

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **24601**

(13) **С1**

(45) **2025.05.20**

(51) МПК

*C 08L 97/02* (2006.01)

*C 08L 3/02* (2006.01)

*C 08L 83/04* (2006.01)

(54)

**СОСТАВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОГО  
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

(21) Номер заявки: а 20240053

(22) 2024.03.15

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого" (ВУ)

(72) Авторы: Бойко Андрей Андреевич; Подденежный Евгений Николаевич; Дробышевская Наталья Евгеньевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого" (ВУ)

(56) RU 2709883 С1, 2019.

CN 108359142 А, 2018.

CN 104830083 А, 2015.

МОРОЗОВА О.В. и др. Глубокие эв-  
тектические растворители в биотехно-  
логии. Успехи биологической химии,  
2023, т. 63, с. 301-348.

US 2013/0186303 А1.

ВУ 23774 С1, 2022.

(57)

Состав для получения биоразлагаемого композиционного материала, содержащий био-  
разрушаемый наполнитель, пластификатор и целлюлозный наполнитель, **отличающийся**  
тем, что в качестве биоразрушаемого наполнителя содержит картофельный крахмал, в ка-  
честве пластификатора - смесь холин хлорида и мочевины, в качестве целлюлозного  
наполнителя - древесные опилки и дополнительно содержит полидиметилсилоксан  
ПМС-200 при следующем соотношении компонентов, мас. %:

картофельный крахмал	10-20
холин хлорид	5-8
мочевина	7-10
древесные опилки	60-70
полидиметилсилоксан ПМС-200	2-8.

Изобретение относится к составам для получения биоразлагаемых композитов, пред-  
назначенных для формования одноразовых изделий, таких как горшочки для рассады и  
различного вида упаковки, разрушающиеся в компосте или почве под воздействием влаги,  
бактерий и грибов.

Одним из возможных направлений получения биоразлагаемых композиционных мате-  
риалов является сочетание дешевых отходов промышленности и сельхозпроизводства, со-  
держащих целлюлозу (костра, древесная мука, опилки, лузга зерновых культур и др.), с  
органическими природными полимерами (например, крахмалом, хитином), что придает  
материалам новый набор свойств, в частности экологическую безопасность, способность к  
управляемому биоразложению, сниженную себестоимость получаемой из них продукции.

**ВУ 24601 С1 2025.05.20**

Известна биологически разрушаемая термопластичная композиция для производства изделий [1], которая содержит диацетат целлюлозы с содержанием ацетатных групп 56,4 % в количестве 25 мас. ч., биоразлагаемый наполнитель - крахмал в количестве 40-45 мас. ч., гидролизный лигнин в количестве 5-10 мас. ч. и пластификатор в количестве 25 мас. ч. В качестве пластификатора композиция содержит смесь диоксановых спиртов и их высококипящих эфиров, полученную путем отгонки из флотореагентоксаля легкой фракции с температурой кипения 115-160 °С при давлении 5-10 мм рт. ст. в количестве 25 мас. ч. Данный состав характеризуется следующими недостатками: наличие в составе токсичных веществ, которые загрязняют окружающую среду как при переработке материала, так и при его эксплуатации и утилизации, дороговизна и коммерческая малодоступность исходных компонентов.

Известна биоразлагаемая термопластичная композиция [2], состоящая из 30-60 ч. термопластичного полимера (полиэтилена или полипропилена), от 10 до 60 ч. лигнина, от 10 до 60 ч. растительных наполнителей, до 70 ч. неорганического наполнителя и от 5 до 40 ч. технологических добавок. В качестве растительных наполнителей могут использоваться: древесная мука, порошок бамбука, молотая скорлупа орехов, дробленая солома пшеницы, риса, сои. В качестве неорганического наполнителя используются карбонат кальция или тальк. Недостатками состава являются: длительный период биоразложения, возможное выпотевание пластификатора - глицерина - из объема материала при хранении и эксплуатации изделий, а также вероятное появление частиц микропластика в результате неполного разложения полиолефинового составляющего.

Известна биоразлагаемая термопластичная композиция на основе производных целлюлозы (50-90 ч.) и природных волокон [3]. Состав включает пластификатор в количестве 20-30 ч. (триацетин, триэтилцитрат, глицерин), лубрикант - эпоксириновое соевое масло (1-5 ч.), а также смесь поливинилового спирта с натуральными волокнами, взятую в соотношении 1:1. Недостатками состава являются: длительный период биоразложения, возможное выпотевания пластификатора - глицерина и других пластификаторов из объема материала при хранении и эксплуатации изделий.

Известен биоразлагаемый материал для производства одноразовой посуды и других изделий [4], состоящий из порошка растительных волокон, крахмала и добавок при следующем массовом соотношении: 40-60 % крахмала, 35-50 % растительного волокнистого порошка, добавок 3-12 %. В качестве добавок используются амино- или амидосодержащие соединения, альфа-амилаза. Недостатком состава является наличие амино- и амидосодержащих полимерных добавок, что увеличивает сроки биоразложения.

Известен состав полностью биоразлагаемого полимерного композита, содержащего древесный порошок [5]. Состав содержит 30-90 ч. крахмала, 5-50 ч. растительных волокон, 0,5-40 ч. пластификатора, 0,5-10 ч. сшивающего агента, 0,5-10 ч. интенсификатора и 0,5-2 ч. осветлителя. Недостатками предлагаемого состава являются: необходимость наличия сшивающего агента для формирования однородной прочной структуры, а также вероятное выпотевание пластификатора во время хранения и эксплуатации изделий.

Известен состав полностью биоразлагаемого композиционного материала, состоящего из кукурузного крахмала и дробленых отходов кукурузного сырья (кочерыжки, листьев, стебля) [6]. Отходы кукурузы высушиваются, подвергаются дроблению до порошка и с добавлением воды и крахмала превращаются в пульпу. Для формования изделий требуется биндер, в качестве которого используют такие материалы, как цеин, амилаза, амилпектин, альгиновая кислота, поливинилпирролидон или карбоксиметилцеллюлоза. Недостатки: сложный состав, повышенная гидрофильность, необходимость наличия биндера для формирования однородной прочной структуры.

Известен материал для формирования биоразлагаемых контейнеров, который состоит из 2-15 % суспензии предварительно желированного картофельного крахмала, содержащей 5-10 % бумажной пульпы [7]. Материал также содержит воски, жирные спирты, фос-

## BY 24601 C1 2025.05.20

фолипиды, глицерин (2,6-3,7 %) и добавки (около 5 %), в качестве которых могут использоваться бентонит, гипс, сульфат кальция или окись кальция. Недостатки: сложный состав, содержащий минеральные компоненты, а также вероятное выпотевание пластификатора во время хранения и эксплуатации изделий.

Наиболее близким к изобретению является состав для получения биоразлагаемого вещества на основе природных полимеров, содержащий биоразрушаемый наполнитель - крахмал из некондиционного зерна пшеницы, пластификатор - глицерин, целлюлозный наполнитель; в качестве целлюлозного наполнителя используют муку из свекловичного жома, причем биоразлагаемое вещество дополнительно содержит лимонную кислоту и воду [8]. Недостатком биоразлагаемого полимерного материала, получаемого на основе предложенного состава, являются низкие гидрофобные характеристики композита, что приводит к малой водостойкости изделий и быстрому неуправляемому биоразложению (около 45 суток), что может происходить также при хранении изделий. Недостатками являются также ограниченное применение заявляемого материала и технологические трудности при его получении. Так, для создания однородной суспензии, из которой методом полива и длительной сушки при 100 °С в течение 12 ч получают пленочные образцы, требуется наличие большого количества воды. Кроме того, использование глицерина в качестве пластификатора может приводить к его выпотеванию на поверхность изделий во время хранения и эксплуатации.

Задача изобретения - создание композиционного материала на основе природных полимеров, стабильного при хранении изделий, изготовленных из него, с управляемым биоразложением, отсутствием выпотевания пластификатора на поверхность изделий во время хранения и эксплуатации.

Решение технической задачи достигается тем, что состав для получения композиционного материала, согласно изобретению, содержит биоразрушаемый наполнитель, пластификатор и целлюлозный наполнитель, отличающийся тем, что в качестве биоразрушаемого наполнителя содержит картофельный крахмал, в качестве пластификатора - смесь холин хлорида и мочевины, в качестве целлюлозного наполнителя - древесные опилки и дополнительно содержит полидиметилсилоксан ПМС-200 при следующем соотношении компонентов, мас. %:

картофельный крахмал	10-20
холин хлорид	5-8
мочевина	7-10
древесные опилки	60-70
полидиметилсилоксан ПМС-200	2-8.

Благодаря использованию полидиметилсилоксана ПМС-200 достигается повышенная гидрофобность биоразлагаемого полимерного материала, а его количество в составе полимерного материала позволяет регулировать сроки биоразложения. С использованием пластификатора, состоящего из смеси холин хлорида и мочевины, осуществляется высокая пластификация картофельного крахмала, при этом пластификатор и добавки обеспечивают стабильность при хранении и эксплуатации изделий при отсутствии выпотевания пластификатора, а применение дешевого органического наполнителя - древесных опилок - приводит к снижению себестоимости изделий. Достоинством предлагаемой композиции, в отличие от прототипа, является также улучшенная технологичность - возможность применения автоматизированных методов формовки путем горячего прессования или экструзии.

В качестве биологически разрушаемого наполнителя выбран картофельный крахмал, который относится к группе растительных полисахаридов, дешевый продукт отечественного многотоннажного производства, получается из ежегодно возобновляемого природного сырья картофеля, легко подвергается пластифицированию. Пластифицированный

крахмал полностью совместим с древесными опилками, образует с ними непрерывную однородную матрицу и способствует полному биологическому разрушению.

Традиционными пластификаторами для получения композитов с использованием крахмала являются глицерин и вода. Однако применение глицерина в качестве пластификатора приводит к его высвобождению (выпотеванию) из пластифицированной матрицы в конце производства или во время хранения, так что невозможно поддерживать необходимое высокое содержание пластификатора и, следовательно, получать достаточно гибкий материал. Для решения этой проблемы предложено использовать эффективный пластификатор на основе "ионной жидкости", состоящей из смеси холин хлорида и мочевины, взятых в молярных отношениях 1:2 [9]. Такой пластификатор, состоящий из двух твердых веществ, при повышенных температурах (90-100 °С) превращается в жидкость (Deep Eutectic Solvent), что приводит к быстрой аморфизации картофельного крахмала и исключает выпотевание пластификатора из композита.

Холин хлорид, химическая формула  $C_5H_{14}ClNO$ , - витаминоподобное вещество, входящее в состав фосфолипидов, применяется в составе комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы в качестве источника холина (витамина В4), выполняющего в организме жизненно важные функции. Использован в композиции в качестве пластификатора в смеси с мочевиной в мольном отношении 1:2. Холин хлорид является биоразлагаемым материалом, разрешенным для использования в контакте с пищевыми продуктами. Зарегистрирован в качестве пищевой добавки Е 1001.

Мочевина (карбамид) - амид угольной кислоты, химическая формула  $(NH_4)_2CO_3$ . Также используется в качестве азотного удобрения, что способствует биоразложению изделий, изготовленных из полимерного материала, после эксплуатации и помещения их в компост или влажную почву. Безвредна для организма. Зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е 927b.

В качестве дешевого наполнителя использовали древесные опилки лиственных пород дерева. С химической точки зрения древесные опилки представляют собой сложную композицию, состоящую из целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и минеральных веществ (0,2-1,7 % мас.), в состав которых входят соли щелочноземельных металлов [10]. Дерево, особенно сорта лиственных пород, в природе перерабатывается различными грибами, насекомыми, земляными червями и бактериями. Основным продуктом разложения древесных опилок в природе является гумус.

Содержание биоразлагаемого наполнителя - древесных опилок ниже 60 мас. % от общей массы экономически нецелесообразно, содержание опилок выше 70 мас. % от общей массы композиции приводит к снижению механической прочности и повышению водопоглощения.

Используемый в составе биоразлагаемого композиционного материала полидиметилсилоксан ПМС-200 является гидрофобизирующим и регулирующим сроки биоразложения агентом и облегчает процесс формования изделий из композита методом прессования в качестве смазывающего агента. Полидиметилсилоксан ПМС-200 взрывобезопасен, труднотопяч, нетоксичен, не оказывает раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки. Известен как пищевая добавка Е 900.

Способность материалов к набуханию под действием воды комнатной температуры охарактеризована водопоглощением дисковых образцов, полученных методом горячего прессования за 24 ч (по ГОСТ 4650-80).

Предлагаемая композиция изготавливается следующим образом.

Опилки лиственных пород дерева (березы, осины, ольхи) отсеивают на классификаторе до размера менее 0,5 мм, высушивают при температуре 80-90 °С в течение 6-9 ч. Крахмал картофельный, ГОСТ 7699-78, производства ОАО "Верховичский крахмальный завод", Республика Беларусь, используется из упаковки, без дополнительной сушки; хо-

# BY 24601 C1 2025.05.20

лин хлорид; мочевины; полидиметилсилоксан ПМС-200, ГОСТ 13032-77, производства АО "РЕАХИМ", г. Москва.

## Пример 1.

Процесс получения биоразлагаемого вещества проводят в скоростном нагреваемом турбосмесителе. Порошок древесных опилок в количестве 60 мас. % при комнатной температуре смешивают с 20 мас. % порошка крахмала (10 мин), добавляют холин хлорид в количестве 8 мас. %, затем мочевины в количестве 10 мас. %, перемешивают в течение 10 мин, повышают температуру в турбосмесителе до 90 °С и выдерживают смесь при перемешивании в течение 20 мин для пластифицирования крахмала, после чего смесь охлаждают до комнатной температуры и вводят в турбосмеситель 2 мас. % полидиметилсилоксана ПМС-200м и перемешивают до получения гомогенной смеси (шихты) в течение 10 мин, затем шихту перегружают в тару. Из полученной шихты методом горячего прессования формируют изделия - стаканчики для рассады, контейнеры, одноразовую посуду.

## Пример 2.

Приготовление биоразлагаемого вещества по примеру 1. Количество древесных опилок 65 мас. %, картофельного крахмала 15 мас. %, холин хлорида 6 мас. %, мочевины 9 мас. %, полидиметилсилоксана ПМС-200 5 мас. %.

## Пример 3.

Приготовление биоразлагаемого вещества по примеру 1. Количество древесных опилок 70 мас. %, картофельного крахмала 10 мас. %, холин хлорида 5 мас. %, мочевины 7 мас. %, полидиметилсилоксана ПМС-200 8 мас. %.

В таблице приведен технический результат по примерам.

Определяемые параметры	Методы испытаний	Прототип	Параметры по примерам		
			1	2	3
Плотность, г/см <sup>3</sup>	ГОСТ 15139-69	-	1,24	1,15	1,1
Водопоглощение за 24 часа, мас. %	ГОСТ 4650-80	-	13,5	11,0	8,4
Биологическая разрушаемость после срока эксплуатации, мес.	ГОСТ Р 57226-2016 (ISO 16929:2013)	1,5	2	4	6

Изделия, полученные на основе предлагаемого биоразлагаемого вещества, обладают повышенной гидрофобностью, в отличие от прототипа, и полной биологической разрушаемостью в компосте после эксплуатации в течение 2-6 месяцев в зависимости от концентрации гидрофобного агента - полидиметилсилоксана ПМС-200.

Источники информации:

1. RU 2404205 C1, 2010.
2. CN 102051002 B2, 2012.
3. US 8585817 B2, 2013.
4. CN 104177662 A, 2014.
5. CN 101885231 A1, 2010.
6. WO 2011/099837 A1, 2011.
7. US 7967904 B2, 2011.
8. RU 2709883 C1, 2019.
9. SKOWRONSKA D. et al. Deep Eutectic Solvents for Starch Treatment. *Polymers*. 2022. Vol. 14. P. 220.

# **ВУ 24601 С1 2025.05.20**

10. ФИЛИЧКИНА М.В. и др. Особенности опилок как наполнителя при производстве материалов из древесных отходов. Лесотехнический журнал. 2013. № 2. С. 26-30.