



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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008151720/05**, **26.12.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.12.2008(45) Опубликовано: **27.09.2010** Бюл. № **27**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2291166 C1**, **10.01.2007**. **RU 2173691**
C1, **20.09.2001**. **RU 2101305 C1**, **10.01.1998**.

Адрес для переписки:

**107174, Москва, ул. Новая Басманная, 2,
ОАО "РЖД", директору ОАО "РЖД" по
вопросам управления интеллектуальной
собственностью Р.Ю. Тимофееву**

(72) Автор(ы):

**Колесников Владимир Иванович (RU),
Сычев Александр Павлович (RU),
Колесников Игорь Владимирович (RU),
Сергиенко Владимир Петрович (BY),
Павлов Александр Павлович (RU),
Сидашов Андрей Вячеславович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество
"Российские железные дороги" (RU)**

(54) ФРИКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области создания новых композиционных материалов для машиностроения и транспорта. Фрикционный материал предназначен для использования во фрикционных изделиях, в частности для изготовления тормозных колодок железнодорожного транспорта, выполнен из композиции, включающей

фенолоформальдегидную смолу, волокнистый минеральный наполнитель, синтетический каучук, вулканизирующую группу, барит, выпрессовку, оксид титана и модификатор трения в виде смеси технического углерода и борида циркония. Материал обладает увеличенной термомеханической прочностью фрикционного материала и снижает износ металлического контртела пары трения. 2 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

C08L 61/10 (2006.01)*C08K 13/04* (2006.01)*C08J 5/14* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2008151720/05, 26.12.2008**(24) Effective date for property rights:
26.12.2008(45) Date of publication: **27.09.2010 Bull. 27**

Mail address:

**107174, Moskva, ul. Novaja Basmannaja, 2, OAO
"RZhD", direktoru OAO "RZhD" po voprosam
upravlenija intellektual'noj sobstvennost'ju
R.Ju. Timofeevu**

(72) Inventor(s):

**Kolesnikov Vladimir Ivanovich (RU),
Sychev Aleksandr Pavlovich (RU),
Kolesnikov Igor' Vladimirovich (RU),
Sergienko Vladimir Petrovich (BY),
Pavlov Aleksandr Pavlovich (RU),
Sidashov Andrej Vjacheslavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Rossijskie
zheleznje dorogi" (RU)**

(54) FRICTIONAL MATERIAL

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: frictional material is meant for use
in frictional articles, particularly for making brake
shoes of rail transport and is in form of a
composition which contains phenol formaldehyde
resin, fibre mineral filler, synthetic rubber, a

vulcanising group, barite, compacting agent, titanium
oxide and a friction modifier in form of mixture of
technical carbon and zirconium boride.

EFFECT: material has high thermomechanical
strength and reduces wear of the metal counterface of
a friction pair.

2 tbl, 13 ex

Изобретение относится к композиционным материалам с органической матрицей и может использоваться в машиностроении и железнодорожном транспорте для изготовления фрикционных элементов тормозных систем.

Известен фрикционный материал с органической матрицей, включающий фенолоформальдегидную смолу, смесь волокнистых минеральных наполнителей, модификаторов трения, содержащий оксиды металлов, углеродный компонент и целевые добавки [А.с. СССР №1142488, МПК 4 C08L 61/10, C08J 5/14, 1985].

Основными недостатками этого материала являются невысокие прочностные свойства, низкий и нестабильный коэффициент трения, а также склонность к охрупчиванию металлического контртела.

Известен фрикционный материал, содержащий фенолоформальдегидную смолу, каучук, волокнистый минеральный наполнитель (асбест), оксиды металлов, графит, порошок циркония и различные целевые добавки (порошок меди, сульфат калия) [Заявка JP №55-133474, C09K 3/14, F16D 69/02, опубл. 7.10.1980].

Указанный материал содержит канцерогенные компоненты, имеет низкие виброакустические и термомеханические свойства, способствует образованию дефектов на контактной поверхности металлического контртела, быстро изнашивает металлическое контртело.

Наиболее близкой по сущности и достигаемому результату к заявляемому техническому решению является фрикционная композиция, включающая фенолоформальдегидную смолу, синтетический каучук, вулканизирующую группу, содержащую серу, целевые добавки, содержащие продукты вторичной переработки компонент, оксиды металлов, волокнистый минеральный наполнитель, модификатор трения - технический углерод и барит [Патент RU №2101305 C1, МПК 6 C08J 5/14, C08L 61/10, C08K 13/04, C08L 91/02, C08K 13/04, C08K 3/22, C08K 3/40, 1998 - прототип].

Недостатками композиции являются низкая термомеханическая прочность, что ограничивает его применение в динамически нагруженных узлах трения, а также высокая способность к изнашиванию и разрушению металлического контртела вследствие интенсификации сегрегационных процессов на контактных поверхностях.

Задачей изобретения является повышение термомеханической прочности фрикционного материала и снижение интенсивности изнашивания и образования дефектов структуры металлического контртела пары трения.

Поставленная задача решается тем, что фрикционный материал, выполненный из композиции, включающей фенолоформальдегидную смолу, волокнистый минеральный наполнитель, синтетический каучук, вулканизирующую группу, содержащую серу, модификатор трения - технический углерод, барит и целевые добавки, содержащие продукты вторичной переработки компонент, дополнительно содержит оксид титана, в качестве целевых добавок композиция содержит выпрессовку, а модификатор трения находится в виде смеси и дополнительно содержит борид циркония, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

фенолоформальдегидная смола	0,5-2,0
волокнистый минеральный наполнитель	10,0-17,0
синтетический каучук	15,0-26,0
вулканизирующая группа	1,8-2,6
выпрессовка	1,0-4,0
оксид титана	1,0-5,0
барит	32,0-50,0
модификатор трения	12,0-24,0

Под выпрессовкой понимается материал, вытекающий в зазоры между пуансоном и матрицей, т.е. в облой. Материал облоя, наряду с компонентами матричной фазы, содержит компоненты дисперсных наполнителей, причем концентрация отдельных
 5 наполнителей обратно пропорциональна размеру их частиц. Таким образом, высокодисперсные нано- и микроразмерные наполнители в избытке концентрируются в материале облоя, т.е. применительно к составу заявляемой композиции, в облое
 10 наблюдается избыточная концентрация оксида титана и борида циркония. Снижение содержания указанных компонент во фрикционном материале не позволяет реализовать технические преимущества заявляемой композиции.

Введение в композицию выпрессовки - продукта вторичной переработки компонент позволяет существенно стабилизировать концентрацию оксида титана и борида циркония в материале, поскольку на стадии прессования деталей мелкодисперсные
 15 частицы этих компонент выносятся из объема материала жидкой фазой (расплавом фенолоформальдегидной смолы и каучука) в облой, который затем возвращается обратно в производство. При обработке и оптимизации режимов прессования (температуры прессования, давления и времени выдержки под давлением) изделий и
 20 при подборе навески пресс-материала для прессования неизбежны технологические потери материалов в виде бракованных изделий и облоя материала. Выпрессовка, полученная из материала облоя на стадии отработки режимов прессования пресс-композиций близкого состава, не содержащего выпрессовку, является первичным компонентом для изготовления предлагаемого фрикционного материала. Вторичное
 25 использование материала (выпрессовки) позволяет также снизить стоимость фрикционного материала.

Модификатор трения, состоящий из смеси технического углерода и борида циркония в сочетании с оксидом титана, снижает интенсивность изнашивания
 30 металлического контртела и замедляет сегрегационные процессы в паре трения агрессивных в отношении стали элементов - серы, водорода, кремния и других, что способствует снижению степени охрупчивания и износостойкости материала контртела (стали). Механизм блокировки сегрегации агрессивных элементов
 35 заключается в увеличенной скорости сегрегации и диффузии циркония и титана по границам зерен и дефектам структуры металла, особенно при благоприятствующих протеканию сегрегационных и диффузионных процессов триботехнических факторах: динамических нагрузках и больших градиентах температур, возникающих при
 40 нестационарном трении. В результате снижается разупрочняющее по границам зерен действие «вредных» элементов и происходит структурное упрочнение металла. Замедление процессов накопления в структуре приповерхностного слоя разупрочняющих элементов (S, H, Si и других атомов как материала тормозной колодки, так и окружающей среды) снижает усталостное изнашивание металлического
 45 контртела, что наиболее значимо проявляется в системе рельс-колесо-тормозная колодка.

В качестве фенолоформальдегидной смолы использовали резольные фенолоформальдегидные смолы (ГОСТ 18694-80).

Оксид титана является также эффективным модификатором структуры
 50 фрикционного материала. В смеси с фенолоформальдегидной смолой оксид титана увеличивает термомеханическую прочность фрикционного материала, особенно при динамических нагрузках. Пределы содержания компонентов обусловлены эффективным сочетанием прочностных и триботехнических характеристик материала.

Технология изготовления материала на основе выбранных компонентов заключается в следующем. В высокоскоростной смеситель для сухого смешивания загружаются порошкообразные, включая фенолоформальдегидную смолу, и волокнистые компоненты и тщательно перемешиваются в течение 3-5 минут. В двухлопастной смеситель (ЗЛ-100-02) загружается бутадиен-нитрильный каучук (БНКС-28 АМН и ацетон в соотношении 1:1, ацетон - техническая среда) и перемешивается в течение 5 минут. Техническая среда предотвращает разогрев материала при смешивании и способствует повышению однородности фрикционного материала. Затем в процессе перемешивания в каучук порциями добавляется приготовленная в высокоскоростном смесителе смесь сухих компонентов и тщательно перемешивается до получения однородной массы. Смешение компонентов осуществляли в течение 20-30 минут.

Полученную массу сушат при температуре 50-70°C до влажности 1,5-2,0%. С целью придания полученной массе однородного гранулометрического состава ее дополнительно измельчают в ротационной мельнице. Из полученного однородного пресс-материала изготавливали стандартные образцы для физико-механических и фрикционно-износных испытаний методом прямого прессования при температуре 185±5°C и давлении 35-42 МПа. Время выдержки в пресс-форме под давлением - 2,0 мин, на 1 мм толщины изделия.

В таблице 1 указаны составы композиций конкретного выполнения. В таблице 2 представлены фрикционные и прочностные характеристики приведенных выше композиций и также показатели износа металлического контртела.

В качестве прототипа испытан состав, приведенный в примере 1 [Патент RU 2101305].

Разрушающее напряжение при сжатии определяли по ГОСТ 4651-82 на машине ZD-10, ударную вязкость - по ГОСТ 4647-80 на маятниковом копре КМ-0,5. Фрикционно-износные испытания проводили на стандартной машине трения СМЦ-1 по схеме «вал - частичный вкладыш» при скорости скольжения 0,5-2,5 м/с, удельных нагрузках 0,5-2,0 МПа.

Образцы контртела изготавливали из стали 45 (ГОСТ 1050-74) твердости HRC 45-50. Площадь номинального контакта образца с контртелом составляла $2 \times 10^{-4} \text{ м}^2$.

Испытания проводили при температуре окружающей среды 295±2 К на воздухе в условиях трения без смазочного материала. Время испытаний 70 часов. Образцы фрикционного материала заменяли по мере их износа и изготавливали из одной прессованной заготовки. Коэффициент трения определяли при установившемся режиме трения. Термомеханическую прочность материала определяли при испытаниях нагретых до 553 К образцов, изготовленных из различных составов материалов, в соответствии с требованиями ГОСТ 4651-82. В качестве показателя термомеханической прочности использовали разрушающее напряжение при сжатии. В качестве показателя износостойкости использовали линейную интенсивность износа $J = (\Delta h)/S$, где S - путь трения, Δh - линейный износ (изменение толщины) образца. Для определения сегрегационных и диффузионных процессов и их влияния на изнашивание и образование дефектов на поверхностях трения металлического контртела использовали метод ОЖЕ-электронной спектроскопии. Метод является прямым методом наблюдения сегрегации и диффузии и позволяет исследовать изменение элементного состава на границах зерен стали [Анализ поверхности методом оже- и рентгеноэлектронной фотоэлектронной спектроскопии. Под ред. Б.Бриггса, М.П.Сиха. - М.: Мир. - 1987].

Результаты ОЖЕ-спектроскопии показали, что на поверхности трения металлического контртела и на границах зерен на сколах присутствуют атомы элементов, принадлежащие не только металлу контртела (Fe, C, Si, Mn, Cr, Ni, Cu), но и фрикционному материалу (Zn, S, K, Ti, Zr, O), причем при использовании заявляемого материала концентрации элементов Si, S, O, Cr, K на рабочей поверхности и в объеме материала контртела в 20-40 раз ниже, чем при использовании композиции по прототипу. При этом содержание указанных элементов на границах зерен и поверхности трения существенно превышает их содержание в объеме металла. При использовании заявляемого фрикционного материала отмечено избыточное содержание титана и циркония на поверхности трения металлического контртела. Можно предположить, что повышение износостойкости материала контртела произошло вследствие уменьшения содержания разупрочняющих элементов и замещения их атомами Ti и Zr.

Как следует из представленных данных, предлагаемый фрикционный материал соответствует требованиям экологической безопасности и обладает более высокими прочностными и фрикционно-износными свойствами в сравнении с известными материалами. Износ металлического контртела при фрикционном взаимодействии с заявляемым материалом существенно меньше. Получен новый технический эффект, заключающийся в снижении износа металлического элемента пары трения. Линейная интенсивность износа стального контртела в 2,2-3,0 раза ниже при трении с предлагаемым материалом, чем при трении с материалом, изготовленным по прототипу, экспериментально установлено, что прочность при нагревании до 553 К материала, изготовленного из композиции по прототипу, снижается на 7-9%. При тех же условиях термомеханическая прочность заявляемого состава снижается на 3-4%. Прочность при сжатии и ударная вязкость у предлагаемой композиции не ниже, чем у композиции по прототипу.

Составы материалов, содержащие отдельные или запредельные предлагаемые компоненты, имеют более низкие показатели, чем материалы, содержащие заявляемый состав.

Таким образом, использование предлагаемого материала позволит улучшить эксплуатационные характеристики подвижных сопряжений, особенно при использовании его на железнодорожном транспорте, где проблема изнашивания материала железнодорожного колеса и образования дефектов на его рабочих поверхностях не нашли своего решения до настоящего времени.

Таблица 1														
Составы материала														
№ п/п	Компоненты	Контрольные составы								Заявляемый состав				
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1	Резольная фенолформальдегидная смола (СФ 342А ГОСТ 18694-80)	-	0,5	1,0	3,5	1,5	1,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	12
2	Барит (ГОСТ 4682-84)	40,0	45,0	52,0	46,0	30,0	32,0	40,0	36,0	42,0	32,0	37,0	46,0	50,0
3	Волокнистый наполнитель - смесь стеклоровинга и базальтового волокна (ТУ РБ 300052047.033-2002, ТУ 95-2348-92 в соотношении 1:1)	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	14,0	16,0	26,0	16,0	14,0	16,0	10,0	17,0
4	Каучук бутадиен-нитрильный (ТУ 38.30313-98)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	15,0
5	Вулканизирующая группа - сера (ГОСТ 127-76), тиурам (ГОСТ 25127-82), каптакс (ГОСТ 739-74)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,8
6	Оксид титана	2,0	-	5,0	8,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	5,0	1,0

7	Выпрессовки	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	-	4,0	4,0	1,0	2,5	1,0
8	Модификатор трения: смесь технического углерода (ГОСТ 7885-86) и борида циркония в соотношении 2:1	15,5	12,0	-	-	25,0	25,0	-	12,0	12,0	24,0	21,0	12,0	13,0
9	Порошок циркония	-	-	-	-	-	-	16,0	-	-	-	-	-	-

Примечание:: содержание компонент дано в мас.%

Таблица 2															
Результаты испытаний															
№ п/п		Контрольные составы								Заявляемый состав					Прототип Патент RU 2101305
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	
1	Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	16	19	29	38	24	24	26	28	25	24	26	30	24	23
2	Термомеханическая прочность(потеря прочности при нагреве), %	20-24	7-10	3-4	3-4	3-5	3-5	3-5	5-7	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	7-9
3	Коэффициент трения, отн. ед. (скорость скольжения 2 м/с, удельная нагрузка 1,0	0,50	0,52	0,53	0,46	0,32	0,33	0,50	0,48	0,51	0,50	0,50	0,52	0,52	0,32-0,46
4	Линейная интенсивность износа фрикционного материала, J _h -10 ⁻⁸	20,0-21,9	16,0-18,9	6,0-8,7	3,9-4,2	9,1-9,9	8,6-9,3	11,3-12,0	9,3-10,2	3,0-3,3	2,8-3,2	3,6-3,8	3,7-3,8	4,2-4,4	10,9-13,1
5	Линейная интенсивность износа металлического контртела J _h -10 ⁻¹⁰	3,0	4,8	6,7	6,2	3,0	3,0	6,9	4,2	2,9	2,0	2,2	3,0	2,9	6,8

Формула изобретения

Фрикционный материал, выполненный из композиции, включающий фенолоформальдегидную смолу, волокнистый минеральный наполнитель, синтетический каучук, вулканизирующую группу, содержащую серу, модификатор трения - технический углерод, барит и целевые добавки, содержащие продукты вторичной переработки компонент, отличающийся тем, что композиция дополнительно содержит оксид титана, в качестве целевых добавок содержит выпрессовку, а модификатор трения находится в виде смеси и дополнительно содержит борид циркония при следующем соотношении компонент, мас. %:

фенолоформальдегидная смола	0,5-2,0
волокнистый минеральный наполнитель	10,0-17,0
синтетический каучук	15,0-26,0
вулканизирующая группа	1,8-2,6
выпрессовка	1,0-4,0
оксид титана	1,0-5,0
барит	32,0-50,0
модификатор трения	12,0-24,0