



(51) МПК
C08J 11/10 (2006.01)
C08L 101/16 (2006.01)
C12S 13/00 (2006.01)
C08L 21/00 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005132452/04, 29.03.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 29.03.2004

(30) Конвенционный приоритет:
 01.04.2003 DE 10314893.0

(43) Дата публикации заявки: 10.03.2006

(45) Опубликовано: 10.05.2009 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **K.BREDBERG ET AL. Anaerobic desulfurization of ground rubber with the thermophilic archaeon Pyrococcus furiosus - a new method for rubber recycling. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2001, 55, p.43-48. US 5518619 A, 21.05.1996. DE 19728036 A1, 07.01.1999. US 5597851 A, 28.01.1997. RU 98115633, 20.07.2000.**

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 01.11.2005

(86) Заявка РСТ:
 IB 2004/000932 (29.03.2004)

(87) Публикация РСТ:
 WO 2004/087799 (14.10.2004)

Адрес для переписки:
 190068, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 51,
 офис 303, ООО "ПАТЕНТИКА", пат.пов.
 М.И.Ниловой

(72) Автор(ы):

НЬЮМАН Вилли (DE)

(73) Патентообладатель(и):

КРИСТАЛЛО ХОЛДИНГЗ ИНК. (СА)

(54) СПОСОБ АКТИВИЗАЦИИ И/ИЛИ ДЕВУЛКАНИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ЧАСТИЦ РЕЗИНОВОГО МАТЕРИАЛА, ВУЛКАНИЗИРОВАННОГО СЕРОЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу поверхностной активации и/или девулканизации частиц резинового материала, вулканизированного серой. Для разрушения серных мостиков и для восстановления серы частицы резинового материала подвергают биотехнологической обработке в среде, содержащей мезофильные анаэробные и/или

мезофильные, возможно, анаэробные и/или мезофильные микроаэрофильные бактерии и/или одну или более ферментную систему указанных бактерий в условиях, подходящих для существования указанных бактерий. Технический результат состоит в улучшении способности к вулканизации обработанных частиц резины, и обеспечении получения резиновых изделий лучшего качества, 3 н. и 20

R U 2 3 5 4 6 7 1 C 2

R U 2 3 5 4 6 7 1 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
C08J 11/10 (2006.01)
C08L 101/16 (2006.01)
C12S 13/00 (2006.01)
C08L 21/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2005132452/04, 29.03.2004**
 (24) Effective date for property rights:
29.03.2004
 (30) Priority:
01.04.2003 DE 10314893.0
 (43) Application published: **10.03.2006**
 (45) Date of publication: **10.05.2009 Bull. 13**
 (85) Commencement of national phase: **01.11.2005**
 (86) PCT application:
IB 2004/000932 (29.03.2004)
 (87) PCT publication:
WO 2004/087799 (14.10.2004)
 Mail address:
**190068, Sankt-Peterburg, ul. Sadovaja, 51, ofis
303, OOO "PATENTIKA", pat.pov. M.I.Nilovoj**

(72) Inventor(s):
N'JuMAN Villi (DE)
 (73) Proprietor(s):
KRISTALLO KhOLDINGZ INK. (CA)

(54) SULPHUR-CURED RUBBER PARTICLE SURFACE ACTIVATION AND/OR DEVULCANISATION PROCESS

(57) Abstract:
 FIELD: chemistry.
 SUBSTANCE: destruction of sulphur bridges and recovery of sulphur is ensured by bioprocessing of rubber particles in a medium containing mesophilous, anaerobic and/or mesophilous, optionally anaerobic and/or mesophilous microaerophilic bacteria and/or one or

more enzyme system of the specified bacteria in environment appropriate for the specified bacteria living.
 EFFECT: improved vulcanisation ability of processed rubber particles, and better quality of rubber products provided.
 23 cl, 1 tbl

RU 2 3 5 4 6 7 1 C 2

RU 2 3 5 4 6 7 1 C 2

Настоящее изобретение относится к способу активации и/или девулканизации поверхности частиц резинового материала, вулканизированного серой.

В патентных публикациях DE 4425049 C1, DE 19607281 A1 и US 5,506,283 описаны различные способы активации молотых обрезков старой резины и резиновых отходов. Эти способы основаны на принципах либо физической, либо химической обработки или на сочетании указанных принципов обработки.

Кроме того, в патентах DE 4042009 C2, EP 0493732 B1, US 5,597,851 и DE 19728036 A1 описаны способы активации порошкообразной или гранулированной резины под действием микроорганизмов и ферментов.

В патентах DE 4042009 C2 и EP 0493732 B1 описан способ, основанный на микробном окислении полисульфидной серы, связанной при вулканизации резины. Окисление полисульфидной серы на поверхности частиц резинового материала происходит под действием хемолитотрофных микроорганизмов бактериальной суспензии при заданной подаче кислорода. Указанные бактерии относятся к виду *Thiobacillus*. Окисление серы обычно производят до образования сульфата. Конечный продукт способа представляет собой заново пластифицированный (replasticized) резиновый материал с низким содержанием серы и хорошими вулканизационными качествами.

Аналогичный способ описан в патенте US 5,597,851. Особенность этого способа состоит в том, что, с одной стороны, в качестве окисляющего серу микроорганизма применяют, главным образом, термофильный и, возможно, хемолитотрофный вид *Sulfolobus acidocaldarius*, а с другой стороны, обработку частиц резинового материала производят просто при помощи ферментной системы указанного микроорганизма. Сами частицы резинового материала не находятся в непосредственном контакте с микроорганизмами.

В заявке DE 19728036 A1 описан способ, при помощи которого на поверхности частиц резинового материала формируют специфические реакционно-способные функциональные группы, такие как гидроксильные, эпокси-группы и карбоксильные группы, образующиеся за счет биотехнологической обработки частиц вулканизированного резинового материала в течение заданного времени реакции/длительности окисления. В результате получают возможность вулканизировать активированную порошкообразную резину и гранулированную резину различными пластмассами (пластиками), битумами и другими полимерами. В микробном окислении также участвуют бактерии вида *Thiobacillus*.

Известные ранее способы микробной активации порошкообразной резины и гранулированной резины, проводимые посредством окисления серы, обладают следующими серьезными недостатками:

1. Указанные способы активации основаны на окислении. Кроме требуемого окисления полисульфидной серы одновременно неизбежно происходит нежелательное окисление полимерных цепочек (присоединение свободных радикалов). При этом на поверхности частицы практически не остается способных к связыванию сайтов. На степень разложения, среди прочих, влияют следующие факторы: тип резинового материала (количество двойных связей), температура реакции и концентрация кислорода, растворенного в суспензии.

2. Кроме всего прочего, разрушение цепочек полимера приводит к нежелательному выделению специфических составляющих резинового материала (пластификаторов, углеродной сажи, оксида цинка и т.д.).

3. Для избежания загрязнения инородными веществами способы нужно

осуществлять при очень низких значениях pH (от 1 до 3), что накладывает дополнительные ограничения на материалы, из которых изготовлены биореакторы, и повышает требования к качеству обработки сточных вод.

Указанные недостатки можно устранить при использовании анаэробных способов. Такие способы описаны Bredberg (K.Bredberg, J.Perssom, M.Christiansson, B.Stenberg, O.Noist: "Anaerobic desulphurization of ground rubber with the thermophilic archaeon *Pyrococcus furiosus* - a new method for rubber recycling", в журнале Appl. Microbiol. Biotechnol. (2001), 55, стр.43-48); их осуществляют под действием восстанавливающих серу анаэробных гипертермофильных археобактерий (archaeon) *Pyrococcus furiosus*. Тем не менее, этот способ имеет следующие недостатки, в частности, связанные с гипертермофильными характеристиками археобактерий:

1. Обработка порошкообразной резины в течение длительного периода времени при температурах 90-100°C приводит к разрушению полимерных цепочек эластомера и, таким образом, к ухудшению важнейших технических характеристик материала (прочность на растяжение, относительное удлинение при разрыве, истирание и т.д.).

2. Под действием высокой температуры из порошкообразной резины выделяются добавки (пластификаторы, углеродная сажа, оксид цинка, химические защитные средства и т.д.), которые отравляют микроорганизмы и, следовательно, затрудняют протекание десульфуризации или приводят к полному ее прекращению.

3. Осуществление способа в диапазоне таких высоких температур неэкономично с точки зрения крупномасштабного производства, а также нецелесообразно с экологической точки зрения (сброс токсичных материалов в сточные воды производства).

Таким образом, задачей настоящего изобретения является создание способа активации и/или девулканизации поверхности частиц резинового материала, вулканизированного серой, который можно было бы проводить при температурах по существу ниже 90°C и который не имел бы перечисленных выше недостатков, присущих способам микробного окисления.

Поставленная задача решена посредством способа, предлагаемого в соответствии с настоящим изобретением и имеющего признаки, указанные в п.1 Формулы изобретения. Усовершенствования и примеры реализации способа указаны в пунктах формулы изобретения, зависящих от п.1.

В соответствии с настоящим изобретением предложен способ активации и/или девулканизации поверхности частиц резинового материала, вулканизированного серой, при осуществлении которого для разрушения серных мостиков и для восстановления серы частицы резинового материала подвергаются биотехнологической обработке в среде, содержащей мезофильные анаэробные и/или мезофильные, возможно, анаэробные и/или мезофильные микроаэрофильные бактерии и/или одну или более энзиматическую систему указанных бактерий. Понятие "возможно, анаэробные бактерии" в настоящем описании относится к бактериям, которые могут существовать как в присутствии, так и в отсутствие кислорода.

Существенное отличие настоящего способа от способа, описанного Bredberg, заключается в использовании мезофильных микроорганизмов. Оптимальная для существования мезофильных бактерий температура составляет от 20 до 45°C. Таким образом, способ, предлагаемый в соответствии с настоящим изобретением, осуществляют при температурах, значения которых находятся значительно ниже 90°C. Таким образом, можно избежать или, по меньшей мере, значительно снизить вышеуказанные недостатки, свойственные обработке гипертермофильными

микроорганизмами. Поскольку бактерии, применяемые для осуществления способа, предлагаемого в соответствии с настоящим изобретением, кроме того, являются анаэробными и/или, возможно, анаэробными и/или микроаэрофильными бактериями, то способ можно осуществлять в отсутствие кислорода или в присутствии очень малых его количеств. В результате устраняют вышеуказанные недостатки, присущие способам, в основе которых лежит микробное окисление.

Основной принцип, положенный в основу способа обработки частиц резинового материала в соответствии с настоящим изобретением, состоит в том, что микроорганизмы разрушают серные мостики в вулканизированном резинового материала на поверхности частицы и частично или полностью восстанавливают серу, не разрушая, таким образом, полимерных цепочек эластомеров. При помощи способа, предлагаемого в соответствии с настоящим изобретением, получают активированные частицы резинового материала, которые по сравнению с неактивированными частицами резинового материала, обладают повышенной способностью к вулканизации. Таким образом, используя такие активированные частицы резинового материала, в частности, в виде порошкообразной резины и гранулированной резины, можно получать высококачественные продукты.

Согласно настоящему изобретению частицы резинового материала подвергают микробной и/или ферментной обработке. В случае ферментной обработки, в частности, обработку осуществляют исключительно при помощи ферментной системы бактерий (набора ферментов, которые содержат бактерии), предпочтительно выделенной из указанных бактерий.

Под термином “микробная обработка” понимают то, что сами бактерии контактируют (взаимодействуют) с поверхностью частиц резины. Однако при ферментной обработке сама обработка, т.е. разрушение серных мостиков и/или восстановление серы происходит под действием только ферментной системы или ферментной системы бактерий.

Конкретнее, ферментная обработка может быть произведена следующим образом: сначала бактерии выращивают в первичной культуре в отсутствие контакта с обрабатываемыми частицами резинового материала, вулканизированного серой, на другом серном субстрате, например, в присутствии элементарной серы. Затем бактерии подвергают разложению, а ферментную систему выделяют (собирают) общеизвестными способами. Затем проводят обработку частиц резинового материала, вулканизированного серой, исключительно посредством выделенной ферментной системы.

Однако способ можно осуществлять и в том случае, когда выделение ферментной системы бактериями происходит *in situ*, т.е. ферментную систему, необходимую для ферментной обработки, заранее не выделяют.

Целесообразно, если среда для обработки частиц резинового материала содержит воду, питательные вещества, источник углерода и бактерии или состоит из указанных ингредиентов, т.е. представляет собой суспензию. Согласно предпочтительной реализации способа концентрацию частиц резинового материала в среде поддерживают по существу ниже 35 мас.%. Более высокие концентрации частиц резинового материала вызывают проблемы, например затрудняют перемешивание реакционной массы, массоперенос и рост бактерий, например, вследствие более высокой концентрации токсичных химических веществ, в частности антиоксидантов.

Дополнительно, для снижения температурных градиентов и/или градиентов концентрации можно осуществлять перемешивание среды. Предпочтительно

перемешивание производят очень осторожно, например, при помощи мешалки.

Еще одним целесообразным примером реализации способа, предлагаемого в соответствии с настоящим изобретением, является проведение обработки в анаэробных или микроаэрофильных условиях. Кроме того, в соответствии с настоящим изобретением можно обеспечить проведение обработки, по существу, при температурах ниже 90°C, в частности ниже 50°C, предпочтительно в пределах температурного диапазона, оптимального для мезофильных бактерий, который приблизительно составляет от 20 до 45°C. Предпочтительно обработку производят при температурах, находящихся в диапазоне от 33 до 37°C.

В результате обработку частиц резинового материала в целом производят в условиях, оптимально подходящих для существования мезофильных анаэробных и/или мезофильных, возможно, анаэробных и/или мезофильных микроаэрофильных бактерий. Кроме того, при помощи настоящего способа практически устраняют вышеуказанные недостатки известных способов.

В соответствии с разработанным способом значения рН находятся в диапазоне от 5 до 9, в частности от 6 до 8. Кроме того, время пребывания частиц резинового материала может находиться в диапазоне от 4 до 8 дней, в частности от 5 до 7 дней, предпочтительно приблизительно 6 дней.

Десульфуризацию производят успешно и в оптимальном режиме, в частности, соблюдая следующие параметры и условия осуществления способа:

Температура проведения обработки:	От 33 до 37°C
Значения рН:	От 6 до 8
Режим перемешивания:	Осторожное перемешивание мешалкой
Среднее время пребывания:	6 дней
Размер частиц резинового материала:	от 0,2 до 0,4 мм

В соответствии с усовершенствованным примером реализации способа, предлагаемого в соответствии с настоящим изобретением, бактерии, используемые в среде, и/или для выделения ферментной системы представляют собой бактерии, способные использовать серу в дыхательной цепи, т.е. способные восстанавливать серу.

При проведении испытаний было установлено, что в соответствии с соответствующей фазой адаптации различные анаэробные или, возможно, анаэробные или микроаэрофильные мезофильные бактерии способны разрушать серные мостики в вулканизированной резине и восстанавливать серу. Среди других бактерий положительные результаты были получены на бактериях *Desulfuromonas thiophila*, *Desulfuromonas palmitatis*, *Sulfurospirillum deleyianum* и *Desulfuromonas acetoxidans*. Таким образом, целесообразно использовать бактерии, которые, по существу, принадлежат к одному из перечисленных штаммов. Кроме того, все или некоторые из бактерий могут принадлежать к смешанным популяциям.

Очень хорошие скорости десульфуризации были получены при использовании анаэробных мезофильных смешанных популяций, в которых кроме восстанавливающих серу бактерий находятся значительные количества метан-продуцирующих бактерий. Такая популяция была выделена из осадочных отложений реки Saale; она отличается особой устойчивостью.

Что касается частиц резинового материала, то один из примеров реализации настоящего изобретения, по существу, обеспечивает обработку резинового порошка и/или порошкообразной резины и/или гранулированной резины. Под резиновым

порошком и порошкообразной резиной подразумевают материал с размером частиц менее 1 мм, а под гранулированной резиной понимают материал с размером частиц, находящимся в диапазоне приблизительно от 1 мм до 5 мм. Целесообразно и выгодно, если размер обрабатываемых частиц резинового материала находится в диапазоне от 0,1 до 0,6 мм, в частности от 0,2 до 0,4 мм, т.е. если резина представляет собой порошкообразную резину и резиновый порошок.

В соответствии с усовершенствованным примером реализации настоящего изобретения целесообразно, если обрабатываемые частицы резинового материала, по существу, представляют собой частицы резинового материала, изготовленные из резин, вулканизованных серой, или композитов на основе резин, вулканизованных серой. Способ, предлагаемый в соответствии с настоящим изобретением, особенно пригоден для поверхностной активации и/или девулканизации любых типов резин, вулканизованных серой, например СБЭ (стирол-бутадиеновый эластомер, SBR), НК (натуральный каучук, NR), НВЭ (акрилонитрил-бутадиеновый эластомер, нитрильный каучук, NBR) и ЭПДЭ (этилен-пропилен-диеновый эластомер, EPDM).

В соответствии с усовершенствованным примером реализации настоящего изобретения частицы резинового материала получают из обрезков старой резины (например, старых шин, изделий из технической резины, таких как уплотнительный материал, куски, отливки из резины, транспортерные ленты) и/или резиновых отходов (производственные отходы резинового производства или производств переработки резины). Таким образом, способ, предлагаемый в соответствии с настоящим изобретением, служит для утилизации обрезков старой резины и/или резиновых отходов.

В соответствии с еще одним примером реализации обрабатываемые частицы резинового материала получают при измельчении, в частности при зачистке (обдирке), и/или горячем помоле, и/или холодном помоле, и/или криогенном помоле, и/или при влажном помоле. Особенно предпочтительно, если температура во время измельчения материала для получения частиц резинового материала остается настолько низкой, в частности значительно ниже 90°C, что при этом по существу не происходит термоокислительного разложения частиц резинового материала.

В соответствии с особо предпочтительным примером реализации способа согласно настоящему изобретению поверхностную активацию и/или девулканизацию практически ограничивают поверхностью частицы резинового материала и/или слоями, расположенными близко к указанной поверхности, с тем чтобы не изменять свойств материала в основной массе указанной частицы. При этом слой, расположенный близко к поверхности, имеет толщину не более 300. Это означает, что действие мезофильной десульфуризации намеренно ограничивают поверхностью частицы и/или слоями, расположенными близко к поверхности.

Целесообразно обработку частиц резинового материала производить в биореакторе. Биореактор представляет собой аппарат для обработки материалов при помощи микроорганизмов воспроизводимым и управляемым способом. Кроме того, может быть осуществлена непрерывная, или квазинепрерывная, или периодическая загрузка обрабатываемых частиц резинового материала в биореактор, а также непрерывная, или квазинепрерывная, или периодическая выгрузка обрабатываемых частиц резинового материала из биореактора. Альтернативно, или дополнительно, реактор может работать таким образом, что выгрузку обработанных частиц резинового материала из биореактора осуществляют при отсутствии или при очень

незначительной потере бактерий и/или ферментной среды для обработки частиц резинового материала, и/или при отсутствии контакта или при контакте очень небольшого количества бактерий и/или ферментной среды с атмосферным кислородом. Указанного эффекта достигают путем осаждения и последующего отделения частиц резинового материала в анаэробных условиях.

Целесообразно, если при реализации способа серные мостики, содержащиеся в частицах резинового материала, по меньшей мере, частично разрушаются при обработке, а сера переходит в один или более газообразных продуктов реакции.

Одним из газообразных продуктов реакции может быть сероводород. В особенно выгодном примере реализации сероводород, который образуется в процессе обработки частиц резинового материала, удаляют непрерывным или квазинепрерывным способом из газовой фазы. В результате можно предотвратить замедление жизнедеятельности и/или отравление бактерий.

В усовершенствованном примере реализации способа, предлагаемого в соответствии с настоящим изобретением, обработанные частицы резинового материала после проведения обработки промывают водой, в частности, для уменьшения содержания солей, а затем тщательно сушат, в частности, по существу, при температурах ниже 90°C.

В еще одном примере реализации полученные частицы резинового материала, поверхность которых активирована при помощи описанной выше обработки, в частности порошкообразную резину, затем используют для изготовления резиновых изделий. В связи с этим новые резиновые изделия могут быть изготовлены либо из частиц резинового материала, имеющих поверхность, активированную при помощи описанной выше обработки, либо из частиц резинового материала, имеющих активированную поверхность, в смеси со свежей резиной, в частности, при помощи химической вулканизации.

Далее, в соответствии с настоящим изобретением полученные частицы резинового материала с активированной поверхностью, в частности порошкообразную резину, можно использовать для изготовления эластомерных сплавов, в частности, при помощи фазового взаимодействия с пластмассами (пластиками), предпочтительно полипропиленом (ПП) и/или полиуретаном (ПУ).

Помимо улучшения свойств материала резиновых изделий, изготовленных указанным способом, применение таких частиц резинового материала с активированной поверхностью также приводит к снижению некоторых позиций себестоимости изделий.

Например, применение измельченных в порошок обрезков старой резины, активированных способом, предлагаемым в соответствии с настоящим изобретением, в сочетании со свежей резиной, приводит к значительному улучшению материально-технических параметров получаемого продукта, в частности деформативности, удлинения при сопротивлении разрыву и прочности на удар. Кроме того, может быть показано, что при сочетании измельченных в порошок активированных обрезков старой резины и порошкообразной ЭПДЭ резины с термопластмассами (термопластками), в частности с полипропиленом, получают материалы, физико-механические свойства которых приближены к соответствующим характеристикам термопластических эластомеров. В частности, улучшается эластичность по сравнению с эластичностью аналогичных продуктов, изготовленных из измельченных в порошок необработанных обрезков старой резины. Это указывает на протекание интенсивной взаимной диффузии цепочек полимерной фазы и

эластомерной фазы и, возможно, также на химическую вулканизацию этих двух фаз (интенсивное фазовое взаимодействие).

Далее настоящее изобретение будет проиллюстрировано на одном из примеров реализации.

Размолотую криогенным способом порошкообразную ЭПДЭ резину, частицы которой имели размер менее 0,4 мм, подвергли микробной поверхностной активации в анаэробных условиях. После периода активации продолжительностью 8 суток уровень десульфуризации резины составил приблизительно 4%. Затем порошкообразную резину, активированную микробным способом, и неактивированную порошкообразную резину того же исходного образца соответственно смешали со свежей ЭПДЭ резиной в соотношении 1:1 и подвергли вулканизации.

В нижеследующей таблице приведены значения предела прочности на разрыв и относительного удлинения при разрыве, измеренные для соответствующих продуктов и для свежей ЭПДЭ резины, взятой в качестве образца сравнения.

Конечный вулканизированный продукт, полученный из:	Предел прочности на разрыв, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
ЭПДЭ - свежая резина (без примеси порошкообразной резины)	28	595
50% ЭПДЭ - свежая резина + 50% активированной порошкообразной резины	25	555
50% ЭПДЭ - свежая резина + 50% неактивированной порошкообразной резины	17,5	385

Сравнение указанных значений значимых физико-механических параметров, таких как предел прочности на разрыв и относительное удлинение при разрыве, показывает, что обработка частиц резинового материала в соответствии с настоящим изобретением, т.е. в частности, в рассмотренном примере, микробная активация порошкообразной резины, проведенная в анаэробных условиях, приводит к значительному улучшению свойств материала по сравнению с материалами, включающими необработанные частицы резинового материала.

Таким образом, в целом, активированные частицы резинового материала, обработанные в соответствии со способом, предлагаемым настоящим изобретением, проявляют повышенную способность к вулканизации в сравнении с необработанными частицами резинового материала, что позволяет изготавливать изделия лучшего качества.

Формула изобретения

1. Способ активации и/или девулканизации поверхности частиц резинового материала, вулканизированного серой, при осуществлении которого для разрушения серных мостиков и для восстановления серы частицы резинового материала подвергают биотехнологической обработке в среде, содержащей мезофильные анаэробные и/или мезофильные, факультативно-анаэробные и/или мезофильные микроаэрофильные бактерии и/или одну или более ферментную систему указанных бактерий, в условиях, подходящих для существования указанных бактерий.

2. Способ по п.1, в котором обработку частиц резинового материала производят микробным и/или ферментным способом, в частности, исключительно при помощи ферментной системы, предпочтительно выделенной из бактерий.

3. Способ по п.1, в котором среда для обработки частиц резинового материала содержит воду, питательные вещества, источник углерода и бактерии, или состоит из указанных ингредиентов.

4. Способ по п.1, в котором концентрацию частиц резинового материала в среде поддерживают ниже 35 мас. %.

5 5. Способ по п.1, в котором для снижения температурных градиентов и/или градиентов концентрации среду перемешивают, в частности, тщательно перемешивают, предпочтительно, при помощи мешалки.

6. Способ по п.1, в котором обработку проводят в анаэробных или микроаэрофильных условиях.

10 7. Способ по п.1, в котором обработку проводят при температурах ниже 90°C, в частности ниже 50°C, предпочтительно в пределах температурного диапазона, оптимального для мезофильных бактерий, в частности в диапазоне от 33 до 37°C.

8. Способ по п.1, в котором обработку проводят при значениях рН в диапазоне от 5 до 9, в частности от 6 до 8.

15 9. Способ по п.1, в котором время пребывания частиц резинового материала в среде составляет от 4 до 8 сут, в частности от 5 до 7 сут, предпочтительно приблизительно 6 сут.

20 10. Способ по п.1, в котором бактерии представляют собой или включают бактерии, способные "вдыхать" серу, т.е. способные восстанавливать серу, и, в частности, бактерии, принадлежащие к одному или более из следующих бактериальных штаммов: *Desulfuromonas thiothila*, *Desulfuromonas palmitatis*, *Sulfurospirillum deleyianum* и *Desulfuromonas acetoxidans*.

11. Способ по п.1, в котором бактерии представляют собой или включают смешанные популяции.

25 12. Способ по любому из пп.1-11, в котором обрабатываемые частицы резинового материала представляют собой или включают резиновый порошок и/или порошкообразную резину и/или гранулированную резину, причем размер частиц материала, предпочтительно, находится в диапазоне от 0,1 до 0,6 мм, в частности от 0,2 до 0,4 мм.

30 13. Способ по любому из пп.1-11, в котором обрабатываемые частицы резинового материала представляют собой или включают частицы резинового материала, изготовленные из резин, вулканизированных серой, или композитов на основе резин, вулканизированных серой.

35 14. Способ по любому из пп.1-11, в котором обрабатываемые частицы резинового материала представляют собой или включают частицы резинового материала, изготовленные из обрезков старой резины и/или резиновых отходов, а способ, таким образом, служит для утилизации обрезков старой резины и/или резиновых отходов.

40 15. Способ по любому из пп.1-11, в котором обрабатываемые частицы резинового материала получают при измельчении, в частности при зачистке (обдирке) и/или горячем помоле, и/или холодном помоле, и/или криогенном помоле, и/или при влажном помоле; при этом, предпочтительно, температура частиц резинового материала остается настолько низкой, в частности значительно ниже 90°C, что, по 45 существу, не происходит термоокислительное разложение частиц резинового материала.

50 16. Способ по любому из пп.1-11, в котором активацию и/или девулканизацию поверхности практически ограничивают поверхностью частицы резинового материала и/или слоями, расположенными близко к указанной поверхности, в частности, толщиной не более 300 нм, для того чтобы не изменять свойств материала в основной массе частицы резинового материала.

17. Способ по любому из пп.1-11, в котором обработку частиц резинового

материала производят в биореакторе.

18. Способ по п.17, в котором загрузку обрабатываемых частиц резинового материала в биореактор и/или выгрузку обрабатываемых частиц резинового материала из биореактора осуществляют непрерывным или квазинепрерывным или периодическим способом, и/или реактор работает таким образом, что при выгрузке обработанных частиц резинового материала из биореактора происходит лишь очень незначительная утечка бактерий и/или ферментной среды для обработки частиц резинового материала, или такая утечка вообще не происходит, и/или лишь небольшое количество бактерий и/или ферментной среды контактирует с атмосферным кислородом, или такой контакт полностью отсутствует, что осуществляют, в частности, путем осаждения и последующего отделения частиц резинового материала в анаэробных условиях.

19. Способ по любому из пп.1-11, в котором газообразные продукты, образующиеся в результате, по меньшей мере, частичного разрушения серных мостиков удаляют непрерывным или квазинепрерывным образом из газовой фазы.

20. Способ по любому из пп.1-10, в котором обработанные частицы резинового материала после проведения обработки промывают водой, в частности, для уменьшения содержания солей, а затем тщательно сушат, в частности, при температурах ниже 90°C.

21. Способ получения резиновых изделий из частиц резинового материала, активированных способом по любому из пп.1-20.

22. Способ по п.21, в котором изделия получают только из частиц резинового материала, имеющих поверхность, активированную способом по любому из пп.1-20, или из частиц резинового материала, имеющих активированную поверхность, в смеси со свежей резиной.

23. Способ получения эластомерных сплавов, в частности, при помощи фазового взаимодействия с пластмассами (пластичками), предпочтительно полипропиленом (ПП) и/или полиуретаном (ПУ) из частиц резинового материала, обработанных способом по любому из пп.1-20.

35

40

45

50