



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C08L 23/06 (2019.02); C08K 5/47 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2018147286, 28.12.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.12.2018

Дата регистрации:  
20.05.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2018

(45) Опубликовано: 20.05.2019 Бюл. № 14

Адрес для переписки:  
677000, рес. Саха (Якутия), г. Якутск, ул.  
Белинского, 58, СВФУ, Центр  
интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Дьяконов Афанасий Алексеевич (RU),  
Данилова Сахаяна Николаевна (RU),  
Васильев Андрей Петрович (RU),  
Охлопкова Айталиа Алексеевна (RU),  
Слепцова Сардана Афанасьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Северо-Восточный  
федеральный университет имени  
М.К.Аммосова" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2535216, C1, 10.12.2014. RU  
2381242, C2, 10.02.2010. RU 2346963, C1,  
20.02.2009. US 2015/0175787, A1, 25.06.2015.

(54) Полимерная композиция триботехнического назначения на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и 2-меркаптобензотиазола

(57) Реферат:

Изобретение относится к полимерному материаловедению, а именно к износостойкой полимерной композиции триботехнического назначения, применяемой для изготовления подшипников скольжения в узлах трения машин, механизмов, для изготовления износостойких футеровок, применяемых для облицовки горно-обогатительного и горнодобывающего оборудования, износостойких изделий конструкционного назначения, работающих в режиме абразивного изнашивания в среде нефти,

масел, смазок, топлива, кислот и щелочей. Полимерная композиция содержит следующие компоненты в мас. %: 90,0-99,5 сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и 0,5-10,0 2-меркаптобензотиазола в качестве модификатора. Изобретение позволяет повысить прочность, износостойкость и надежность деталей узлов, уменьшить интенсивность массового изнашивания материала. 1 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C08L 23/06* (2006.01)  
*C08J 5/16* (2006.01)  
*C08K 5/47* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C08L 23/06* (2019.02); *C08K 5/47* (2019.02)

(21)(22) Application: **2018147286, 28.12.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**28.12.2018**

Registration date:  
**20.05.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **28.12.2018**

(45) Date of publication: **20.05.2019** Bull. № 14

Mail address:

**677000, res. Sakha (Yakutiya), g. Yakutsk, ul.  
Belinskogo, 58, SVFU, Tsentr intellektualnoj  
sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Dyakonov Afanasij Alekseevich (RU),  
Danilova Sakhayana Nikolaevna (RU),  
Vasilev Andrej Petrovich (RU),  
Okhlopkova Ajtalina Alekseevna (RU),  
Sleptsova Sardana Afanasevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Severo-Vostochnyj federalnyj  
universitet imeni M.K.Ammosova" (RU)**

(54) **POLYMER TRIBOTECHNICAL COMPOSITION BASED ON ULTRAHIGH MOLECULAR WEIGHT POLYETHYLENE AND 2-MERCAPTOBENZOTHIAZOLE**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to polymer material science, namely to a wear-resistant polymer composition of tribotechnical purpose, used for making friction bearings in friction assemblies of machines, mechanisms, for making wear-resistant lining used for facing mining and processing and mining equipment, wear-resistant articles of structural purpose, operating in mode of abrasive wear in medium of petroleum-oil,

oil, lubricants, fuel, acids and alkalis. Polymer composition contains the following components, wt%: 90.0–99.5 of ultrahigh molecular weight polyethylene (UHMWPE) and 0.5–10.0 of 2-mercaptobenzothiazole as a modifier.

EFFECT: invention increases strength, wear resistance and reliability of parts of assemblies, reduces intensity of mass wear of material.

1 cl, 1 tbl

Изобретение относится к полимерному материаловедению и может быть использовано в качестве износостойкого полимерного композита на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) для изготовления подшипников скольжения в узлах трения машин, механизмов и для изготовления износостойких футеровок, применяемых для облицовки горно-обогатительного и горнодобывающего оборудования, износостойких изделий конструкционного назначения, работающих в режиме абразивного изнашивания в среде нефти, масел, смазок, топлива, кислот и щелочей.

К большинству современных функциональных и конструкционных материалов на основе полимерных матриц предъявляют комплекс требований по стойкости к действию масел, физико-механическим, износостойким, теплофизическим и другим характеристикам. В связи с этим при создании полимерных композитов необходимо подобрать компоненты, которые оказывают комплексное воздействие на полимерную матрицу, обеспечивая синергический эффект.

Известна полимерная композиция конструкционного назначения на основе СВМПЭ и волокнистых наполнителей (см. RU №2346963, кл. C08L 23/06, C08K 13/04, C08K 7/02, опубл. 20.02.2009), предлагаемая для изготовления подшипников скольжения, уплотнений, зубчатых колес и других деталей конструкционного назначения. Композиция состоит из СВМПЭ и содержит в количестве от 5 до 25 мас. % волокнистый наполнитель. В качестве волокнистого наполнителя используют смесь волокон длиной 2-3 мм, состав которой состоит из 70 мас. % полиоксидазольного волокна и 30 мас. % волокон из хлопчатобумажной пряжи.

Недостатками известной композиции является невысокая стойкость к истиранию частицами повышенной твердости.

Полимерный композит (см. RU №2087490, кл. C08F 292/00, опубл. 20.08.1997), предназначенный для получения пленок, протезов, цилиндрических стержней, листовых материалов, панелей и включает, в мас. %: 25,5-92,0 ультравысокомолекулярного линейного полиэтилена с высокой молекулярной массой и температурой плавления кристаллитов выше 143°C, при этом полиэтилен способен к понижению температуры плавления при повторном плавлении, по меньшей мере, на 3°C и имеет кристаллическую морфологию, проявляющуюся в бимодальном распределении параметра складывания молекулярных цепей в кристаллической решетке и 8,0-74,5, по меньшей мере, одного наполнителя с поверхностью от нейтральной до кислотной.

Недостатками известного материала являются низкая устойчивость к ударным нагрузкам, невысокая стойкость к истиранию частицами повышенной твердости.

Известна полимерная композиция на основе СВМПЭ и порошка оксида алюминия  $Al_2O_3$  (см. RU №2381242, кл. C08L 23/06, B82B 1/00, опубл. 10.02.2010), предназначенная для защиты поверхностей ковшей экскаваторов, бункеров, кузовов самосвалов и других механизмов от абразивного износа в режиме ударных нагрузок. В качестве наполнителя использован оксид алюминия  $Al_2O_3$  модификации корунд двух фракций с размером 0,1 мм и размером 0,3 мм при соотношении 1:2 и в общем количестве 18 мас. %. В качестве полимерной матрицы применяется предварительно механоактивированный СВМПЭ в планетарной мельнице АГО-2С.

Недостатками известной композиции являются низкая прочность, невысокая стойкость к истиранию частицами повышенной твердости, высокая стоимость производства.

Известно изобретение способа получения устойчивого к окислению материала СВМПЭ (см. RU №2495054, кл. C08F 8/00, A61F 2/30, опубл. 13.05.2008). Способ включает

формование СВМПЭ с добавкой и обработку гамма-лучами или электронным пучком. Облучение проводят на воздухе при обычных атмосферных условиях дозой от 2 до 20 Мрад. Облученная заготовка имеет окислительный индекс после искусственного старения такой же или ниже, чем стандартный материал СВМПЭ.

5 Однако технологический процесс его изготовления требует специального дорогостоящего оборудования, в частности, гамма излучателя. Недостатками композиции являются невысокая стойкость к истиранию частицами повышенной твердости, высокая стоимость производства.

Наиболее близкой по технической сущности к заявляемому материалу является композиция на основе СВМПЭ с терморасширенным графитом в качестве модификатора (см. RU №2535216, кл. C08J 5/16, C08L 23/06, C08K 3/04, опубл. 10.12.2014). Для получения композиции в СВМПЭ вводили измельченный терморасширенный графит. Помещая расчетную массу полимера и наполнителя в высокооборотный смеситель, смешивали до получения однородной массы. Из полученной смеси композиции прессуют образцы для испытания. Образцы получали горячим прессованием при давлении 10 МПа и температуре 180°C. Введение в исходный материал неорганического модификатора терморасширенного графита при следующем соотношении компонентов (мас. %): терморасширенный графит - 2,0; СВМПЭ - остальное, позволяет получить композиционный материал, обладающий износостойкостью, несущей способностью, стабильным коэффициентом трения и повышенными деформационно-прочностными показателями.

К недостаткам материала следует отнести высокую стоимость терморасширенного графита, недостаточную износостойкость и прочность.

Задача, на решение которой направлено заявленное решение, заключается в разработке износостойкого композиционного материала для изготовления деталей в узлах трения, машин и других механизмов, эксплуатирующихся в условиях абразивного изнашивания в агрессивных средах.

Технический эффект, получаемый при решении поставленной задачи, выражается в повышении прочности, износостойкости и надежности узлов, уменьшении интенсивности массового изнашивания материала.

Поставленная задача достигается за счет того, что полимерная композиция триботехнического назначения на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), содержащая модификатор, отличается тем, что в качестве модификатора содержит 2-меркаптобензотиазол при следующем соотношении компонентов, мас. %: СВМПЭ - 90,0-99,5; 2-меркаптобензотиазол - 0,5-10,0.

Сопоставительный анализ признаков заявленного решения с известными признаками свидетельствует о соответствии заявленного решения критерию «новизна».

Совокупность признаков изобретения обеспечивает решение заявленной технической задачи, а именно, повышение надежности деталей узлов, в частности, подшипников скольжения в узлах трения, машин, механизмов и износостойких футеровок, применяемых для облицовки горно-обогачительного и горнодобывающего оборудования, износостойких изделий конструкционного назначения, работающих в режиме абразивного изнашивания в среде нефти, масел, смазок, топлива, кислот и щелочей.

Заявляемая композиция состоит из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) и 2-меркаптобензотиазола (2-МБТ).

Сущность изобретения состоит в следующем: в СВМПЭ вводится добавка модификатора в количестве 0,5-10 мас. %. В качестве модификатора используется 2-

МБТ, при этом наблюдается значительное повышение износостойкости материала в 2-3 раза, в зависимости от концентрации наполнителя. Введение модификатора позволило увеличить износостойкость и прочность материала.

5 Разработанный материал применим для изготовления подшипников скольжения в узлах трения, машин, механизмов и для изготовления износостойких футеровок, применяемых для облицовки горнообогачительного и горнодобывающего оборудования, износостойких изделий конструкционного назначения, работающих в режиме абразивного изнашивания в среде нефти, масел, смазок, топлива, кислот и щелочей, а также других конструкционных изделий различного функционального назначения, работающих в режиме абразивного изнашивания в среде нефти, масел, смазок, топлива.

10 Для изготовления композитов используют СВМПЭ, например, марки Ticona GUR-4022 (Celanese, Китай), с молекулярной массой  $5,3 \times 10^6$  г/моль, со средним размером частиц 145 мкм и плотностью  $0,93$  г/см<sup>3</sup>, физико-механические свойства которого указаны в таблице.

В качестве модификатора СВМПЭ используют 2-МБТ (см. ТУ 6-09-4012-75), который применяется в качестве кислотного ускорителя вулканизации, придающий резинам стойкость к старению.

20 В рамках исследования использовались следующие соотношения компонентов: 2-МБТ - 0,5; 1; 2; 5; 10; 15; 20 мас. %, СВМПЭ - 80; 85; 90; 95; 98; 99; 99,5 мас. %.

Изготовление композитов из СВМПЭ проводилось методом горячего прессования по стандартной технологии, а именно, прессованием при температуре  $175^{\circ}\text{C}$ , давлении 10 МПа и выдержке 20 мин с последующим охлаждением до комнатной температуры. Порошки СВМПЭ и 2-МБТ смешивали в лопастном смесителе в сухом виде со скоростью вращения перемешивающих устройств 1200 об/мин.

Использование 2-МБТ позволяет без усложнения технологических операций получать полимерные композиционные материалы на основе СВМПЭ с повышенными прочностными и износостойкими свойствами. Физико-механические свойства композитов исследовали на разрывной машине AGS-J (Shimadzu, Япония) по методике ГОСТ 11262-80 при скорости движения подвижных захватов 50 мм/мин. Модуль упругости при растяжении определяли по методике ГОСТ 9550-2014. Триботехнические характеристики определяли на трибомашине УМТ-3 (СЕТР, США). Коэффициент трения определяли по методике ГОСТ 11629-75. Схема трения «палец-диск». Образцы с диаметром  $10,00 \pm 0,02$  мм. Контртело - стальной диск из стали 45 с твердостью 45-50 НRC, шероховатость  $Ra=0,06-0,08$  мкм. Удельная нагрузка - 1,9 МПа, линейная скорость скольжения - 0,5 м/с. Время испытания 3 ч.

40 Для определения массового износа образцы обрабатывали этиловым спиртом и взвешивали на аналитических весах до и после трения. После обработки этиловым спиртом образцы оставляли на сутки для того, чтобы испарился спирт.

В таблице приведены значения физико-механических и триботехнических характеристик заявляемой композиции. Полученные результаты показывают, что наилучшей износостойкостью обладает композиция СВМПЭ с 1% содержанием 2-МБТ: у заявляемой композиции интенсивность весового изнашивания при нагрузке 150 Н в 5,7 раз меньше, чем у прототипа, а по сравнению с исходным СВМПЭ в 3 раза. При этом достигнуто увеличение прочности при растяжении у заявляемой композиции на 23% по сравнению с прототипом, а по сравнению с исходным СВМПЭ - на 34%.

Таблица  
Свойства полимерных композитов

Образец	$\delta$ , МПа	$\varepsilon$ , %	$E_p$ , МПа	$H$ , Н/мм <sup>2</sup>	$f$	$J$ , мг/ч	Сжатие		
							$\delta_{сд2,5}$ , МПа	$\delta_{сд10}$ , МПа	$\delta_{сд25}$ , МПа
Исходный СВМПЭ	32	339	555	41,6 4	0,38	0,12	4	17	30
СВМПЭ+0,5% 2-МБТ	44	394	615	41,6 4	0,35	0,06	7	23	33
СВМПЭ+1% 2-МБТ	43	377	634	44,2 4	0,39	0,04	10	20	33
СВМПЭ+2% 2-МБТ	43	361	735	50,5 6	0,39	0,05	11	24	36
СВМПЭ+5% 2-МБТ	37	300	652	50,6 4	0,34	0,06	12	24	36
СВМПЭ+10% 2-МБТ	31	254	658	50,5 6	0,31	0,06	12	24	36
СВМПЭ+15% 2-МБТ	29	266	675	52,5 6	0,26	0,05	13	26	36
СВМПЭ+20% 2-МБТ	30	249	611	52,5 6	0,22	0,07	13	25	35
Прототип	35	300	-	-	-	0,23	-	-	-

$\delta$  - Предел прочности при растяжении, МПа;  $\varepsilon$  - относительное удлинение при разрыве, %;  $E_p$  - модуль упругости при растяжении, МПа;  $H$  - твердость при сжатии, Н/мм<sup>2</sup>;  $f$  - Коэффициент трения;  $J$  - Скорость массового изнашивания, мг/ч;  $\delta_{сд2,5}$  - деформация при 2,5%, МПа;  $\delta_{сд10}$  - деформация при 10%, МПа;  $\delta_{сд25}$  - деформация при 25%, МПа.

(57) Формула изобретения

Полимерная композиция на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ), содержащая модификатор, отличающаяся тем, что в качестве модификатора содержит 2-меркаптобензотиазол при следующем соотношении компонентов, мас. %:

СВМПЭ	90,0-99,5
2-меркаптобензотиазол	0,5-10,0