

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11) 2 605 592<sup>(13)</sup> C2

(51) МПК  
C08L 67/04 (2006.01)  
C08L 101/16 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013149900/05, 11.04.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.04.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
11.04.2011 SK PP26-2011

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2015 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 20.12.2016 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2009/0023836 A1, 22.01.2009. US 5753782 A, 19.05.1998. L.V.Labrecque, R.A.Kumar et al. ";Citrate esters as plasticizers for poly(lactic acid"); Journal of applied polymer science, 66(8), c.1507-1513, 1997;RU 2001130113A, 20.09.2003..

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 11.11.2013

(86) Заявка РСТ:  
SK 2012/000004 (11.04.2012)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2012/141660 (18.10.2012)

Адрес для переписки:  
105082, Москва, Спартаковский пер., д. 2, стр. 1,  
секция 1, этаж 3, "ЕВРОМАРКПАТ"

(72) Автор(ы):

АЛЕКСИ Паволь (SK),  
ХОДАК Иван (SK),  
БАКОШ Душан (SK),  
БУГАЙ Петер (SK),  
ПАВЛАЧКОВА Мирослава (SK),  
ТОМАНОВА Катарина (SK),  
БЕНОВИЧ Франтишек (SK),  
ПЛАВЕЦ Родерик (SK),  
МИХАЛИК Михаль (SK),  
БОТОШОВА Моника (SK)

(73) Патентообладатель(и):

УСТАВ ПОЛИМЕРОВ САВ (SK)

C2  
C2  
92  
56  
55  
2605592  
RU

R U  
2 6 0 5 5 9 2  
C 2

(54) БИОЛОГИЧЕСКИ РАЗЛАГАЕМАЯ ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ С ВЫСОКОЙ  
ДЕФОРМИРУЕМОСТЬЮ

(57) Реферат:

Изобретение относится к биологически разлагаемой полимерной композиции. Композиция содержит, мас.ч.: полигидроксиалканоат 5-95 и полимолочную кислоту или лактид 95-5. Также добавляют 2-67 частей пластифицирующей добавки или смеси пластифицирующих добавок на 100 частей полимерной смеси. Пластифицирующие добавки выбирают из таких веществ, как сложные эфиры лимонной кислоты, глицерина, фосфорной кислоты, себациновой кислоты. Также

композиция может содержать активную добавку, улучшающую сочетаемость присадки в количестве 0,05-5 мас.%. Активную добавку выбирают из группы химических веществ, таких как акриловые полимеры, эпоксидированные акриловые полимеры, диизоцианаты и их производные, эпоксидированные масла, олигомерные сополимеры различных мономеров с глицидилметакрилатом. Изобретение позволяет получить материал с повышенной прочностью. 1 з.п. ф-лы, 17 табл., 17 пр.

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2013149900/05, 11.04.2012

(24) Effective date for property rights:  
11.04.2012

Priority:

(30) Convention priority:  
11.04.2011 SK PP26-2011

(43) Application published: 20.05.2015 Bull. № 14

(45) Date of publication: 20.12.2016 Bull. № 35

(85) Commencement of national phase: 11.11.2013

(86) PCT application:  
SK 2012/000004 (11.04.2012)(87) PCT publication:  
WO 2012/141660 (18.10.2012)

Mail address:

105082, Moskva, Spartakovskij per., d. 2, str. 1,  
sektsija 1, etazh 3, "EVROMARKPAT"

(72) Inventor(s):

ALEKSI Pavol (SK),  
KHODAK Ivan (SK),  
BAKOSH Dushan (SK),  
BUGAJ Peter (SK),  
PAVLACHKOVA Miroslava (SK),  
TOMANOVA Katarina (SK),  
BENOVICH Frantishek (SK),  
PLAVETS Roderik (SK),  
MIKHALIK Mikhal (SK),  
BOTOSHOVA Monika (SK)

(73) Proprietor(s):

USTAV POLYMEROV SAV (SK)

R U 2 6 0 5 5 9 2 C 2

## (54) BIOLOGICALLY DEGRADABLE POLYMER COMPOSITION WITH HIGH DEFORMABILITY

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to a biologically degradable polymer composition. Composition contains, wt%: polyhydroxyalkanoate 5-95 and polylactic acid or lactide 95-5. Method also includes adding 2-67 parts of plasticising additive or a mixture of plasticising additives per 100 parts of polymer mixture. Plasticising additives are selected from substances such as citric acid esters of citric acid, glycerol, phosphoric acid, sebacic acid. Composition also can contain an

active additive which improves compatibility of additive in amount of 0.05-5 wt%. Active additive selected from a group of chemical substances, such as acrylic polymers, epoxidised acrylic polymers, diisocyanates and derivatives thereof, epoxidised oils, oligomeric copolymers of different monomers with glycidyl methacrylate.

EFFECT: invention enables to obtain material with high strength.

1 cl, 17 tbl, 17 ex

## Область техники

Настоящее изобретение относится к биологически разлагаемой композиции на основании полимера с улучшенными свойствами. Композиция основана на смеси полимеров полигидроксибутират и полимолочной кислоты, пластифицированной с помощью соответствующей пластифицирующей добавки, с добавлением придающей пластичность улучшающей сочетаемость присадки, характеризуется улучшенными свойствами, в частности высокой прочностью и является подходящей для применения в производстве упаковки.

## Уровень техники

В течение последних двадцати лет наблюдается повышенный интерес в полимерах из возобновляемых ресурсов, особенно потому, что они являются экологически безопасными, когда их применяют в сельском хозяйстве, и для упаковочной промышленности, а также принимая во внимание ограниченные источники нефти.

Среди указанных полимеров, применение которых растет, особый интерес представляют полимолочная кислота (ПМК) или полилактид, по той причине, что их изготавливают из продуктов сельского хозяйства и они легко поддаются биологическому разложению. Лактид представляет собой циклический димер, изготовленный из масляной кислоты, которую получают вследствие ферментации крахмала или сахара из разных источников (L. Yuet и др. / Prog. Polym. Sci. 31, 576-602; 2006). ПМК известна на протяжении многих

лет, но только недавно технологические процессы для производства мономера достигли уровня, который является приемлемым также и из экономических соображений. Указанное усовершенствование вызвало резко возросшее развитие применения биологически разлагаемых пластмасс (Y. Tokiwa и др., Int. J. Mol. Sci., 10, 3722-3742; 2009).

Особая группа природных сложных полиэфиров вырабатывается многими микроорганизмами, при этом сложные полиэфиры используются в качестве источника углерода и энергии. Поли- $\beta$ -гидроксибутир (ПГБ) был описан в научной литературе уже в начале прошлого столетия, при этом его считали больше имеющим специфические свойства, чем действительно полезным полимером. Повышенная заинтересованность

в экологических аспектах применение пластмасс возникла в результате интенсивных исследований, сопровождавшихся коммерциализацией ПГБ. На хрупкость ПГБ, как основной недостаток в отношении физических свойств, воздействовали посредством сополимеризации  $\beta$ -гидроксибутират с  $\beta$ -гидроксивалератом (Holmes и др. / EP 0052459; 1982). Обычно для процесса обработки ПГБ используются стандартные средства, но

ограниченное коммерческое применение связано с определенными технологическими проблемами. С этой точки зрения, низкая термическая устойчивость и медленная кинетика кристаллизации кажутся наиболее важными факторами. Другим ограничивающим фактором является достаточно высокая цена полимера.

Разные биологически разлагаемые материалы и способы их обработки описаны в научной литературе и патентах. Конечные материалы часто представляют смеси полимерных компонентов с подходящей структурой, зависящей от распределения компонентов, их диспергирования и взаимодействий между компонентами. Смеси полимеров представляют собой физические или механические смеси двух или более полимеров, в то время как между макромолекулярными цепями разных полимеров либо существуют только вторичные межмолекулярные взаимодействия, либо цепи разных полимеров сшиты только частично. Обычно смеси полимеров применяют в качестве технических пластмасс, которые используют в автомобильной промышленности или в электроэнергетической и электронной промышленности. Смеси полимеров в

большинстве случаев образуют из традиционных полимеров. Смеси, основанные на природных полимерах, обычно приводят к улучшению некоторых конечных свойств первичных компонентов. Целью составления смесей является расширение применения полимера из возобновляемых природных ресурсов для изготовления продуктов с более высокими дополнительными преимуществами (множественное применение биоматериалов в медицине), в то время как задачей является массовое применение в упаковочной промышленности, в частности в качестве специальной упаковки для питательных веществ.

Оба упомянутых выше полимера, ПГБ и ПМК, обладают высоким времененным

сопротивлением и жесткостью. Их легко обрабатывать, используя стандартные технологии пластмасс, но широкое применение ограничено как по причине определенных конечных свойств, так и вследствие параметров обработки. Среди указанного низкая термическая устойчивость и медленная кристаллизация являются причинами необходимости в совершенном приведении в соответствие условий обработки. Более того, высокая цена ПГБ является другим ограничивающим фактором широкого массового применения. Что касается механических свойств, то необходимо упомянуть низкую конечную деформацию, являющуюся результатом, скорее всего, высокой хрупкости и низкой прочности обоих полимеров.

Было опубликовано несколько способов повышения прочности. Наиболее

эффективной кажется сополимеризация  $\beta$ -гидроксибутиратом с  $\beta$ -гидроксивалератом (Holmes и др. / EP 0052459; 1982) или с высшими гомологами полигидроксиалканоатов. Тем не менее, указанный способ приводит к достаточно существенному повышению цены полимера (Organ S.J., Barham P.J. J. Mater. Sci. 26, 1368, 1991). Другой вариант состоит в добавлении пластифицирующей добавки, но при этом достигнутый эффект является умеренным и недостаточным, если не регулировать процесс дополнительно (Billingham N.C., Henman T.J., Holmes P.A. Development in Polymer Degradation 7, глава 7, Elsevier Sci publ. 1987). Отдельным способом, в результате которого получают хорошие свойства, представляет собой применение каландрования при температуре выше КТ, но ниже температуры плавления. Во всяком случае, указанный способ применим только для изготовления достаточно тонких пленок (Barham P.J., Keller A., J. Polymer Sci., Polym. Phys. Ed. 24, 69 1986). Термическое разложение во время формирования материала может быть устранено посредством применения экструзии порошков в твердом состоянии (Luepke T., Radusch H.J., Metzner K., Macromol. Symp. 127, 227, 1998), способ требует больших затрат и не представляет собой обычную и широко применяемую технологию обработки. Простой способ состоит в нагревании формованного материала, после достижения полной кристаллизации, до температуры приблизительно 120°C или более, тем не менее, прочность повышается только частично, поскольку, как было сообщено, деформация при разрыве достигала приблизительно 30% и было опубликовано, что максимальные значения составляли приблизительно 60% (de Koning G.J.M., Lemstra P.J., Polymer 34, 4098, 1993).

Эффективный способ модификации полимерных материалов состоит в составлении смеси с другими пластмассами. В указанном случае, считают, что добавление прочных пластмасс к хрупким пластмассам является верной модификацией, в то время как определенное снижение временного сопротивления и модуля упругости является приемлемым.

ПМК и ПГБ представляют собой биологически разлагаемые полимеры из возобновляемых ресурсов, которые применяются в производстве экологически безопасных полимерных материалы с превосходными конечными характеристиками,

в частности временным сопротивлением и жесткостью. С другой стороны, оба полимера являются хрупкими, обладающими небольшой деформируемостью. Указанные характеристики являются ограничивающими в отношении многих потенциальных применений. Основное исследование смесей ПМК/ПГБ выявило, что механические

5 свойства близки к аддитивным значениям, связанным с соотношением компонентов в смеси. Более того, большинство указанных смесей не могут быть легко смешаны с третьим полимером, поскольку почти всегда наблюдается резкое снижение значений механических характеристик (T. Yokohara и M. Yamaguchi, Eur. Polym. J. 44, 677-685; 2008).

10 Смеси ПМК с ПГБ и их сополимеры являются предметами многих патентов, имеющих правовую охрану в зарубежных странах. Патент WO/2007/095712 (Fernandes J., и др.) описывает разлагаемые в окружающей среде композиции и способ их изготовления из ПМК с ПГБ и их сополимеров посредством применения пластифицирующей добавки природного происхождения, природных волокон и других природных наполнителей,

15 термического стабилизатора, зародыша кристаллизации, улучшающей сочетаемость присадки, поверхностно-активного вещества, и технологических добавок. Тот же изобретатель подал заявку на патент в отношении похожего изобретения (WO/2007/095709), которое расширяет композицию посредством добавления другого биологически разлагаемого полимера, а именно поликапролактона, который не основан на

20 возобновляемых ресурсах, но существенно расширяет применение указанных материалов по причине значительного повышения прочности. Патент WO/2007/095711 того же изобретателя описывает биологически разлагаемые полимерные композиции и способ их изготовления; при этом смесь составлена из ПМК или ее сополимера, пластифицирующей добавки из возобновляемых ресурсов, зародыша кристаллизации, 25 поверхностью-активного вещества и термического стабилизатора.

Важные знания выявлены в других патентах. Патент (A. Mohanty, WO/2007/022080) описывает биологически разлагаемые полимерные композиции нанокомпозитной структуры для применения в упаковочной промышленности, основанные на смесях полимеров ПМК и ПГБ с сополимером бутиленадипата с терефталатом; при этом смеси 30 содержат модифицированные глинистые частицы. Композиты предназначены для применения в случае упаковок с повышенными защитными свойствами. Другой патент (D. Shichen и Ch. Keunsuk, WO/2010/151872) относится к защитным свойствам от влаги посредством применения комбинация ПМК, соэкструдированной с ПГБ с образованием сплоистой двуслоноориентированной пленки, подходящей для металлизации поверхности. 35 Оба упомянутых полимера могут быть модифицированы посредством смешивания с другими полимерными компонентами.

Применение смесей ПМК/ПГБ в медицине является предметом как нескольких экспериментальных работ, так и патентов. Высокопористый композит с гидроксиапатитом предназначен для применения в тканевой инженерии. По сравнению 40 с чистым ПГБ, было достигнуто значительное снижение степени кристалличности, являющейся результатом более быстрого биологического разложения в тканях (N. Sultana и M. Wang, J. Experim. Nanoscience 3, 121-132; 2008). Смеси ПМК и ПГБ в патенте США №622316 B1 (авторы U.J. Hänggi, E. Schecklies) предложены для применения в качестве носителей для аналитических тестов, заменяющих полистирол.

45 Очевидно, что многие из существующих патентов относятся к разным аспектам улучшения смесей ПМК/ПГБ, как в отношении конечных свойств (механические характеристики, а также специальные характеристики, например, защитные свойства), так и параметров обработки. К сожалению, ни в одном из патентов не заявлено

существенного улучшения прочности и деформируемости, что приводило бы к снижению хрупкости биологически разлагаемых материалов, основанных на смесях ПМК и ПГБ, в случае достижения таких. Смесь с улучшенной прочностью всегда содержит третий полимерный компонент, который является чрезвычайно прочным, например,

- 5 поликапrolактон или сополиэфир адициновой и терефталевой кислот, эстерифицированных с использованием бутандиола. Повышением прочности ПМК (не в смеси) занимались в патенте США №2008/0050603 A1, где авторы J.R. Randall, K. Cink и J.C. Smith предложили вводить длинноцепочечное ветвление в ПМК с помощью реакции с акрилатным полимером или сополимером, содержащим в среднем 2-15
- 10 свободных эпоксидных групп на молекулу.

Для того чтобы привести в соответствие параметры обработки, рекомендуют применение многофункциональных удлинителей цепи. Для указанной цели рекомендуют применять олигомеры, содержащие эпоксидные группы. Эпоксидные группы вступают в реакцию с концевыми карбоксильными группами, что приводит к образованию

- 15 сложных эфиров с более высокой молярной массой и более высокой вязкостью.

Коммерческие продукты указанной группы представляют собой виды под торговым названием Joncyl, которые изготавливаются компанией BASF. Например, добавление небольшого количества Joncyl-ADR улучшает как реологические, так и механические характеристики ПМК (British Plastics & Rubber, дата публ: 01 июня 2010 г.). В некоторых патентах описан эффект эпоксидно-акрилатных сополимеров для разных способов обработки ПМК (расплав, латекс). J.R. Randall и др. в патенте США №7566753 описывают эффективный и универсальный способ производства разветвленной ПМК с помощью применения стандартного способа формования из расплава. Только в нескольких патентах применяется тот же принцип для изготовления разветвленного

- 25 ПГБ или, в общем, ПГА. Одним из немногих является патент WO/2010/008445, заявляющий способ изготовления композиции разветвленного ПГБ и ее применение с использованием ветвления вследствие добавления Joncyl ADR 4368-CS (стиролглицидилметакрилата), что приводит к более высокому времененному сопротивлению формованной из расплава ПГА.

Настоящее изобретение предлагает способ улучшения параметров обработки и механических характеристик, в частности прочности смесей ПМК/ПГБ. Новая смесь демонстрирует неожиданные характеристики. Обычно, когда целью является повышенная прочность хрупкого полимера, то добавляют компонент с высокой деформируемостью, допуская определенное снижение модуля упругости, и во многих случаях также временного сопротивления. В соответствии с настоящим изобретением, был достигнут желательный очень сильный эффект повышения прочности с помощью составления смеси двух хрупких пластмасс. Новая полимерная композиция образует материал с существенно повышенной прочностью, который в частности демонстрирует высокую степень относительного удлинения при разрыве. Эффект является чрезвычайно выраженным, по сравнению с каждым полимерным компонентом смеси, когда его оценивают по отдельности в отсутствие другого компонента, даже если его должным образом пластифицировали. Указанное свойство, когда смешивание двух хрупких полимеров приводит к образованию прочной смеси, является неожиданным и уникальным.

#### 45 Раскрытие изобретения

В соответствии с первым аспектом изобретения, описан способ образования биологически разлагаемой композиции, состоящей из 5-95 масс.% полигидроксиалканоата и 95-5 масс.% полимолочной кислоты или лактида, добавления

2-67 частей пластифицирующей добавки или смеси нескольких пластифицирующих добавок на 100 частей смеси полимеров.

В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения, композиция содержит 0,05-5 масс.% активной добавки.

<sup>5</sup> Дополнительный аспект определяет пластифицирующие добавки как сложные эфиры лимонной кислоты, глицерина, фосфорной кислоты, себациновой кислоты или других жидкых низкомолекулярных сложных эфиров или сложных полиэфиров.

В соответствии с дополнительным аспектом, активную добавку выбирают из группы химических веществ, таких как акриловые полимеры, эпоксисодержащие акриловые

<sup>10</sup> полимеры, диизоцианаты и производные вышеупомянутого, эпоксидированные масла, олигомерные сополимеры различных мономеров с глицидилметакрилатом или акрилатом и другие виды.

Лучший вариант осуществления изобретения

#### Пример 1

<sup>15</sup> Смесь композиции, приведенной в Таблице 1, изготавливали, применяя лабораторный двухшнековый экструдер с температурой расплава, составляющей 190°C. Смесь экструдировали через кольцевую головку, охлаждали в водяной ванне и гранулировали после сушки. Гранулы применяли для изготовления пленок, толщиной в 100 микрон, применяя лабораторный одношнековый экструдер; температура расплава составляла

<sup>20</sup> 190°C и скорость вращения экструдера составляла 30 об/мин (оборотов в минуту). Из пленок изготавливали полоски 15 мм толщиной для определения механических свойств при растяжении в соответствии со стандартом STN ISO 527. Для испытаний на

<sup>25</sup> растяжение применяли универсальную установку для испытаний Zwick Roel, при комнатной температуре и скорости движения тисков 50 мм/минуту. В соответствии с кривой зависимости деформации от напряжений, определяли предел прочности при разрыве и относительную деформацию при разрыве, и прочность вычисляли как интеграл площади под кривой зависимости деформации от напряжений. Результаты показаны в Таблице 1.

<sup>30</sup> Таблица 1 Композиция и характеристики (относительное удлинение при разрыве –  $\varepsilon_b$ , предел прочности при разрыве –  $\sigma_b$ ) изготовленных смесей (ПМК – полимолочной кислоты, ПГБ – полигидроксибутират, ТАЦ – триацетина)

		1	2	3	4
<sup>35</sup> ПМК	масс. частей	0	100	70	70
ПГБ	масс. частей	100	0	30	30
ТАЦ	масс. частей	0	0	0	10
<sup>40</sup> $\varepsilon_b$	%	3	4.2	25	326
$\sigma_b$	МПа	27,5	53	41,5	24,7
прочность	уо	124	334	1556	12078

#### Пример 2

<sup>45</sup> В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 2

Таблица 2. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		5	6	7	8
5	ПМК	масс. частей	90	90	95 5
10	ПГБ	масс. частей	10	10	5 95
15	ТАЦ	масс. частей	0	10	10 10
20	$\varepsilon_b$	%	3,1	101	12 7
25	$\sigma_b$	МПа	57,7	40,5	45,5 37,5
30	прочность	уо	268	6136	4720 3130

Пример 3

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с

композицией и характеристиками, показанными в Таблице 3.

Таблица 3. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		9	10
20	ПМК	масс. частей	20 20
25	ПГБ	масс. частей	80 80
30	ТАЦ	масс. частей	0 10
35	$\varepsilon_b$	%	15 270
40	$\sigma_b$	МПа	39,1 27,3
45	прочность	уо	880 11057

Пример 4

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с

композицией и характеристиками, показанными в Таблице 4

Таблица 4. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		11	12	13	14
35	ПМК	масс. частей	10 10	10 10	10
40	ПГБ	масс. частей	90 90	90 90	90
45	ТАЦ	масс. частей	0 8	37 60	60
50	$\varepsilon_b$	%	3 6	14 7	7
55	$\sigma_b$	МПа	17 16,5	9,7 6,7	6,7
60	прочность	уо	77 149	204 120	120

Пример 5

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 5.

Таблица 5. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		15	16
5	ПМК	масс. частей	50
	ПГБ	масс. частей	50
	ТАЦ	масс. частей	0
10	$\varepsilon_b$	%	2,8
	$\sigma_b$	МПа	39,5
	прочность	уо	166
15			12240

## Пример 6

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 6.

Таблица 6. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		17	18
20	ПМК	масс. частей	85
	ПГБ	масс. частей	15
	ТАЦ	масс. частей	0
25	$\varepsilon_b$	%	15
	$\sigma_b$	МПа	58
	прочность	уо	1305
30			16284

## Пример 7

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 7.

Таблица 7. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		17	19
35	ПМК	масс. частей	85
	ПГБ	масс. частей	15
	триэтилцитрат	масс. частей	0
40	$\varepsilon_b$	%	15
	$\sigma_b$	МПа	58
	прочность	уо	1305
45			15863

## Пример 8

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 8.

Таблица 8. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		20	21	22
5	ПМК	масс. частей	85	85
ПГБ	масс. частей	15	15	15
10	Триэтилцитрат	масс. частей	14	7
ТАЦ	масс. частей	0	7	14
15	$\varepsilon_b$	%	450	445
$\sigma_b$	МПа	26,9	27,8	29,1
прочность	уо	18158	18557	20166

## Пример 9

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 9.

Таблица 9. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		23	24	25	26
20	ПМК	масс. частей	85	85	85
ПГБ	масс. частей	15	15	15	15
25	пластифицирующая добавка	10 масс. частей	триэтил-цитрат	триоктил-фосфат	дибутилсебацинат
$\varepsilon_b$	%	460	472	410	453
$\sigma_b$	МПа	25	26,4	31,8	30,8
прочность	-	17250	18691	18557	20928

## Пример 10

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 10.

Таблица 10. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		1	2
35	ПМК	масс. частей	90
ПГБ	масс. частей	10	10
ТАЦ	масс. частей	10	10
40	Joncryl 4368	масс. частей	0
$\varepsilon_b$	%	101	290
$\sigma_b$	МПа	40,5	30,4
прочность	уо	6136	13224

45  
Joncryl – стирол-акрилатная смола, содержащая эпоксидные функциональные группы

## Пример 11

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 11.

Таблица 11. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		3	4	5	6
5	ПМК	масс. частей	50	50	50
10	ПГБ	масс. частей	50	50	50
15	ТАЦ	масс. частей	10	10	10
20	Joncryl 4368	масс. частей	0	0,05	2
25	$\varepsilon_b$	%	300	350	401
30	$\sigma_b$	МПа	27,2	28,1	29,0
35	прочность	уо	12240	14752	17443
40					18071

### Пример 12

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 12.

Таблица 12. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		7	8	9	10	11	12
25	ПМК	масс. частей	85	85	85	85	85
30	ПГБ	масс. частей	15	15	15	15	15
35	ТАЦ	масс. частей	2	2	10	10	67
40	Joncryl 4368	масс. частей	0	2	0	2	2
45	$\varepsilon_b$	%	16	180	300	350	561
50	$\sigma_b$	МПа	55,2	49,3	32,4	29,2	20,8
55	прочность	-	1324	13311	14580	15330	11668
60							18189

### Пример 13

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 13.

Таблица 13. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		13	14
5	ПМК	масс. частей	85
	ПГБ	масс. частей	15
10	ТАЦ	масс. частей	9
	Эпоксидированное рапсовое масло	масс. частей	1
15	$\varepsilon_b$	%	350
	$\sigma_b$	МПа	35,2
20	прочность	уо	18480
			21186

**Пример 14**

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 14.

Таблица 14. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		15	16
20	ПМК	масс. частей	85
	ПГБ	масс. частей	15
25	Триэтилцитрат	масс. частей	12
	Эпоксидированное рапсовое масло	масс. частей	1
30	$\varepsilon_b$	%	357
	$\sigma_b$	МПа	35
	прочность	уо	18742,5
			25399,8

**Пример 15**

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 15.

35

40

45

Таблица 15. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		17	18	19	20	21
5	ПМК	масс. частей	85	85	85	85
10	ПГБ	масс. частей	15	15	15	15
15	пластифицирующая добавка	тип	ТАЦ	ТЭЦ	ТОФ	ДБС
		масс. частей	12	12	12	12
20	Joncryl 4368	масс. частей	1	1	1	1
25	εb	%	356	318	371	307
30	σb	МПа	48,3	42,5	39,1	41,5
35	прочность	уо	25792,2	20272,5	21759,15	19110,75
						19859,4

ТАЦ – триацетин, ТЭЦ – триэтилцитрат, ТОФ – триоктилфосфат, ДБС –

дибутилсебацинат

#### Пример 16

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 16.

Таблица 16. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		22	23	24	25
25	ПМК	масс. частей	85	85	85
30	ПГБ	масс. частей	15	15	15
35	добавка	тип	ЭСМ	ЭОМ	ГМДИ
		масс. частей	1	1	1
	ТАЦ	масс. частей	12	12	12
40	εb	%	298	301	315
45	σb	МПа	41,5	38,2	44,7
	прочность	уо	18551	17247	21121
					16373

ЭСМ – эпоксидированное соевое масло, ЭОМ – эпоксидированное оливковое

масло, ГМДИ – гексаметилендиизоцианат, ПЭГММ - полиэтилен-глицидил  
метакрилат-со-метакрилат

#### Пример 17

В соответствии со способом, описанным в Примере 1, изготавливали смеси с композицией и характеристиками, показанными в Таблице 17.

Таблица 17. Композиция и характеристики изготовленных смесей.

		26	27	28	29
5	ПМК	масс. частей	95	95	5
10	ПГБ	масс. частей	5	5	95
15	ТАЦ	масс. частей	10	10	10
20	Joncryl 4368	масс. частей	0	2	0
25	$\varepsilon_b$	%	358	392	180
30	$\sigma_b$	МПа	47,5	49,9	28,1
35	прочность уо		25507	29341	5058
40					10065

#### Промышленная применимость

Смеси предназначены для использования во всех сферах применения, где необходимо сочетание биологической разлагаемости и высокой прочности, в частности в упаковочной промышленности.

#### Формула изобретения

1. Биологически разлагаемая полимерная композиция, содержащая 5-95 мас.ч. полигидроксиалкоата и 95-5 мас.ч. полимолочной кислоты или полилактида и содержащая 2-67 частей пластифицирующей добавки или смеси пластифицирующих добавок на 100 частей смеси полимеров, характеризующаяся тем, что пластифицирующая добавка выбрана из группы, включающей сложные эфиры лимонной кислоты, глицерина, фосфорной кислоты, себациновой кислоты.

2. Биологически разлагаемая полимерная композиция по п. 1, дополнительно включающая 0,05-5 мас.ч. активной добавки в качестве улучшающей сочетаемость присадки, характеризующаяся тем, что активную добавку выбирают из группы химических веществ, таких как акриловые полимеры, эпоксидированные акриловые полимеры, диизоцианаты и их производные, эпоксидированные масла, олигомерные сополимеры различных мономеров с глицидилметакрилатом или акрилатом и их производные.