивания и стандартных методик проведения процедуры. Материал получали с добавлением Si69 для его исследования при последующем добавлении наполнителя - диоксида кремния (технические требования, предъявляемые к этому компаунду). Эти композиции не представлены, однако они предусмотрены, поскольку в настоящем изобретении используют рециклированный материал и добавление наполнителя для обеспечения широкого диапазона характеристик исходного компаунда.

Пример 3: Исследование различных композиций, содержащих смесь компаунд А/компаунд В

Компаунды А и В получали путем смешивания в закрытом смесителе. Их каландровали и получали в виде толстого листа из содержащего НК компаунда.

Компаунд А обладал некоторой склонностью к сшивке, поскольку он содержал небольшое количество вулканизирующего комплекса на поверхности рециклированного материала. Компаунд В не содержал вулканизирующий комплекс и для его вулканизации необходим вулканизирующий комплекс.

Как можно видеть из приведенной ниже таблицы 3, компаунд А и компаунд В смешивали в смесителе при разных массовых отношениях. Эти отношения являлись следующими: от 0% содержащего рециклированный материал компаунда А до чистого компаунда А.

Таблица 3: Композиции, содержащие смесь компаунд А/компаунд В, количества указаны для маточной смеси в пересчете на количество вулканизируемого каучука

Компаунд А	0	10	20	30	40	50	60	70	80	100
Компаунд В	100	90	80	70	60	50	40	30	20	0
ZnO	2,5	2,34	2,18	2,02	1,86	1,7	1,54	1,38	1,22	0,9
ТББС	1,5	1,4	1,31	1,21	1,12	1,02	0,92	0,83	0,73	0,54
S8	1,5	1,4	1,31	1,21	1,12	1,02	0,92	0,83	0,73	0,54

В приведенной выше таблице 3 указан состав, а также регулирование содержания стандартного вулканизирующего комплекса (указанного при содержании компаунда А, составляющего 0%, т. е. при использовании чистого компаунда В) в пересчете на фактическое содержание каучука в каждой из этих смесей. Это проводили для поддержания отношения фактического содержания

вулканизирующего комплекса к фактическому содержанию необработанного каучука, который можно вулканизировать.

Таблица 4: Результаты исследования, полученные для различных композиций компаунд А/компаунд В, содержащих 0% компаунда А, 10% компаунда А, 40% компаунда А и 100% компаунда А.

Компаунд	$S'_{\text{макс.}}$	$S'_{\text{мин.}}$	Время подвулканизации (TS1)	Время подвулканизации (TS2)	ТС10	ТС90	ТС95	ТС100	ТС90 - ТС10	Время до обеспечения максимальной скорости ( $S'$ )	Максимальная скорость ( $S'/\text{мин}$ )
40 меш	8,39	1,99	1,17	1,36	1,06	2,64	3,11	5,30	1,58	1,39	5,76
0РА8	5,78	0,36	4,00	4,35	3,53	7,24	8,83	15,20	3,71	4,36	3,38
10РА8	6,33	0,46	3,40	3,70	3,11	6,21	7,54	12,64	3,10	3,72	4,14
40РА8	7,02	0,80	2,46	2,69	2,31	4,61	5,54	9,63	2,31	2,71	4,86
Максимальное значение	8,39	1,99	4,00	4,35	3,53	7,24	8,83	15,20	3,71	4,36	5,76

# "40 меш" означает композицию, содержащую 100% компаунда А, "0РА8" означает композицию, содержащую 0% компаунда А, "10РА8" означает композицию, содержащую 10% компаунда А, и "40РА8" означает композицию, содержащую 40% компаунда А. ТС10, ТС90, ТС95 и ТС100 означают время, необходимое для обеспечения степени вулканизации, равной 10, 90, 95 и 100% соответственно.

Как можно видеть из представленных на фиг. 1 и в приведенной выше таблице 4 результатов, добавление рециклированного каучука увеличивает скорость вулканизации и оказывает влияние на модуль ( $S'_{\text{макс.}}$  и  $S'_{\text{мин.}}$ ) компаунда. Существуют незначительные изменения времени подвулканизации этого компаунда и они связаны с содержанием невулканизированного каучука, использующегося для стабилизации содержащегося в компаунде А рециклированного материала. На фиг. 2 представлены зависимости напряжения от деформации для композиций, содержащих 0% компаунда А ( $S'$ , контроль), 40% компаунда А ( $S'$ , 40RA8) и 100% компаунда А ( $S'$ , 100RA8) соответственно.

10 Пример 4: Получение функционализирующих композиций на основе ионной жидкости

Получали разные композиции функционализирующих добавок на основе ионной жидкости, предлагаемых в настоящем изобретении. В настоящем изобретении эти композиции обозначены, как композиция S+ и композиция S-, для указания на то, содержится ли более существенное количество серы или ускорителя (это связано с обычной терминологией, использующейся для описания вулканизации: эффективная вулканизация (ЭВ) и обычная вулканизация (ОВ), где ОВ означает более высокую концентрацию серы).

Таблица 5: Состав композиции S+

Композиция S+	
PxActi8	2,5
Диоксид кремния VN3	1
S8	4
ТББС	1
ZnO	1
TafMer <sup>#</sup>	2

20 <sup>#</sup>Tafmer представляет собой ТПЭ, использующийся для связывания крошки и других ингредиентов

Таблица 6: Состав композиции S-

Композиция S-	
PxActi8	2,5
Диоксид кремния VN3	1
S8	0,5
ТББС	1
ZnO	1
TafMer <sup>#</sup>	2

#Tafmer представляет собой ТПЭ, использующийся для связывания крошки и других ингредиентов

Композиции S+ и S- использовали в качестве функционализирующей добавки при разных относительных содержаниях для исследования и определения влияния на вулканизацию полученного повторно активированного каучукового материала.

В этих экспериментах эту процедуру функционализации проводили так же, как в примере 1. В эту процедуру предварительной обработки можно внести изменения и обеспечить такую же кинетику реакций предварительной вулканизации на поверхности каучука (т. е. использовать более высокую температуру и меньшую продолжительность).

Исследования вулканизации проводили с использованием 0,1, 0,5, 1 и 3 г композиции S+ и композиции S- в пересчете на 100 г каучуковой крошки. В этих экспериментах установлено, что использование 3 г функционализирующих композиций в пересчете на 100 г каучуковой крошки обеспечивает связывание и более легкую последующую обработку.

На фиг. 3 представлены полученные с помощью реометрии результаты для функционализированной каучуковой крошки, полученной в маточной смеси с использованием функционализирующей композиции S- без добавления дополнительного вулканизирующего комплекса. Как можно видеть из представленных фиг. 3 результатов, происходит незначительная сшивка каучуковой крошки и необработанного НК при количестве покрытия, нанесенного на крошку, равном 3 ЧПК (количество частей в пересчете на 100 частей каучука). Ожидается, что содержание покрытия, превышающее 3 ЧПК, будет дополнительно оказывать влияние на характеристики вулканизации готового вулканизата.

На фиг. 4 представлены полученные с помощью реометрии результаты для функционализированной каучуковой крошки, полученной в маточной смеси с использованием функционализирующей композиции S+ без добавления дополнительного вулканизирующего комплекса. Также можно рассматривать более высокие содержания покрытия из функционализирующей композиции,

если в готовом изделии из каучука необходимо обеспечить вулканизацию чрезвычайно большого относительного количества крошки.

5 Как можно видеть из представленных фиг. 4 результатов, наблюдается изменение реометрической характеристики (как это можно видеть из увеличения  
10 вращающего момента) в смеси при обеспечении определенного предельного содержания покрытия на поверхности крошки. Явно видно, что вращающий момент становится постоянным при содержании покрытия, составляющем 1 ЧПК, и затем происходит фактическая вулканизация в оставшейся части каучука (невулканизированного), как это явно видно из увеличения вращающего  
15 момента при содержании покрытия, составляющем 3%. Это исследование использовали для определения того, при каком содержании покрытия можно обеспечить приводящее к вулканизации взаимодействие между крошкой и невулканизированным каучуком. Результат используют для регулирования характеристик готового вулканизата и определения стабильности смеси в случае,  
если необходимо длительное хранение.

Пример 5: Исследование содержащей НК маточной смеси, включающей функционализированную каучуковую крошку

Исследовали отличие характеристик функционализированной каучуковой крошки от характеристик контрольной каучуковой крошки с использованием  
20 исходных содержащих НК маточных смесей и с использованием в содержащей необработанный каучук маточной смеси стандартного вулканизирующего комплекса.

Таблица 7: Содержащая НК маточная смесь (155 ЧПК)

НК (SMR GP)	100
N550	50
Стеариновая кислота	2
Антиоксидант	2
Антиозонант	1

25 В приведенную выше содержащую каучук маточную смесь добавляли стандартный вулканизирующий комплекс, включающий 1,2 ЧПК ЦБС (циклогексилбензотиазилсульфонамид), 2 ЧПК ZnO и 1,6 ЧПК серы.

Добавляли различные каучуковые крошки в количестве, равном 30 г в пересчете на 70 г контрольного каучука.



Получали три компаунда: 1) контрольную маточную смесь, содержащую стандартный вулканизирующий комплекс, 2) контрольную маточную смесь, содержащую немодифицированную каучуковую крошку, и 3) маточную смесь, содержащую функционализированную каучуковую крошку, полученную 5 способом, предлагаемым в настоящем изобретении (материал на основе RxAsti8). Как можно видеть из представленных фиг. 5 результатов, и, как показано с помощью полученных с помощью реометрии зависимостей, существует существенное отличие характеристик функционализированной 10 каучуковой крошки от характеристик обычной крошки, при их добавлении в эту содержащую НК систему.

Исследовали различные динамические и физические характеристики содержащей НК маточной смеси, включающей функционализированную каучуковую крошку.

Как можно видеть из представленных фиг. 6 результатов, значение тангенса 15 дельта для содержащей НК системы, не включающей какую-либо каучуковую крошку, является более низким, чем значения, полученные для системы, включающей каучуковую крошку. Однако наблюдается улучшение динамических характеристик, определенных с помощью значения тангенса дельта, в образце, включающем функционализированную каучуковую крошку. 20 Это указывает на приводящее к вулканизации взаимодействие крошки и каучуковой массы. Задачей является максимальное увеличение динамических характеристик функционализированной крошки с целью получения вулканизатов из каучука, обладающих лучшими динамическими характеристиками, чем обеспеченные в настоящее время с использованием 25 других источников крошки.

На фиг. 7 и 8 представлены зависимости модуля накопления  $G'$  и модуля потерь  $G''$ . Очевидно, что включение крошки в этот каучук обеспечивает увеличение модуля накопления, как это видно из зависимости  $\log(G')$ . Повторно активированный каучук, включающий функционализированную каучуковую 30 крошку, обладает немного более высоким модулем накопления при более высоких степенях удлинения и это является подтверждением наличия различных взаимодействий между этой модифицированной каучуковой крошкой и фазой необработанного каучука. Аналогичным образом, модуль потерь является

немного более низким, как это видно из зависимости ( $G''$ ), и это указывает на то, что модуль потерь повторно активированной каучуковой крошки является немного более низким (это является желательным изменением характеристик).

5 На фиг. 9 представлены зависимости напряжения от деформации для полученных образцов. Из представленных фиг. 6 результатов можно видеть, что зависимость напряжения от деформации для контрольного образца находится выше зависимости для вулканизатов, включающих каучуковую крошку. Этот результат является обычным. Зависимость напряжения от деформации для повторно активированного каучука, включающего функционализированную  
10 каучуковую крошку, находится выше при низких степенях удлинения, и это является подтверждением улучшенной вулканизации и наличия взаимодействий между этой каучуковой крошкой и фазой необработанного каучука. Это является благоприятным результатом и означает более высокую рабочую прочность в диапазоне, пригодном для этого каучука, это означает динамометрические  
15 характеристики, которые являются лучшими в диапазоне удлинений, обычно используемом для этого каучука.

Пример 6: Исследование содержащей СБК маточной смеси, включающей функционализированную каучуковую крошку

20 Исследовали отличие характеристик функционализированной каучуковой крошки от характеристик контрольной каучуковой крошки с использованием исходных содержащих СБК маточных смесей и с использованием в содержащей необработанный каучук маточной смеси стандартного вулканизирующего комплекса.

Таблица 8: Содержащая СБК маточная смесь (170,2 ЧПК)

СБК 1500	100
N220	30
N330	27
Стеариновая кислота	1
Місговах	2
6PPD	2,2
Масло TDAE*	8

25

\*TDAE - обработанный дистиллят ароматического экстракта

В приведенную выше содержащую каучук маточную смесь добавляли стандартный вулканизирующий комплекс, включающий 1,2 ЧПК ЦБС, 2 ЧПК ZnO и 1,6 ЧПК серы.

5 В этом случае также добавляли различные каучуковые крошки в количестве, равном 30 г в пересчете на 70 г контрольного каучука.

10 Как можно видеть из представленных фиг. 10 результатов, в случае этого содержащего СБК вулканизата очевидно, что полученные с помощью реометрии значения (вращающий момент) являются более низкими при использовании функционализированной каучуковой крошки. Также наблюдается  
10 незначительное уменьшение вращающего момента вулканизата на раннем этапе (во время периода предвулканизации). Это является благоприятной характеристикой, поскольку это означает, что расплавленный каучук является менее вязким и поэтому его легче формовать и экструдировать с получением  
15 необходимой формы до того, как он отверждается.

15 Исследовали различные динамические и физические характеристики содержащей СБК маточной смеси, включающей функционализированную каучуковую крошку.

20 Как можно видеть из представленных фиг. 11 результатов, в случае содержащего СБК вулканизата значение тангенса дельта для повторно активированного каучука, включающего функционализированную каучуковую крошку, существенно уменьшено при значениях деформации, составляющих  
20 вплоть до 1 радиана. Это является благоприятной характеристикой, поскольку это означает более низкое сопротивление качению этого компаунда (и это существенно при использовании в условиях динамического перемещения).

25 Также очевидно, что при более высоких деформациях (> 1,5 радиана) динамические характеристики повторно активированного каучука весьма сходны с характеристиками обычного наполненного крошкой материала. Причиной, вероятно, является то, что приводящие к сшивке взаимодействия, которые являются более сильными при низкой деформации, не являются существенными  
30 при высокой деформации и на динамические характеристики оказывает влияние только физическое наличие крошки в образце.

Как можно видеть из представленных фиг. 12 и 13 результатов, эти результаты подтверждают сделанные на основании значений тангенса дельта

выводы от том, что характеристики повторно активированного каучука, включающего функционализированную каучуковую крошку, являются более благоприятными, чем характеристики контрольного образца и контрольного образца, включающего крошку, при более низких степенях удлинения (благоприятная характеристика) и затем при более высоких степенях удлинения определяются физическим наличием крошки.

Заклучения о динамических характеристик повторно активированной крошки являются очевидными. При низких степенях удлинения (деформации) ее характеристики не соответствуют характеристикам обычной крошки.

На фиг. 14 представлены зависимости напряжения от деформации для полученных содержащих СБК образцов. Из представленных фиг. 14 результатов можно видеть, что содержащая СБК маточная смесь, включающая функционализированную каучуковую крошку, является немного более прочной.

Как можно видеть из подробно описанных выше экспериментов, маточные смеси, включающие функционализированную каучуковую крошку, являются более плотно сшитыми, в особенности, как это видно из их характеристик в диапазонах более низких степеней удлинения (деформации) при проведении исследований динамических и физических характеристик. Это указывает на чрезвычайно хорошую однородность вулканизированного каучука и ожидается, что это обеспечит хорошие рабочие характеристики.

Это приведенное выше описание некоторых иллюстративных вариантов осуществления настоящего изобретения предоставлено для иллюстрации того, как можно разработать и осуществить настоящее изобретение. Для специалистов с общей подготовкой в данной области должно быть очевидно, что различные элементы могут быть модифицированы и, таким образом, получены дополнительные варианты осуществления, однако многие из этих вариантов осуществления входят в объем настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ,

изменённая по ст.19

1. Способ функционализации вулканизированного эластомерного  
5 материала, способ включает стадии:  
а) получения вулканизированного эластомерного материала, обладающего  
поверхностью, предназначенной для функционализации,  
б) получения композиции на основе ионной жидкости, содержащей растворимый  
10 в воде полимер, катионный силикатный компонент и соль ускорителя  
вулканизации,  
с) получения соединения цинка, серы и ускорителя,  
д) введения композиции на основе ионной жидкости, полученной на стадии б), и  
компонентов, полученных на стадии с), в соприкосновение с поверхностью  
15 вулканизированного эластомерного материала,  
с получением таким образом функционализированного эластомерного  
материала.

2. Способ по п. 1, где вулканизированным эластомерным материалом  
являются вулканизированные эластомерные частицы.

20 3. Способ по п. 2, где вулканизированные эластомерные частицы обладают  
размером, находящимся в диапазоне от примерно 10 до примерно 400 меш.

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, где вулканизированный  
25 эластомерный материал выбирают из группы, состоящей из следующих:  
измельченный каучук, подвулканизированный каучук и микронизированный  
порошкообразный каучук.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, где вулканизированным  
30 эластомерным материалом являются рециклированный шинный каучук.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, где композиция на основе ионной жидкости дополнительно содержит один или большее количество следующих: упрочняющий наполнитель и термопластичный эластомер.

5 7. Способ по любому из п.п. 1 - 5, где способ дополнительно включает смешивание вулканизированного эластомерного материала, полученного на стадии а), с упрочняющим наполнителем.

10 8. Способ по п. 6 или п. 7, где упрочняющий наполнитель основан на осажденном диоксиде кремния, необязательно на обработанном силаном аморфном осажденном диоксиде кремния.

15 9. Способ по любому из предыдущих пунктов, где ускоритель вулканизации, содержащийся в композиции на основе ионной жидкости, полученной на стадии b), выбирают из группы, состоящей из классов ускорителей, включающих тиазолы, дитиокарбаматы, дитиофосфаты, сульфенамиды, тиурамсульфиды, ксантаты, гуанидины и альдегидамины.

20 10. Способ по любому из предыдущих пунктов, где солью ускорителя вулканизации, содержащейся в композиции на основе ионной жидкости, полученной на стадии b), является соль 2-меркаптобензотиазола (МБТ), дибензилдитиокарбамат цинка (ZBEC), диалкилдитиофосфат цинка (ZBOP), тетрабензилтиурамдисульфид (TBzTD), диизопропилксантогендисульфид (ДИКД) или полисульфид (AS100), или их комбинации, и где солью ускорителя  
25 вулканизации является его натриевая или калиевая соль.

30 11. Способ по любому из предыдущих пунктов, где катионом, содержащимся в катионном силикатном компоненте, является катион натрия или калия.

12. Способ по любому из предыдущих пунктов, где растворимым в воде полимером является полимер этиленоксида или полимер поливинилового спирта.

13. Способ по п. 12, где растворимым в воде полимером является полиэтиленгликоль.

5 14. Способ по любому из предыдущих пунктов, где композиция на основе ионной жидкости содержит полиэтиленгликоль, метасиликат натрия и соль ускорителя - NaBEC (дибензилдитиокарбамат натрия).

10 15. Способ по любому из предыдущих пунктов, где ускоритель, полученный на стадии с), выбирают из группы, состоящей из классов ускорителей, включающих тиазолы, дитиокарбаматы, дитиофосфаты, сульфенамиды, тиурамсульфиды, ксантаты, гуанидины и альдегидамины.

15 16. Применение композиции на основе ионной жидкости и соединения цинка, серы и ускорителя для функционализации вулканизированного эластомерного материала, где композиция на основе ионной жидкости содержит растворимый в воде полимер, катионный силикатный компонент и соль ускорителя вулканизации.

20 17. Применение по п. 16, где композиция на основе ионной жидкости дополнительно содержит один или большее количество следующих: упрочняющий наполнитель и термопластичный эластомер.

25 18. Способ переработки каучука, способ включает стадии:  
а) получения функционализированного вулканизированного эластомерного материала способом по п. 4,  
б) получения содержащей синтетический или натуральный необработанный каучук маточной смеси,  
30 в) смешивания функционализированного эластомерного материала, полученного на стадии а), с маточной смесью, полученной на стадии б), и вулканизации смеси,  
с получением таким образом готового изделия из каучука, включающего рециклированный каучук и необработанный каучук.

19. Способ по п. 18, где готовое изделие из каучука включает рециклированный каучук при концентрации, равной от примерно 1 до примерно 80 мас.% в пересчете на полную массу готового изделия из каучука.

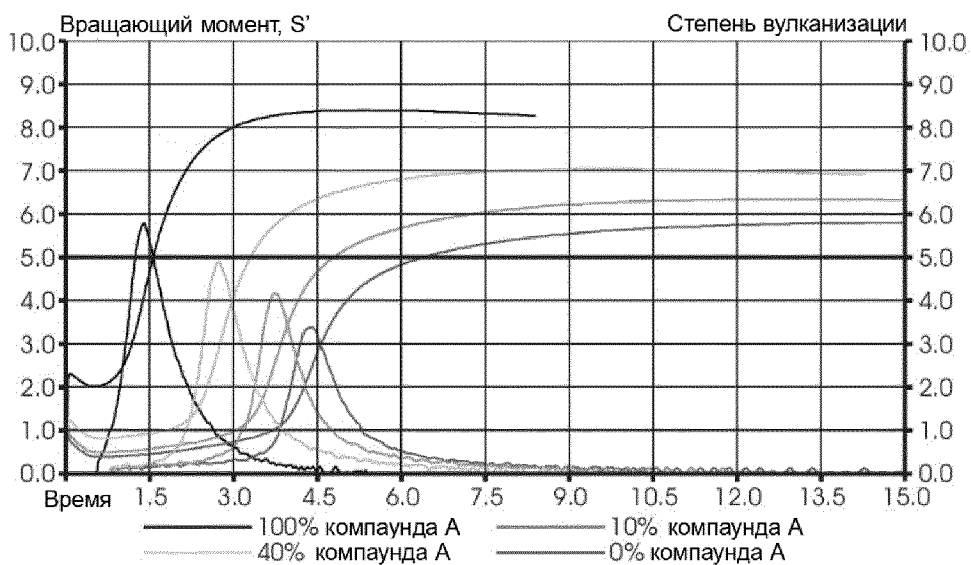
5

20. Способ по п. 19, где готовым изделием из каучука является изделие, выбранное из группы, состоящей из следующих: покрышки, шланги, конвейерные ленты и другие технические изделия из каучука.

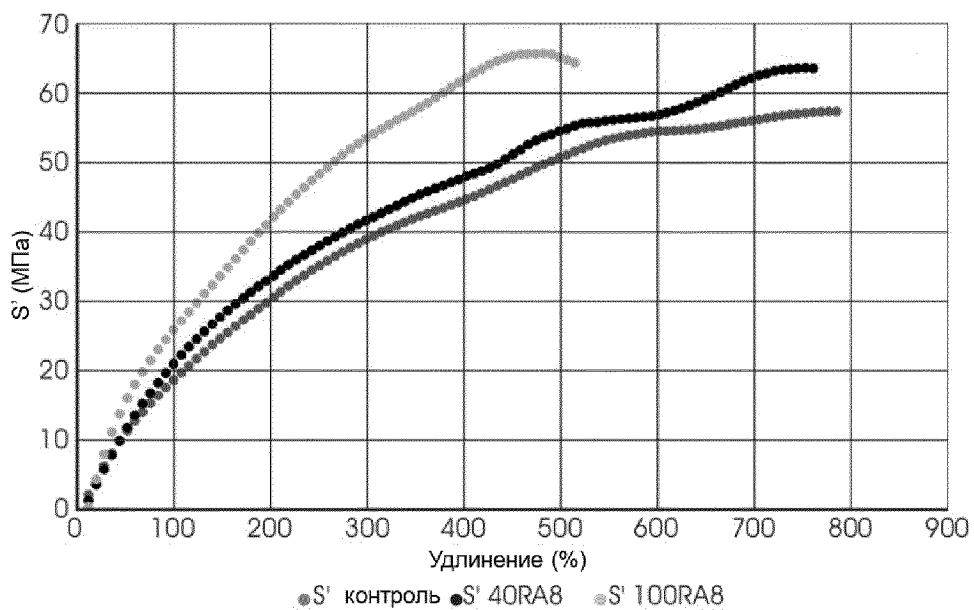
10 21. Изделие из каучука, полученное способом по любому из п.п. 18-20, где изделием является изделие, выбранное из группы, состоящей из следующих: покрышки, шланги, конвейерные ленты и другие технические изделия из каучука.

15 22. Изделие из каучука по п. 21, где изделием является протектор и где протектор обладает улучшенными рабочими характеристиками по сравнению с характеристиками протектора, не включающего какой-либо рециклированный каучук, эти рабочие характеристики представляют собой одну или большее количество выбранных из числа следующих: сопротивление качению,  
20 сопротивление износу, сцепление шины с мокрым дорожным покрытием, или их комбинации.

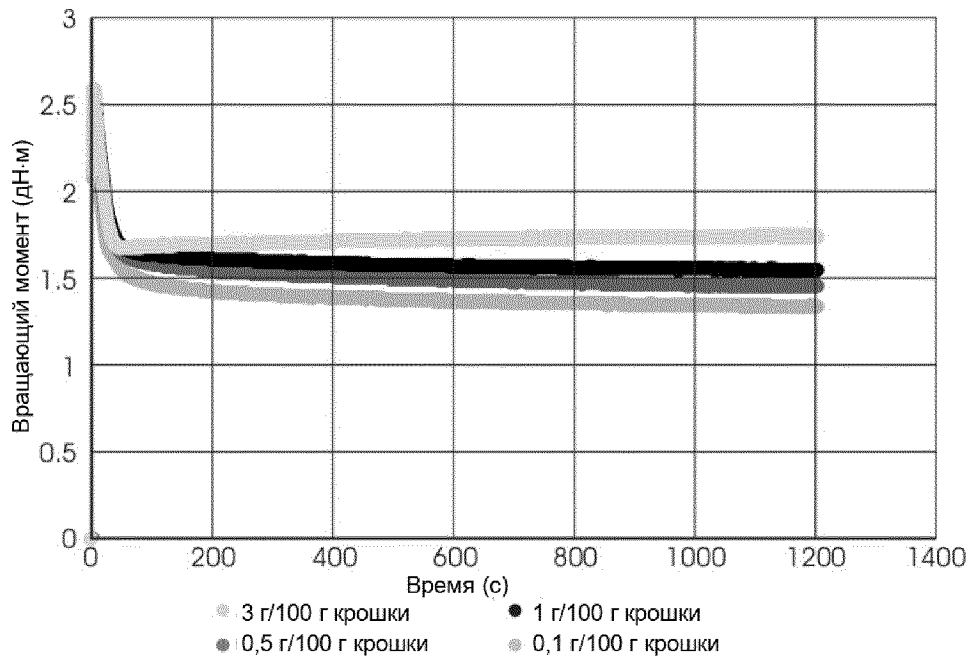




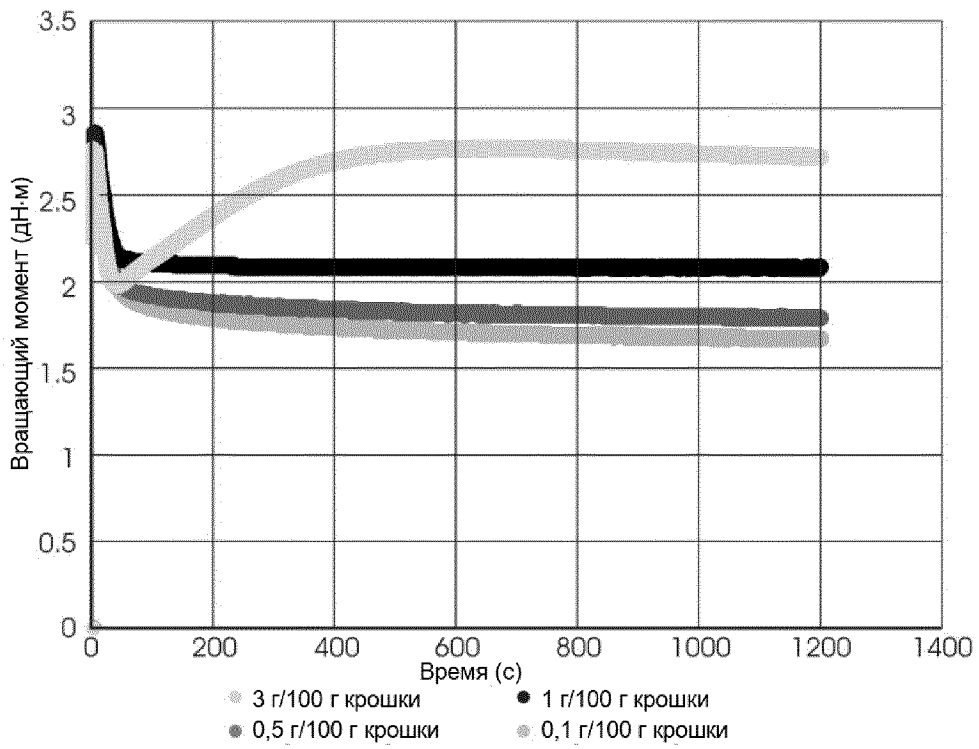
Фиг. 1



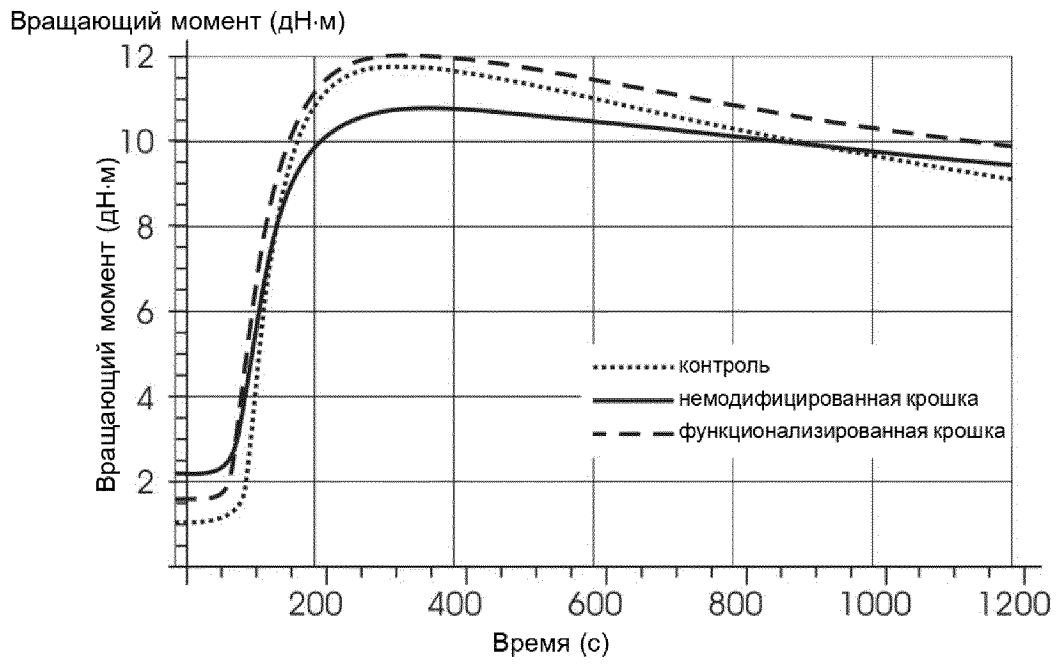
Фиг. 2



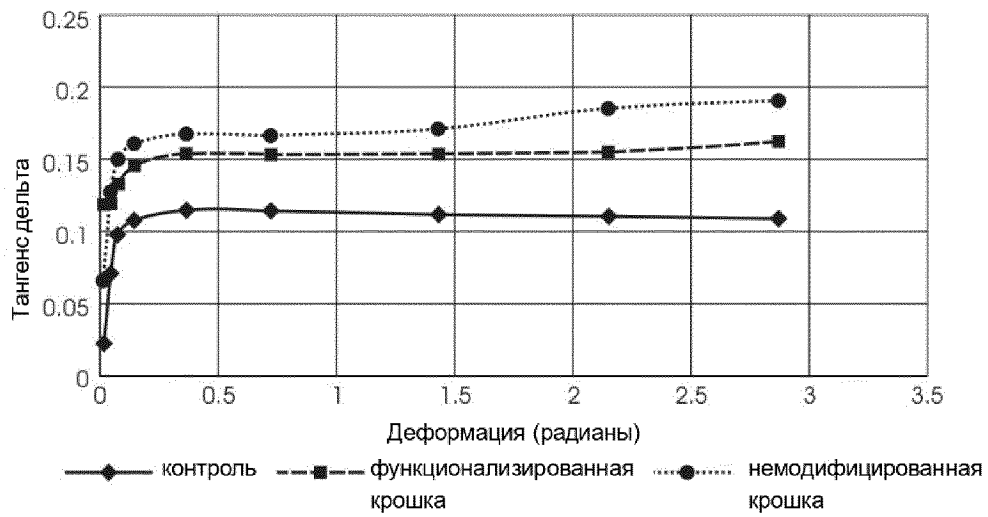
Фиг. 3



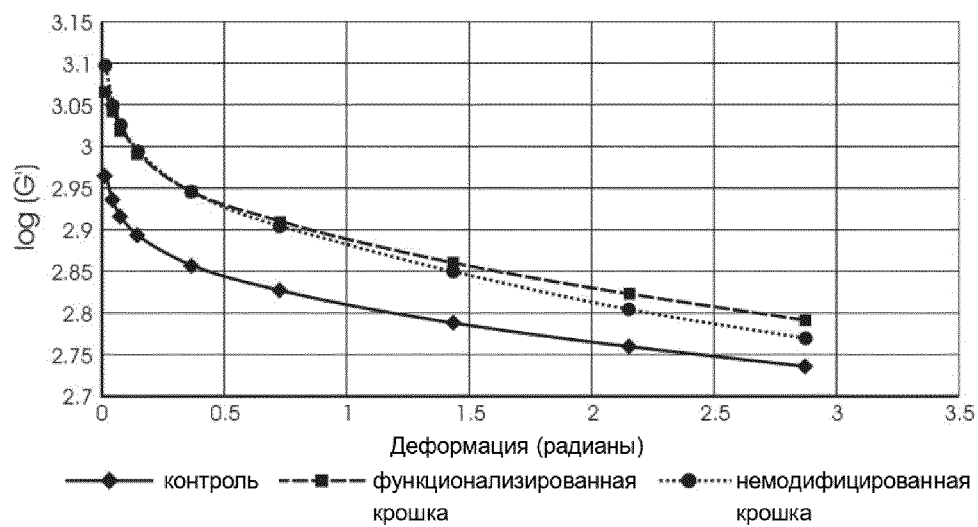
Фиг. 4



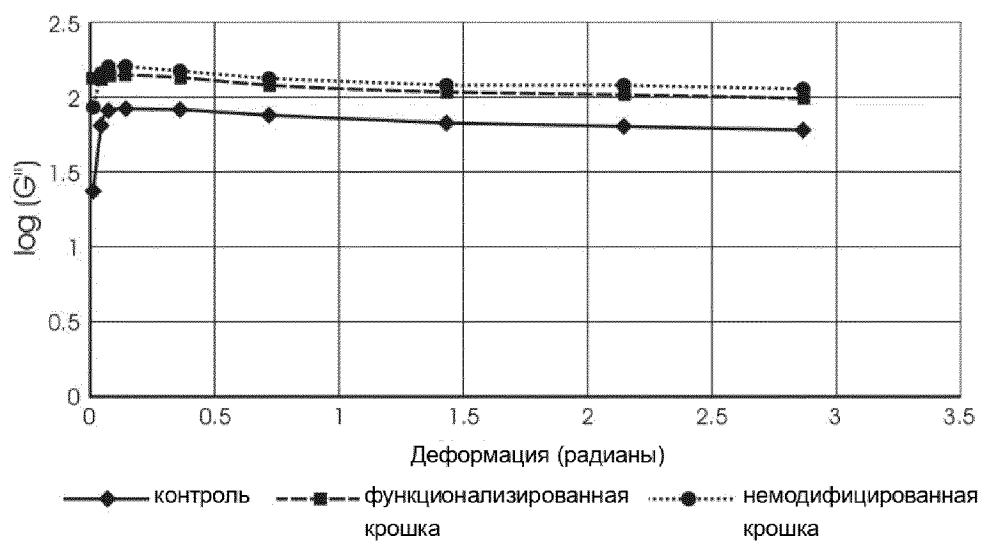
Фиг. 5



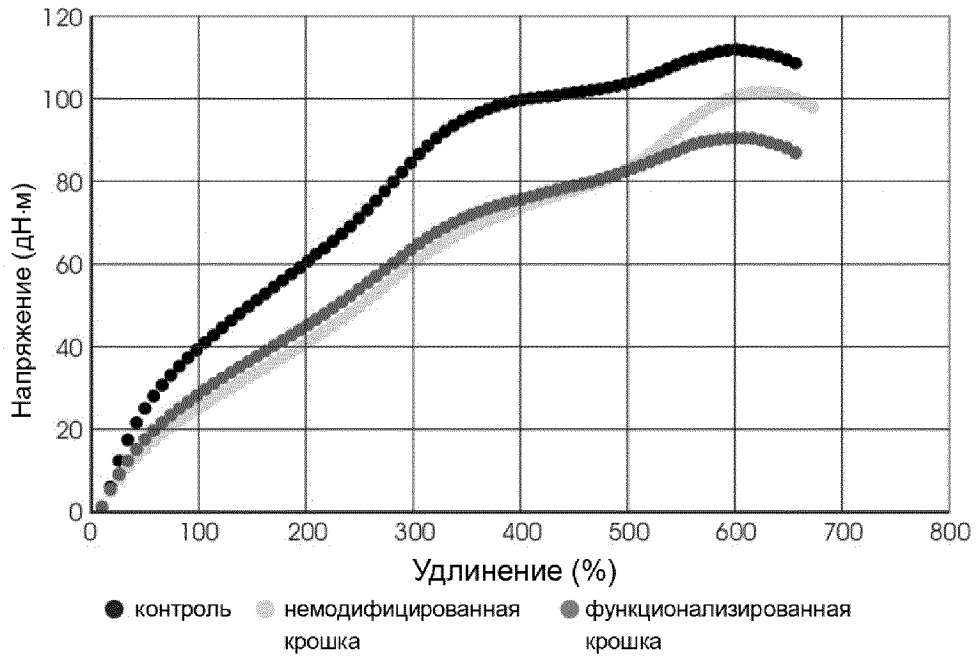
Фиг. 6



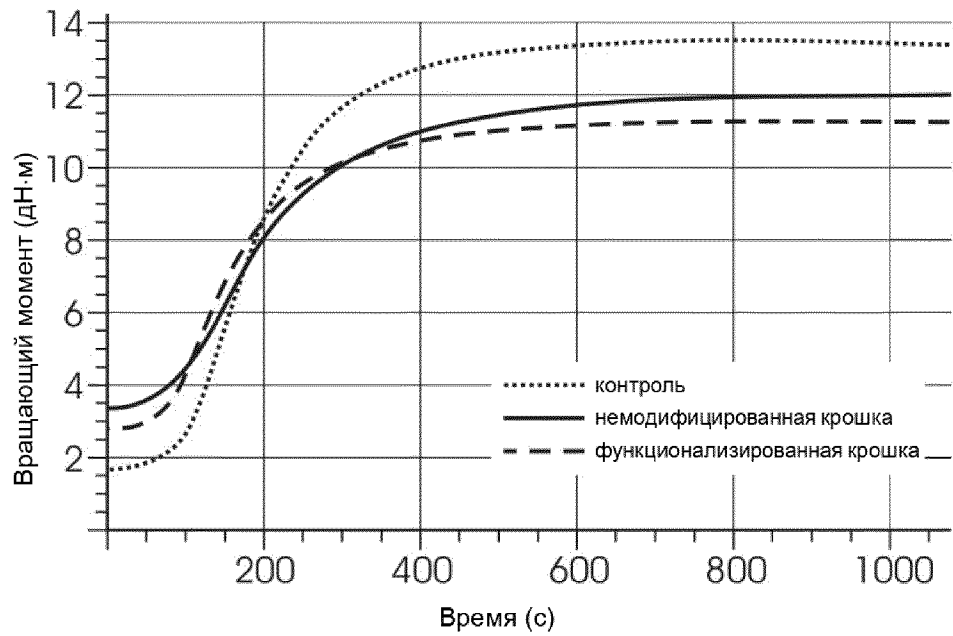
Фиг. 7



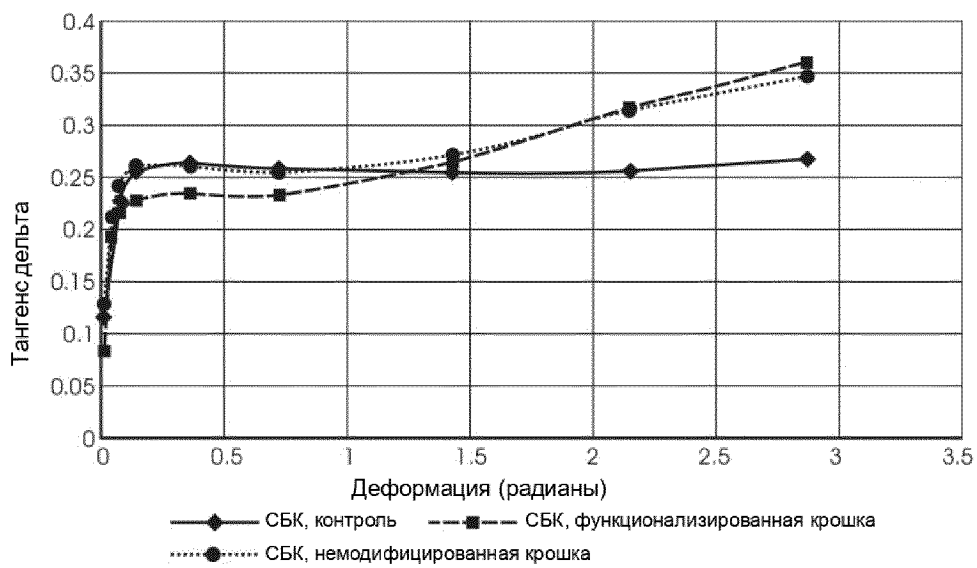
Фиг. 8



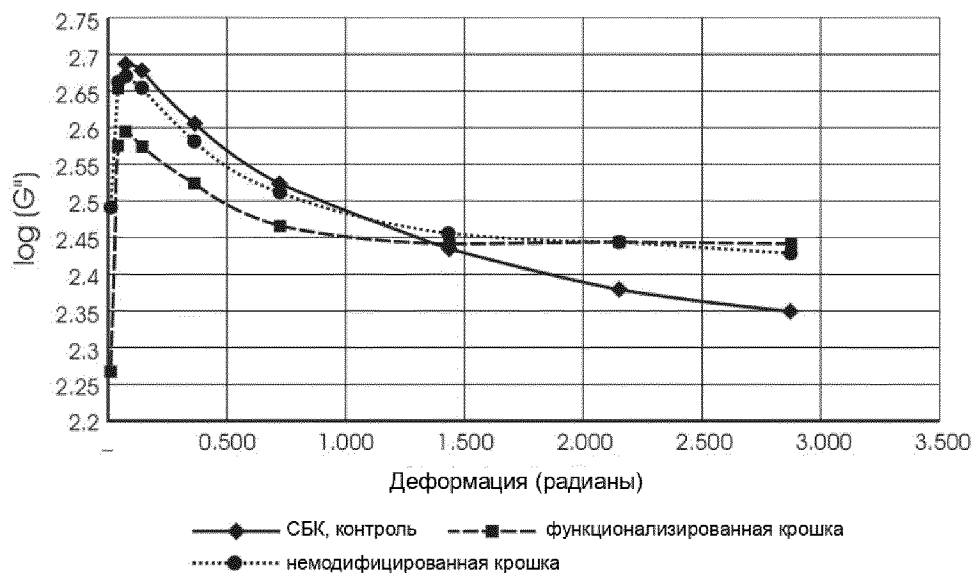
Фиг. 9



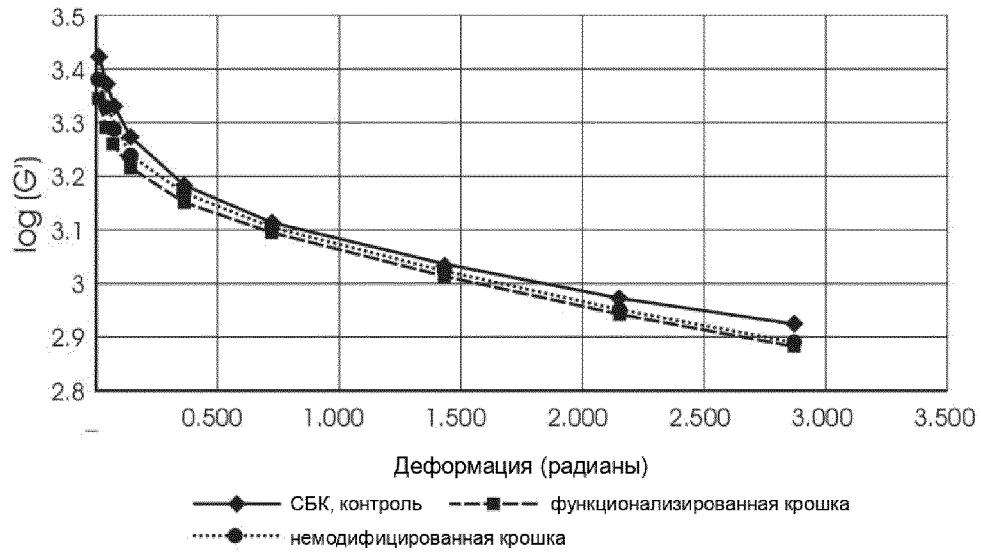
Фиг. 10



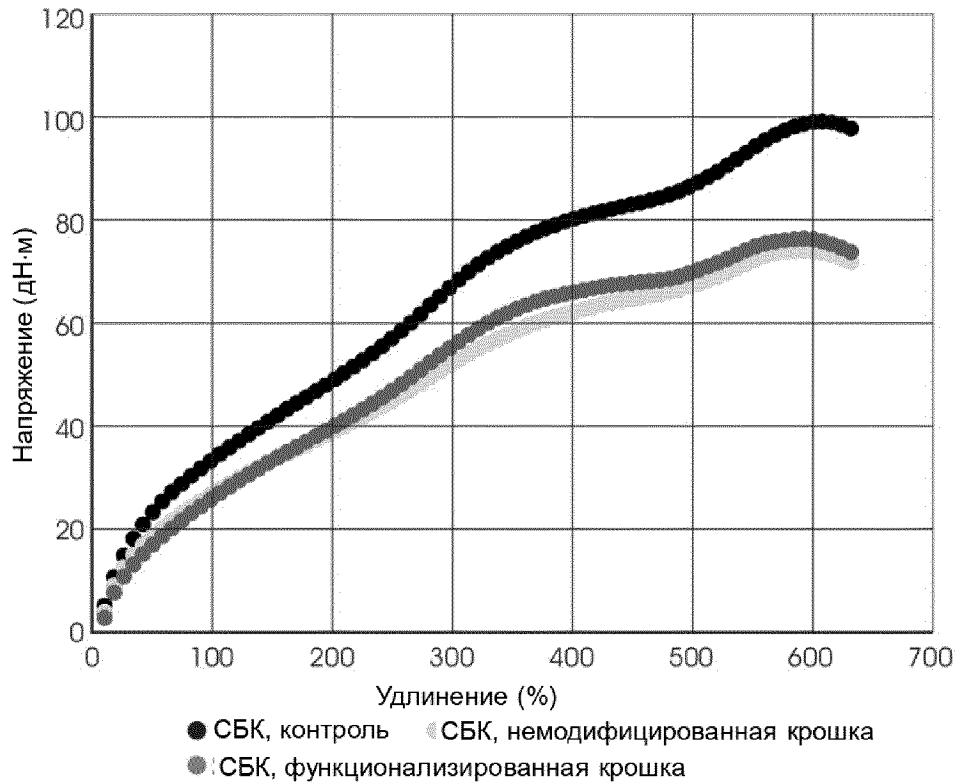
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14