

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **201891924** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2020.03.31**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.09.25**

(51) Int. Cl. **B05D 7/00** (2006.01)  
**C08G 18/00** (2006.01)  
**C08K 3/36** (2006.01)  
**C08J 9/02** (2006.01)  
**C08J 9/32** (2006.01)  
**C14C 11/00** (2006.01)  
**D06N 3/00** (2006.01)

---

(54) **УДАРОПОГЛОЩАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ**

---

(71) Заявитель:  
**СПОРТ ЭНД ФЭШН  
МЕНЕДЖМЕНТ ПТЕ ЛТД (SG)**

(72) Изобретатель:  
**Липик Виталий, Ян Гуан, Лю Сюэян  
(SG)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Ударопоглощающий материал, включающий полимерную пену, имеющую твердую фазу и газообразную фазу, диспергированную в виде ячеек в твердой фазе; и частицы аэрогеля, диспергированные только в твердой фазе вспененного полимера. Ударозащитное изделие, включающее ударопоглощающий материал, причем ударопоглощающий материал обеспечивает защиту от ударных воздействий носящему ударозащитное изделие пользователю.

**201891924**  
**A1**

**201891924**

**A1**

## **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

2420-552646EA/032

## **УДАРОПОГЛОЩАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ**

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к ударопоглощающему материалу.

## **УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ**

Было известно применение пеноматериалов различных типов в качестве материалов для демпфирования в ударопоглощающих предметах, таких как обувь, шлемы, в защитной набивке, для применения в автомобилях, и так далее. Основной проблемой, с которой сталкиваются изготовители в современной обувной промышленности, является улучшение комфортности обуви, которая технически зависит от комбинации нескольких факторов, а именно, хорошей пригонки, малого веса, защиты тела, длительного срока службы и температурных условий внутренней среды [1]. Удобная в носке обувь может не только улучшать эксплуатационные качества, но также предотвращать повреждения во время деятельности человека, такой как бег и прыжки. По вышеуказанным соображениям для обуви обычно применяются эластомерные пеноматериалы, поскольку они имеют малый вес, восстанавливают форму после больших деформаций, поглощают удары и имеют превосходную теплоизоляцию [2-4]. Автор Brodsky [4] оценил пять различных материалов для изготовления обуви и нашел, что гибкие вспененные материалы проявляли хорошие амортизационные свойства и распределение давления, среди которых лучше всего в понижении давления действовал вспененный полиуретан (PU). Однако относительно короткий эксплуатационный срок службы PU-пеноматериалов ограничивает их применение для обуви. Сравнительно с PU-эластомерами, PU-пеноматериалы поначалу проявляют лучшее амортизирующее действие, но склонны к постепенному деформированию. После долговременного использования эластомеры проявляли небольшую потерю свойств смягчения ударов, тогда как для пеноматериалов проявлялось значительное сокращение [5, 6]. Для достижения хороших эксплуатационных качеств в отношении смягчения ударов при применении в обуви хорошее

смягчение ударов должно сочетаться с упругостью и сопротивлением усталости. По этой причине была разработана одна конструкция, которая состояла из двух слоев: слоя PU-эластомера и слоя PU-пеноматериала [7]. Слой эластомера обеспечивал механические свойства, будучи устойчивым к сжатию, но он был более тяжелым и жестким, чем пеноматериалы; слой пеноматериала ощущался мягким в контакте с ногой и создавал лучшее смягчение ударов, но проблема плохой долговечности PU-пеноматериалов так и не была разрешена. Еще одним важным фактором для удобной обуви является теплоизоляция обуви. Теплоизоляция обуви в огромной степени зависит от объема захваченного внутри воздуха. Поэтому многие вспененные материалы были применены в качестве теплоизоляционных материалов, чтобы выгодно использовать превосходные изоляционные свойства воздуха и других газов [8]. Как сообщалось, некоторые из пеноматериалов обладали сравнимыми или несколько более высокими значениями теплопроводности по сравнению с газами, такими как  $0,04 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$  для вспененных полистиролов и  $0,03 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$  для жестких PU-пеноматериалов [9, 10]. Однако, если размер внутренних ячеек сокращается до наномасштаба, пеноматериалы будут иметь более низкую теплопроводность, чем соответственный газ, вследствие эффекта Кнудсена, сообразно чему передача тепла ограничивается через газообразную фазу [11]. В принципе нанопористые пеноматериалы могут быть использованы в качестве теплоизоляционных материалов, так как по их характеристикам теплоизоляции они превосходят существующие изоляционные устройства. Хотя предпринимались многочисленные попытки оптимизировать способ изготовления пеноматериалов для сокращения размера ячеек и повышения плотности ячеек, подход к таким наноячейстым структурам традиционными путями все еще затруднителен [12-14]. Таким образом, желательно разработать ударопоглощающий материал, имеющий хорошую долговечность, который также обеспечивает гибкость и хорошее поглощение ударов, и предпочтительно также имеющий хорошие теплоизоляционные свойства.

#### **СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

В раскрытом в заявке ударопоглощающем материале

наноячеистые структуры созданы внутри полимерной пены введением аэрогеля с целью улучшения механических свойств, амортизирующих характеристик, а также теплоизоляции.

Согласно первому аспекту, представлен ударопоглощающий материал, включающий: полимерную пену, имеющую твердую фазу и газообразную фазу, диспергированную в виде ячеек в твердой фазе; и частицы аэрогеля, диспергированные только в твердой фазе полимерной пены.

Количество частиц аэрогеля может составлять от 0,1 до 15% по массе.

Размер частиц аэрогеля может составлять от 2–20 мкм.

Частицы аэрогеля могут включать поры, имеющие диаметр около 20 нм.

Плотность полимерной пены может составлять от 100 кг/м<sup>3</sup> до 400 кг/м<sup>3</sup>.

Полимерная пена может включать пену из полимера, выбранного из группы, состоящей из: полиуретана (PU), полистирола, полиэтилена, полипропилена, полиэтилвинилацетата, полибутилена, полиамида, и их сополимеров.

Полимерная пена может включать вспененный PU, имеющий мягкие сегменты и жесткие сегменты.

Мягкие сегменты могут быть сформированы реакцией между изоцианатом и первым полиолом, и жесткие сегменты могут быть сформированы реакцией между изоцианатом и вторым полиолом, причем первый полиол имеет более длинные молекулы, чем второй полиол.

Первый полиол может включать полипропиленгликоль (PPG), и второй полиол может включать гликоль.

Изоцианат может включать изофорондиизоцианат (IPDI).

Частицы аэрогеля могут быть выполнены по меньшей мере из одного материала, выбранного из группы, состоящей из: кремнезема, оксида металла, углерода и полимера.

Частицы аэрогеля могут включать порошок кремнеземного аэрогеля.

Согласно второму аспекту, представлено ударозащитное изделие, включающее ударопоглощающий материал согласно первому

аспекту, причем ударопоглощающий материал обеспечивает защиту от ударных воздействий носящему ударозащитное изделие пользователю.

Ударозащитное изделие может включать по меньшей мере одно из: туфли, шлема, перчатки, и предохранительного щитка с мягкой обшивкой, для части человеческого тела.

Согласно третьему аспекту, представлен способ формирования ударопоглощающего материала, причем способ включает стадии:

(a) смешения предварительно заданных количеств глицерина и PPG с образованием смеси полиолов;

(b) добавления поверхностно-активного вещества, вспенивающего агента, катализатора и порошка кремнеземного аэрогеля к смеси полиолов с образованием многокомпонентной смеси;

(c) добавления IPDI к многокомпонентной смеси с образованием реакционной смеси;

(d) обеспечения вспенивания и отверждения реакционной смеси для получения ударопоглощающего материала.

Стадия (d) может предусматривать выливание реакционной смеси в предварительно нагретую литьевую форму и обеспечение вспенивания в форме, извлечение вспененной реакционной смеси из формы и обеспечение отверждения реакционной смеси при комнатной температуре.

#### **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФИГУР**

Для того, чтобы изобретение было полностью понятно и легко эффективно осуществлено на практике, теперь оно будет описано посредством неограничивающего примера только иллюстративных вариантов осуществления настоящего изобретения, причем описание приводится со ссылкой на сопроводительные иллюстративные чертежи.

ФИГ. 1a представляет схематическую иллюстрацию чистой полимерной пены (согласно прототипу)

ФИГ. 1b представляет примерный ударопоглощающий материал согласно настоящему изобретению

ФИГ. 2 представляет иллюстрацию реакций образования мягкого и жесткого сегментов PU пены.

ФИГ. 3 представляет иллюстрацию реакции при вспенивании с

образованием PU пены.

ФИГ. 4а представляет полученное в сканирующем электронном микроскопе (SEM) изображение PU 40-60 с содержанием аэрогеля 0 масс.%

ФИГ. 4b представляет SEM-изображение PU 40-60 с содержанием аэрогеля 5 масс.%

ФИГ. 4с представляет SEM-изображение PU 40-60 с содержанием аэрогеля 10 масс.%

ФИГ. 4d представляет SEM-изображение PU 40-60 с содержанием аэрогеля 15 масс.%

ФИГ. 5 представляет график кривых зависимости между сжимающим напряжением и деформацией PU 40-60 для армированного PU 40-60 при различных уровнях процентного по массе содержания аэрогеля в цикле приложения нагрузки-снятия нагрузки.

ФИГ. 6 представляет график кривых зависимости передаваемого усилия от времени для PU 40-60 для армированного PU 40-60 при различных уровнях процентного по массе содержания аэрогеля.

ФИГ. 7 представляет график теплопроводности PU 40-60 и PU 40-60, и различные уровни процентного по массе содержания аэрогеля в армированном PU 40-60.

#### **ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Примерные варианты исполнения ударопоглощающего материала и ударопоглощающего предмета будут описаны ниже со ссылкой на ФИГУРЫ 1-7.

В настоящей заявке, как иллюстрировано в ФИГ. 1b, ударопоглощающий материал 100 включает гибкую закрытоячеистую полимерную пену 10, армированную аэрогелевым наполнителем в форме частиц 20 аэрогеля. Полимерная пена 10 имеет твердую фазу 12 и газообразную фазу 11, диспергированную в виде ячеек 11 в твердой фазе 12. При сравнении с чистой полимерной пеной 10, показанной на ФИГ. 1a (прототип), можно видеть, что частицы 20 аэрогеля диспергированы в твердой фазе 12 полимерной пены 10, и не в газовых ячейках 11. Гибкая полимерная пена 10 может защищать хрупкие частицы 20 аэрогеля от разрушения, тогда как добавление частиц 20 аэрогеля к полимерной пене 10 создает наноячеистую структуру в твердой фазе 12 пеноматериала 10 для

улучшения эксплуатационных характеристик материала 100. Ударопоглощающий материал 100 является легковесным, восстанавливает форму после большой деформации, поглощает удар, и имеет превосходные теплоизоляционные свойства.

Полимерная пена 10 как часть ударопоглощающего материала 100 может включать пену полиуретана (PU) (вспененный полиуретан), образованную реакцией между изоцианатными ( $-NCO$ ) группами и гидроксильными ( $-OH$ ) группами, со вспениванием, обусловленным диоксидом углерода, который образуется из реакции изоцианатных групп с водой (вспенивающим агентом). Соотношение между группами  $-NCO$  и  $HO$ -группами в PU пене 10 предпочтительно составляет 1. Группы  $-NCO$  могут быть группами в изофорондиизоцианате (IPDI), тогда как группы  $-OH$  могут быть группами полиолов. При формировании PU пены 10 предпочтительно используются два различных источника групп  $-OH$ , чтобы регулировать механические свойства PU пены 10.

В одном примерном варианте исполнения PU пена 10 была получена с использованием IPDI с  $M_w=222$  Дальтона и гликолей двух типов: глицерина и полипропиленгликоля (PPG). Глицерин, содержащий короткие молекулы (относительно PPG) с тремя  $HO$ -группами, обеспечивает жесткость PU пены 10, когда реагирует с группами  $-NCO$  с образованием жестких сегментов, тогда как PPG с  $M_n=1000$  Дальтонов, включающий длинные молекулы (относительно глицерина) с двумя  $HO$ -группами на концах молекул, обеспечивает гибкость PU пены, когда реагирует с группами  $-NCO$  с образованием мягких сегментов, как показано в ФИГ. 2. Соотношение между короткими (глицерин) и длинными (PPG) гликолями определяет механические свойства PU пены 10. В ударопоглощающем материале 100 отношение количества  $HO$ -групп, полученных из глицерина, к количеству  $HO$ -групп, полученных из PPG, варьирует от 60:40 до 40:60. Это эквивалентно весовому отношению глицерина к PPG, варьирующему от 8,4:91,6 до 3,9:96,1.

В примерном варианте исполнения фиксированное количество в 1 масс. % 2-этилгексаноата олова (II) использовалось в качестве катализатора. Деминерализованная вода (DI) применялась в качестве вспенивающего агента, и фиксированное количество в 4

масс.‰ имеющегося в продаже на рынке силиконового поверхностно-активного вещества NIAХ® L-580 применялось в качестве поверхностно-активного вещества для эмульгирования, нуклеации и стабилизации PU пены 10. В ФИГ. 3 показана реакция при вспенивании, в которой ячейки с диоксидом 11 углерода становятся диспергированными в PU 12 с образованием PU пены 10, как показано в ФИГ. 1b.

В примерном ударопоглощающем материале 100 PU пена 10 армирована частицами 20 аэрогеля в количестве от 0,1 до 15 масс.‰, приводя к введению наноячеистых структур, как показано в ФИГ. 1b и в ФИГ. 4. Материал аэрогеля предпочтительно представляет собой оксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ), который может быть приобретен в фирме JIOS Aerogel (USA) в форме порошка кремнеземного аэрогеля с размером частиц 1-40 мкм и диаметром пор около 20 нм. Более предпочтительно кремнеземный аэрогель имеет размер частиц 2-20 мкм. Диспергирование частиц 20 аэрогеля, имеющих наноразмерные поры, в твердой фазе 12 пеноматериала 10 тем самым приводит к образованию наноячеистых структур в ударопоглощающем материале 100.

Таблица 1 ниже показывает состав ударопоглощающего материала 100 в примерном варианте исполнения:

Таблица 1

Компонент	Роль	Частей по массе
Глицерин, PPG	НО-группа	100
Силикон NIAХ® L-580	Поверхностно-активное вещество	4
2-Этилгексаноат олова (II)	Катализатор	1
DI-вода	Вспенивающий агент	0,5
Кремнеземный аэрогель	Наполнитель	1-15
NCO-индекс (IPDI)	NCO/OH	1

Ударопоглощающий материал 100 может быть получен с использованием следующих стадий:

i) смешения предварительно заданных количеств полиолов

глицерина и PPG с образованием смеси полиолов;

ii) добавления поверхностно-активного вещества, вспенивающего агента, катализатора и наполнителя к смеси полиолов с образованием многокомпонентной смеси;

iii) добавления IPDI к многокомпонентной смеси с образованием реакционной смеси;

iv) обеспечения вспенивания и отверждения реакционной смеси для получения ударопоглощающего материала.

Реакционная смесь предпочтительно выдерживается в течение времени от 5 до 10 секунд, или может перемешиваться в течение одной минуты при комнатной температуре, и затем вылита в форму, в которой происходит вспенивание. Форма может быть любого типа, такого как открытая кубическая форма, и может быть предварительно нагрета, например, до 50°C. Вспенивание может происходить в течение от около 5 до 10 минут. Затем может быть проведено отверждение в течение 48 часов или около того при комнатной температуре, или сокращено до времени от 3 до 4 часов при температуре от 50 до 60°C.

#### Экспериментальное исследование PU пен

Пять различных образцов PU пен (без добавления кремнеземного аэрогеля в качестве наполнителя) были приготовлены с использованием различных отношений глицерина к PPG, следующим образом: 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, и 20:80. Соответственно этому, для пяти различных образцов PU пен массовое отношение полиола (включающее как глицерин, так и PPG) к IPDI составляло 21,6:78,4, 52,9:47,1, 66,4:33,6, 73,9:26,1, и 78,6:21,4.

#### **Плотность PU пен**

Плотность образцов PU пен была рассчитана из массы и объема образцов согласно стандарту ASTM D3574-17. Образцы имели кубическую форму, и их масса и размер были измерены с использованием весов с цифровой индикацией и штангенциркуля, соответственно.

#### **Испытания PU пен на сжатие**

Свойства образцов PU пен при сжимающей нагрузке были определены с использованием тестера Instron 5567 согласно

стандарту EN ISO3386-1. Все измерения проводились при комнатной температуре и 65%-ной относительной влажности со скоростью траверсы 1 мм/минуту. Круглые образцы для испытаний на сжатие имели размер 55 мм в диаметре и 12 мм толщины, и были подвергнуты сжатию до 50% из исходной толщины. Были испытаны по меньшей мере три образца для каждой партии, и были зарегистрированы средние значения при разрушении или 50%-ной деформации.

#### **Остаточная деформация сжатия PU пен**

Остаточная деформация сжатия PU пен была определена при постоянной нагрузке в воздухе методом согласно стандарту ASTM D395. Все вспененные образцы были разрезаны в форме цилиндрического диска с диаметром 29 мм и толщиной 12,5 мм, и затем помещены в сжимающее устройство. К испытательным образцам прилагалось усилие сжатия 200 Н, соответственно давлению 0,3 МПа. Деформацию удерживали в течение 22 часов при комнатной температуре, и затем внешнюю нагрузку убирали. Деформированные образцы оставляли на еще 1 час, и затем измеряли толщину пеноматериалов. Остаточную деформацию сжатия рассчитывали с использованием приведенного ниже уравнения (1):

$$\text{Остаточная деформация сжатия (\%)} = \frac{\text{исходная толщина} - \text{конечная толщина}}{\text{исходная толщина}} \times 100\% \quad (1)$$

#### **Испытания PU пен на удар**

Смягчение ударов образцами PU пен оценивали в динамических испытаниях на удар. Испытания проводили на установке для испытания на удар с качающимся рычагом (twin wire flying arm) (Cadex Inc.). Все образцы PU пен были предварительно кондиционированы перед испытанием при 23°C и 65%-ной относительной влажности. Стальной сферический ударник (массой 5 кг, с радиусом 73 мм) падал, производя удар с энергией 5 Джоулей по вспененному образцу (с размерами 25 см×25 см×1,5 см), помещенному на блок динамометрического датчика. С динамометрического датчика определяли силу, передающуюся через образцы 20 испытуемой PU пены. Для каждого образца PU пены регистрировали кривую усилия в зависимости от времени, среднюю

пиковую нагрузку и максимальное ускорение при пяти повторяющихся ударах.

### Теплоизоляционные характеристики

Теплопроводность образцов PU пен измеряли с использованием пористой защищенной термопластины (sweating guarded hotplate) (Thermetrics) согласно стандарту ASTM D1518. Образцы пеноматериалов с размерами 25 см×25 см×1 см были испытаны в условиях неподвижного воздуха после кондиционирования перед испытанием при 20°C и 65%-ной относительной влажности.

### Результаты испытаний на PU пенах

Плотность и механические характеристики PU пен с различными отношениями PPG к глицерину показаны ниже в Таблице 2. Плотность полученных PU пен варьировалась в диапазоне 0,147-0,405 г/см<sup>3</sup>, и возрастала по мере увеличения содержания PPG. Когда содержание PPG повышается, деформация сжатия при разрушении поначалу увеличивается до 40,9%, и затем становится превышающей 50,0%, тогда как модуль упругости при сжатии и напряжение повышаются постепенно.

Таблица 2

Пеноматериал	Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	Модуль упругости при сжатии (МПа)	Напряжение сжатия (МПа)	Деформация сжатия при разрушении (%)
PU 100-0	147±8	1,343±0,121	0,13±0,02	8,9±1,2
PU 80-20	216±15	0,493±0,025	0,76±0,13	40,9±3,1
PU 60-40	293±18	0,252±0,019	0,50±0,02	—
PU 40-60	359±14	0,131±0,006	0,28±0,03	—
PU 20-80	405±24	0,107±0,011	0,10±0,02	—

«-» Нет четкого разрушения в структуре при 50%-ной деформации

Экспериментальное исследование содержания аэрогеля

Приготовили четыре PU пены, армированных кремнеземным аэрогелем с различными уровнями процентного содержания. PU пена имела 40% НО-групп, введенных глицерином, и 60% НО-групп,

введенных РРГ (называется как PU 40-60). Различные уровни содержания аэрогеля в масс.% в PU 40-60 составляли 0%, 5%, 10% и 15%.

Вариации морфологии PU 40-60 до и после введения кремнеземных аэрогелей были исследованы с использованием SEM-метода. Небольшой кусок каждого из четырех PU пен, армированных кремнеземным аэрогелем с различными уровнями весового процентного содержания, был разрезан с использованием ножа и покрыт золотом. Морфологические характеристики поперечного сечения приготовленных образцов, включающие размер ячеек, плотность ячеек и дисперсность ячеек, были исследованы с использованием сканирующего электронного микроскопа с полевой эмиссией (FE-SEM, JEOL, JSM-7600F). Как можно видеть в ФИГ. 4, все пеноматериалы проявляли закрытоячеистую структуру, и ячейки представляли собой относительно правильные сферы. По сравнению с чистой PU пеной, армированные аэрогелем пеноматериалы проявляли морфологические характеристики с меньшими размерами ячеек, более высокими плотностями ячеек и лучшей дисперсностью ячеек, при постоянном количестве вспенивающего агента (воды), что обуславливается резким возрастанием вязкости течения исходной смеси после введения аэрогелей. Таким образом, как будет обсуждаться позже, эти вариации морфологии, а также введение наноячеистых структур, играет важную роль в плане механических эксплуатационных свойств, смягчения ударов и теплоизоляционных характеристик пеноматериалов.

Свойства PU 40-60, армированных кремнеземным аэрогелем с различными уровнями весового процентного содержания, показаны ниже в Таблице 3. Было найдено, что плотность PU пен, армированных кремнеземным аэрогелем с различными уровнями весового процентного содержания, слегка снижается с возрастанием содержания аэрогеля, что отнесено на счет сверхнизкой плотности аэрогеля. Это снижение плотности содействует разработке легковесных ударопоглощающих предметов, таких как обувь и шлемы, тем самым сокращая затраты энергии в условиях деятельности, в которых предмет носится.

Технические характеристики сжатия PU пен, армированных

кремнеземными аэрогелями, были оценены в циклах приложения нагрузки-снятия нагрузки, как представлено ниже в ФИГ. 4 и в Таблице 3. Очевидно, что введение аэрогелей сохраняло превосходную мягкость PU пен, с деформацией при разрушении свыше 50%, тогда как модуль упругости при сжатии и напряжение, мгновенное восстановление формы (остаточная деформация) и долговечность (остаточная деформация сжатия) материалов PU 40-60, армированных кремнеземным аэрогелем с различными уровнями весового процентного содержания, улучшались с возрастанием количества аэрогелей.

Таблица 3

Содержание аэрогеля (масс.%)	Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	Модуль упругости при сжатии (МПа)	Напряжение сжатия (МПа)	Остаточная деформация * (%)	Остаточная деформация сжатия (%)
0	359±14	0,131±0,006	0,28±0,03	21,5±2,7	7,5±1,2
5	336±21	0,254±0,011	0,44±0,07	5,3±1,3	1,7±0,2
10	325±18	0,518±0,027	0,60±0,07	3,4±1,1	1,0±0,0
15	317±13	0,588±0,024	0,68±0,05	2,1±0,8	0,0±0,0

\*Деформация в длину при снятии с установки.

Наблюдалось умеренное возрастание модуля упругости при сжатии и напряжения полученных пеноматериалов с увеличением количества аэрогелей. Эти улучшения могут быть объяснены с позиции свойств полимеров и вариаций морфологии ячеек. В отношении первого из этих факторов, вследствие относительно более высокой жесткости кремнеземных аэрогелей на изгиб сравнительно с гибкой PU пеной [25], применение кремнеземных аэрогелей в качестве наполнителей наделяет пену PU улучшенной упругостью. Вариации морфологии пеноматериалов также оказывают влияние на механические свойства [26]. Меньшие по размеру и лучше диспергированные ячейки и более высокая плотность ячеек приводят к более равномерному распределению давления, когда к пеноматериалу прилагается сила, как наблюдалось и обсуждалось выше при анализе морфологии.

Способность пеноматериалов восстанавливать свою первоначальную форму была оценена в плане мгновенного восстановления формы и остаточной деформации сжатия. Как показано в Таблице 3, армированные кремнеземными аэрогелями пеноматериалы проявляли гораздо лучшее мгновенное восстановление формы от созданной деформации, чем чистая PU пена. В конце цикла приложения нагрузки-снятия нагрузки пеноматериалы имели меньшую остаточную деформацию с увеличением содержания кремнеземных аэрогелей, и демонстрировали остаточную деформацию только 2,1%, когда содержание аэрогелей составляло 15 масс.%, которая была гораздо более низкой, чем для чистой PU пены (21,5%). В сочетании с полным восстановлением формы всех пеноматериалов после свободного выдерживания в течение 1 часа эти выявленные факты позволяют предположить, что добавление аэрогелей может эффективно снижать время релаксации, что будет улучшать эксплуатационные характеристики пеноматериала при непрерывных циклах приложения нагрузки-снятия нагрузки. Испытания на остаточную деформацию сжатия также были выполнены для определения сохранения формы и упругих свойств после продолжительного напряжения сжатия. По сравнению с остаточной деформацией сжатия в 7,5% для чистой PU пены, пеноматериалы с аэрогелями имели более низкие значения остаточной деформации сжатия, в особенности для содержания аэрогеля на уровне 15 масс.%, где остаточная деформация сжатия была полностью устранена (Таблица 3). Внутренние ячейки и упругость полимерных стенок позволяют пеноматериалу деформироваться при нагрузке. Пока ячейки и полимерные структуры не разрушены под действием силы, пеноматериал склонен восстанавливать свою исходную форму при снятии нагрузки. Поэтому более низкие значения остаточной деформации сжатия наблюдались для армированных аэрогелем пеноматериалов вследствие улучшенной упругости твердой фазы и более однородному распределению давления после введения аэрогелей. В дополнение, восстановление формы армированных аэрогелем пеноматериалов также подразумевает, что до некоторой степени гибкий пеноматериал способен защищать аэрогели от физического разрушения.

Во время таких видов деятельности с весовыми нагрузками, как ходьба, прыжки и бег, некоторое количество энергии может поглощаться в результате изгибания и сминания стенок ячеек эластичного пеноматериала, и остальное возвращается в скелетную систему при восстановлении деформации пеноматериала [27]. Поэтому для любого конкретного количества энергии удара более высокая способность материала к поглощению энергии будет приводить к меньшей энергии, передаваемой на тело человека, тем самым сокращая опасность повреждения. Испытания на удар, проведенные в этой работе, были выполнены для достижения динамического анализа способности пеноматериалов смягчать удар при ударе пяткой. ФИГ. 6 показывает типичные кривые передачи нагрузки как функции времени для чистого и армированных аэрогелем пеноматериалов. Передаваемая нагрузка показывает подобную кривую для реальной походки, и тем самым нагрузка возвращается телу человека, то есть, передаваемое усилие может наблюдаться непосредственно. Из изменений передаваемого усилия очевидно, что армированные аэрогелем пеноматериалы превосходят чистый PU пена в способности к смягчению ударов, показывая более низкое передаваемое усилие и более длительное время демпфирования.

Способность к смягчению ударов материалов PU 40–60, армированных кремнеземным аэрогелем с различными уровнями весового процентного содержания, показана ниже в Таблице 4 в плане пиковой нагрузки и максимального ускорения. Пиковая нагрузка и максимальное ускорение обычно рассматриваются как два важных параметра, которые отражают смягчение материалом удара. Можно видеть, что пиковая нагрузка и максимальное ускорение проявляют одинаковую тенденцию: снижение с ростом содержания аэрогеля. Когда содержание аэрогеля повышается от 0 масс.% до 15 масс.%, пиковая нагрузка и максимальное ускорение снижаются на 37,3% и 35,7%, соответственно.

Таблица 4

Содержание аэрогеля	Пиковая нагрузка	Сокращение пиковой	Максимальное ускорение	Сокращение максимального
---------------------	------------------	--------------------	------------------------	--------------------------

(масс.%)	(Н)	нагрузки, %	(G)	ускорения, %
0	2470±22	–	46,2±0,5	–
5	1919±14	22,3±0,6	35,8±0,2	22,5±0,4
10	1654±22	33,0±0,9	32,2±0,8	30,3±1,7
15	1547±5	37,3±0,2	29,7±0,1	35,7±0,2

При данной энергии удара в 5 Дж более низкие значения являются показательными для лучшей способности поглощать удары пеноматериалов и меньшей энергии, возвращаемой в ногу, показывая, что добавление аэрогелей содействует рассеянию энергии. Усиленное смягчение ударов армированных кремнеземным аэрогелем пеноматериалов может быть объяснено теми же соображениями, как и для механических характеристик сжатия армированных кремнеземным аэрогелем пеноматериалов. В случае твердой фазы аэрогели улучшают механические свойства полимера. С другой стороны, вариации морфологии, например, меньший размер ячеек, лучшая дисперсность ячеек, и введение наноячеистых структур, содействует равномерному распределению давления и лучшему рассеянию напряжения [28].

Помимо механических свойств и способности смягчать удары, еще один критически важный фактор представляет собой теплопроводность пеноматериалов, которая должна рассматриваться применительно к обуви для холодной окружающей среды. Теплопроводность внутри вспененных материалов главным образом обуславливается проводимостью через газообразную 11 и твердую фазы 12 пеноматериала [29]. Поскольку теплопроводность полимера 12 является гораздо более высокой, чем газа 11 (например, воздуха, газообразного CO<sub>2</sub>) [11], более эффективным путем улучшения теплоизоляционных свойств пеноматериала 10 может быть снижение теплопроводности твердой фазы 12 иным образом, нежели газообразной фазой 11. В раскрытом теперь ударопоглощающем материале 100 теплопроводность через твердую фазу 12 пеноматериала 10 была снижена введением аэрогелей 20, которые имеют наименьшую измеренную теплопроводность [11, 30, 31]. Тем самым в пеноматериал 10 были введены наноячеистые структуры аэрогелей 20, приводя к меньшей теплопроводности благодаря

эффекту Кнудсена, соответственно чему передача тепла ограничивается замкнутыми газообразными фазами. ФИГ. 7 показывает теплопроводность PU 40-60, армированных кремнеземным аэрогелем с различными уровнями весового процентного содержания. Величина содержания частиц 20 аэрогеля в пеноматериале 10 была показана как эффективный путь снижения теплопроводности. Чем больше аэрогеля было введено, тем более низкую теплопроводность проявляет ударопоглощающий материал 100. Ударопоглощающий материал 100 с 15 масс.% аэрогеля проявляет самую низкую теплопроводность, сниженную на 45% сравнительно с чистой PU пеной (0 масс.% аэрогеля), показывая лучшую теплоизоляцию для раскрытого теперь ударопоглощающего материала 100 сравнительно с чистой PU пеной. Снижение теплопроводности главным образом приписывается сверхнизкой теплопроводности частиц 20 аэрогеля. Введение частиц 20 аэрогеля с успехом создает наноячеистые структуры в твердой фазе 12, которые более эффективно ограничивают теплопередачу, чем микро- и макропористые структуры [11]. Кроме того, снижение теплопроводности также соотносится с сокращением размера ячеек и возрастанием плотности ячеек после добавления частиц 20 аэрогеля в пеноматериал 10 [32, 33].

Раскрытый выше ударопоглощающий материал 100 в особенности пригоден для применения в ударозащитных изделиях, таких как обувь, шлемы, перчатки и предохранительные щитки с мягкой обшивкой, для различных частей человеческого тела, которые носят пользователи для их защиты в спорте, при строительстве и в других отраслях промышленности, при вождении мотоциклов, и для прочих вариантов применения при дорожном движении, для обороны и других вариантов применения для защиты и безопасности, и т.д. Такие ударозащитные изделия, содержащие ударопоглощающий материал, обеспечивают владельцам изделий легковесную и прочную защиту от ударов, и также теплоизоляцию, где это желательно. Например, ударопоглощающий материал 100 может быть введен в подошву спортивной обуви, обшивку шлема, обшивку ладонной части перчатки, подкладку жилета, для защиты паховой области, для защиты локтей, для защиты коленей, для наплечных прокладок, и так далее.

В то время как в приведенном выше описании были представлены примерные варианты осуществления настоящего изобретения, квалифицированным специалистам в этой области технологии будет понятно, что многие вариации и комбинации в деталях конфигурации, конструкции и/или эксплуатации могут быть сделаны без выхода за пределы настоящего изобретения. Например, в то время как IPDI был описан выше как источник групп  $-NCO$ , используемых для формирования PU пены, могут быть применены альтернативные источники групп  $-NCO$ , такие как толуилдиизоцианат (TDI). В то время как глицерин и PPG были описаны выше как источники  $HO$ -групп для формирования PU пены, другие полиолы могут служить в качестве источников  $HO$ -групп, такие как этиленгликоль, полиэтиленоксид, пентаэритрит. Кроме того, в то время как PU был описан выше как пример полимерной пены 10 в раскрытом теперь ударопоглощающем материале, следует отметить, что в качестве полимерной пены 10 могут быть применены другие вспененные полимеры, например, полистирол, полиэтилен, полипропилен, полиэтилвинилацетат, полибутилен, полиамид, и их сополимеры. Где используются вспененные полимеры не на основе PU, такие вспененные полимеры могут быть образованы компаундированием частиц аэрогеля и полимерных гранул с использованием компаундирующего экструдера с последующим прямым вспениванием, или вспениванием на второй стадии обработки композита из частиц аэрогеля и полимера во время экструзии, инъекционного формования и прочих обычных способов обработки полимеров. В то время как кремнеземный аэрогель был описан выше как наполнитель 20, альтернативно или дополнительно могут быть использованы в качестве наполнителя 20 аэрогели, выполненные из других материалов, например, оксида металла, такого как оксид алюминия ( $Al_2O_3$ ), углерода, и полимеров, таких как полиимид. Кроме того, представляется, что в качестве наполнителя может быть применен аэрогель более чем одного типа.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Kuklane K., (1999) Footwear for cold environments thermal properties, performance and testing (Термические характеристики обуви для холодной окружающей среды,

эксплуатационные свойства и испытание). National Institute for Working Life, Стокгольм, стр. 7-9

[2] Mills N., (2007) Polymer foams handbook: engineering and biomechanics applications and design guide (Справочник по вспененным полимерам: наставление по инженерной разработке и биомеханическим вариантам применения и конструирования). Издательство Butterworth-Heinemann, Оксфорд, стр. 308-327

[3] Shariatmadari M.R., English R., Rothwell G. (2012) Effects of temperature on the material characteristics of midsole and insole footwear foams subject to quasi-static compressive and shear force loading (Влияния температуры на характеристики материалов прослойки между стелькой и подошвой и стелькой обуви из пеноматериалов, подвергаемых квазистатической сжимающей нагрузке и сдвиговым усилиям). Mater. Des., том 37: стр. 543-559, Фигура 6, Thermal conductivity for PU foams reinforced with 0-15 wt% aerogels (Теплопроводность PU-пеноматериалов, армированных 0,15 масс.% аэрогелей). J. Mater. Sci. (2018), том 53: стр. 9463-9472, 9471

[4] Brodsky J.W., Kourosh S., Stills M., Mooney V. (1988) Objective evaluation of insert material for diabetic and athletic footwear (Объективная оценка материалов для вставок в обувь для диабетиков и спортсменов). Foot Ankle Int., том 9: стр. 111-116

[5] Pratt D. (1990) Long term comparison of some shock attenuating insoles (Долговременное сравнение некоторых ударопоглощающих стелек). Prosthet. Orthot. Int., том 14: стр. 59-62

[6] Edwards J., Rome K. (1992) A study of the shock attenuating properties of materials used in chiropody (Исследование характеристик ударопоглощения материалов, используемых при педикюре). Foot, том 2: стр.99-105

[7] Saraswathy G., Gopalakrishna G., Das B., Mohan R., Radhakrishnan G., Pal S. (2009) Development of polyurethanebased sheets by coagulation method and study of mechanical and cushion properties for therapeutic footwear applications (Разработка листов на основе полиуретана способом коагуляции, и исследование

механических и амортизирующих свойств для применения в терапевтической обуви). *Polym. Plast. Technol. Eng.*, том 48: стр. 239-250

[8] Papadopoulos A.M. (2005) State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments (Состояние технологии в области теплоизоляционных материалов для будущих разработок). *Energy Buildings*, том 37: стр. 77-86

[9] Danowska M., Piszczyk Ł., Strankowski M., Gazda M., Haponiuk J.T. (2013) Rigid polyurethane foams modified with selected layered silicate nanofillers (Жесткие вспененные полиуретаны, модифицированные некоторыми нанонаполнителями из слоистых силикатов). *J. Appl. Polym. Sci.*, том 130: стр. 2272-2281

[10] Jelle B.P. (2011) Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions - properties, requirements and possibilities (Традиционные, прототипные и будущие теплоизоляционные строительные материалы, и технические решения - свойства, требования и возможности). *Energy Buildings*, том 43: стр. 2549-2563

[11] Forest C., Chaumont P., Cassagnau P., Swoboda B., Sonntag P. (2015) Polymer nano-foams for insulating applications prepared from CO<sub>2</sub> foaming (Полимерные нанопены для изоляционных вариантов применения, полученные вспениванием с использованием CO<sub>2</sub>). *Prog. Polym. Sci.*, том 41: стр. 122-145

[12] Connor E.F., Lee V.Y., Magbitang T. и др. (2004) First example of a nanoporous high-temperature polymer thermoset: eluding transition-time-temperature constraints associated with organic thermosets (Первый пример нанопористого высокотемпературного термореактивного полимера: устранение ограничений температурных условий времени перехода, связанных с органическими реактопластами). *Adv. Mater.*, том 16: стр. 1525-1529

[13] Kato T., Hillmyer M.A. (2012) Functionalized nanoporous polyethylene derived from miscible block polymer blends (Функционализированный нанопористый полиэтилен, образованный из смесей совместимых блок-сополимеров). *ACS Appl.*

Mater. Interfaces, том 5: стр. 291-300

[14] Smarsly B., Antonietti M. (2006) Block copolymer assemblies as templates for the generation of mesoporous inorganic materials and crystalline films (Блок-сополимерные агрегаты как шаблоны для формирования мезопористых неорганических материалов и кристаллических пленок). Eur. J. Inorg. Chem., том 2006: стр. 1111-1119

[15] He X., Cheng X., Zhang Y., Shao Z. (2018) Multiscale structural characterization of methyltriethoxysilane-based silica aerogels (Многомасштабное структурное охарактеризование кремнеземных аэрогелей на основе метилтриэтоксисилана). J. Mater. Sci., том 53: стр. 994-1004. <https://doi.org/10.1007/s10853-017-1597-1>

[16] Kim G., Hyun S. (2003) Effect of mixing on thermal and mechanical properties of aerogel-PVB composites (Влияние смешения на термические и механические свойства аэрогель-PVB-композиатов). J. Mater. Sci., том 38: стр. 1961-1966. <https://doi.org/10.1023/A:1023560601911>

[17] Nazeran N., Moghaddas J. (2017) Synthesis and characterization of silica aerogel reinforced rigid polyurethane foam for thermal insulation application (Синтез и охарактеризование упрочненного кремнеземным аэрогелем жесткого вспененного полиуретана для применения в качестве теплоизоляции). J. Non-Cryst. Solids, том 461: стр. 1-11

[18] Kraner Zrim P., Mekjavic I., Rijavec T. (2016) Properties of laminated silica aerogel fibrous matting composites for footwear applications (Свойства ламинированных кремнеземным аэрогелем волокнистых покровных композиатов для применения в обуви). Text. Res. J., том 86: стр. 1063-1073

[19] Lin H-R. (1997) The structure and property relationships of commercial foamed plastics (Взаимосвязь структуры и свойств промышленных вспененных пластиков). Polym. Test., том 16: стр. 429-443

[20] Lu X., Caps R., Fricke J., Alviso C., Pekala R. (1995) Correlation between structure and thermal conductivity of organic aerogels (Корреляция между структурой и

теплопроводностью органических аэрогелей). *J. Non-Cryst. Solids*, том 188: стр. 226-234

[21] Klempner D., Frisch K.C. (1991) Handbook of polymeric foams and foam technology (Справочник по вспененным полимерам и технологии вспенивания). Издательство Hanser, Мюнхен, стр. 17-46

[22] Scarfato P., Di Maio L., Incarnato L. (2017) Structure and physical-mechanical properties related to comfort of flexible polyurethane foams for mattress and effects of artificial weathering (Структура и физико-механические свойства, касающиеся комфортности гибких вспененных полиуретанов для матрацев, и эффекты ускоренного выветривания). *Compos. Часть B: Eng.*, том 109: стр. 45-52

[23] Chen Y., Das R., Battley M. (2015) Effects of cell size and cell wall thickness variations on the stiffness of closed-cell foams (Влияния вариаций размера ячеек и толщины стенок ячеек на жесткость закрытоячеистых пеноматериалов). *Int. J. Solids Struct.*, том 52: стр. 150-164

[24] Smits G. (1994) Effect of cellsize reduction on polyurethane foam physical properties (Влияние сокращения размера ячеек на физические свойства вспененных полиуретанов). *J. Therm. Insul. Build. Envel.*, том 17: стр. 309-329

[25] Parmenter K.E., Milstein F. (1998) Mechanical properties of silica aerogels (Механические характеристики кремнеземных аэрогелей). *J. Non-Cryst. Solids*, том 223: стр. 179-189

[26] Srivastava V., Srivastava R. (2014) On the polymeric foams: modeling and properties (К вопросу о вспененных полимерах: моделирование и свойства). *J. Mater. Sci.*, том 49: стр. 2681-2692. <https://doi.org/10.1007/s10853-013-7974-5>

[27] Ramirez B., Gupta V. (2018) Evaluation of novel temperature-stable viscoelastic polyurea foams as helmet liner materials (Оценка новых термостойких вязкоупругих вспененных полимочевин в качестве материалов для облицовки шлемов). *Mater. Des.*, том 137: стр. 298-304

[28] Deqing W., Weiwei X., Xiangjun M., Ziyuan S. (2005) Cell structure and compressive behavior of an aluminum foam

(Ячеистая структура и поведение при сжатии вспененного алюминия). *J. Mater. Sci.*, том 40: стр. 3475-3480. <https://doi.org/10.1007/s10853-005-2852-4>

[29] Reglero Ruiz J.A., Saiz-Arroyo C., Dumon M., Rodri'guez-Perez M.A., Gonzalez L. (2011) Production, cellular structure and thermal conductivity of microcellular (methyl methacrylate)- (butyl acrylate)- (methyl methacrylate) triblock copolymers (Получение, ячеистая структура и теплопроводность микроячеистых триблок-сополимеров метилметакрилата-бутилакрилата-метилметакрилата). *Polym. Int.*, том 60: стр. 146-152

[30] Fricke J., Emmerling A. (1992) Aerogels (Аэрогели). *J. Am. Ceram. Soc.*, том 75: стр. 2027-2035

[31] Madyan O.A., Fan M., Feo L., Hui D. (2016) Physical properties of clay aerogel composites: an overview (Физические свойства глинистых аэрогелевых композитов: обзор). *Compos. Part B: Eng.*, том 102: стр. 29-37

[32] Koo M.S., Chung K., Youn J.R. (2001) Reaction injection molding of polyurethane foam for improved thermal insulation (Реакционное инжекционное формование вспененного полиуретана для улучшенной теплоизоляции). *Polym. Eng. Sci.*, том 41: стр. 1177-1186

[33] Kim S., Park H., Jeong H., Kim B. (2010) Glass fiber reinforced rigid polyurethane foams (Армированные стекловолокном жесткие вспененные полиуретаны). *J. Mater. Sci.*, том 45: стр. 2675-2680. <https://doi.org/10.1007/s10853-010-4248-3>

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Ударопоглощающий материал, включающий:  
полимерную пену, имеющую твердую фазу и газообразную фазу, диспергированную в виде ячеек в твердой фазе; и  
частицы аэрогеля, диспергированные только в твердой фазе полимерной пены.
2. Материал по п.1, в котором количество частиц аэрогеля составляет от 0,1 до 15% по массе.
3. Материал по п.1 или п.2, в котором размер частиц аэрогеля составляет от 2-20 мкм.
4. Материал по любому из предшествующих пунктов, в котором частицы аэрогеля включают поры, имеющие диаметр около 20 нм.
5. Материал по любому из предшествующих пунктов, в котором плотность полимерной пены составляет от 100 кг/м<sup>3</sup> до 400 кг/м<sup>3</sup>.
6. Материал по любому из предшествующих пунктов, в котором полимерная пена включает пене полимера, выбранного из группы, состоящей из: полиуретана (PU), полистирола, полиэтилена, полипропилена, полиэтилвинилацетата, полибутилена, полиамида, и их сополимеров.
7. Материал по п.6, в котором полимерная пена включает вспененный PU, имеющий мягкие сегменты и жесткие сегменты.
8. Материал по п.7, в котором мягкие сегменты сформированы реакцией между изоцианатом и первым полиолом, и жесткие сегменты сформированы реакцией между изоцианатом и вторым полиолом, причем первый полиол имеет более длинные молекулы, чем второй полиол.
9. Материал по п.8, в котором первый полиол включает полипропиленгликоль (PPG), и второй полиол включает гликоль.
10. Материал по п.8 или п.9, в котором изоцианат включает изофорондиизоцианат (IPDI).
11. Материал по любому из предшествующих пунктов, в котором частицы аэрогеля выполнены по меньшей мере из одного материала, выбранного из группы, состоящей из: кремнезема, оксида металла, углерода и полимера.
12. Материал по любому из предшествующих пунктов, в котором частицы аэрогеля включают порошок кремнеземного аэрогеля.

13. Ударозащитное изделие, включающее:

ударопоглощающий материал по любому из предшествующих пунктов,

причем ударопоглощающий материал выполнен с возможностью обеспечения защиты от ударных воздействий носящему ударозащитное изделие пользователю.

14. Изделие по п.13, в котором полимерная пена включает PU пену, имеющий мягкие сегменты и жесткие сегменты, и частицы аэрогеля включают порошок кремнеземного аэрогеля.

15. Изделие по п. 13 или 14, причем ударозащитное изделие включает по меньшей мере одно из: туфли, шлема, перчатки, и предохранительного щитка с мягкой обшивкой для части человеческого тела.

16. Способ получения ударопоглощающего материала, включающий стадии:

(a) смешения предварительно заданных количеств глицерина и PPG с образованием смеси полиолов;

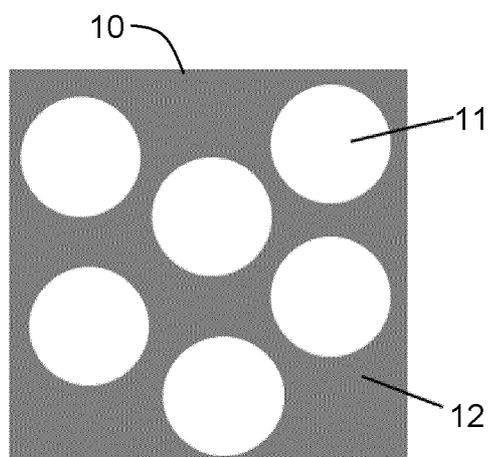
(b) добавления поверхностно-активного вещества, вспенивающего агента, катализатора и порошка кремнеземного аэрогеля к смеси полиолов с образованием многокомпонентной смеси;

(c) добавления IPDI к многокомпонентной смеси с образованием реакционной смеси;

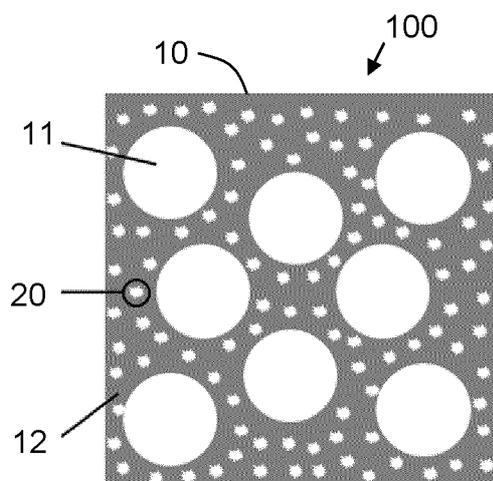
(d) обеспечения вспенивания и отверждения реакционной смеси для получения ударопоглощающего материала.

17. Способ по п.16, в котором стадия (d) включает выливание реакционной смеси в предварительно нагретую литьевую форму и обеспечения вспенивания в форме, извлечение вспененной реакционной смеси из формы и обеспечение отверждения реакционной смеси при комнатной температуре.

По доверенности

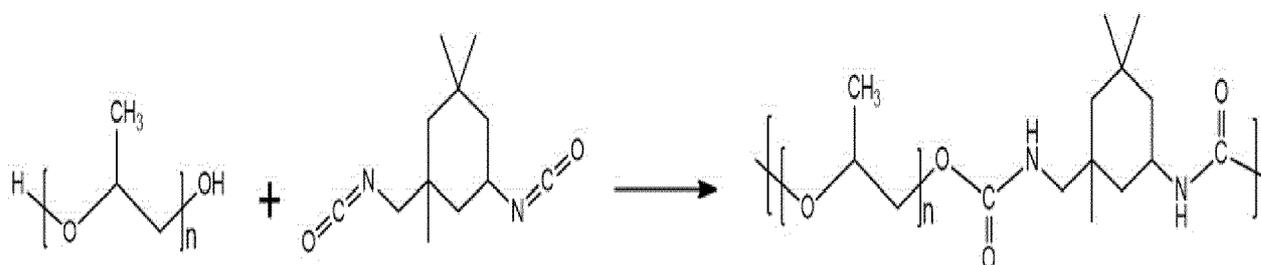


ФИГ. 1а

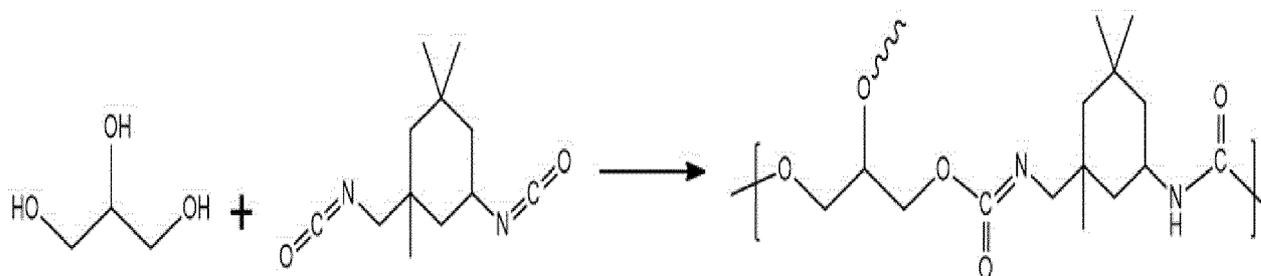


ФИГ. 1б

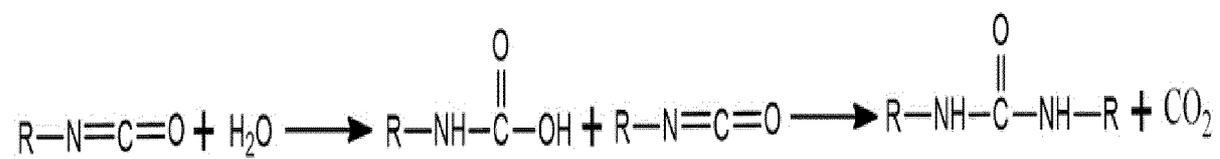
Мягкий сегмент



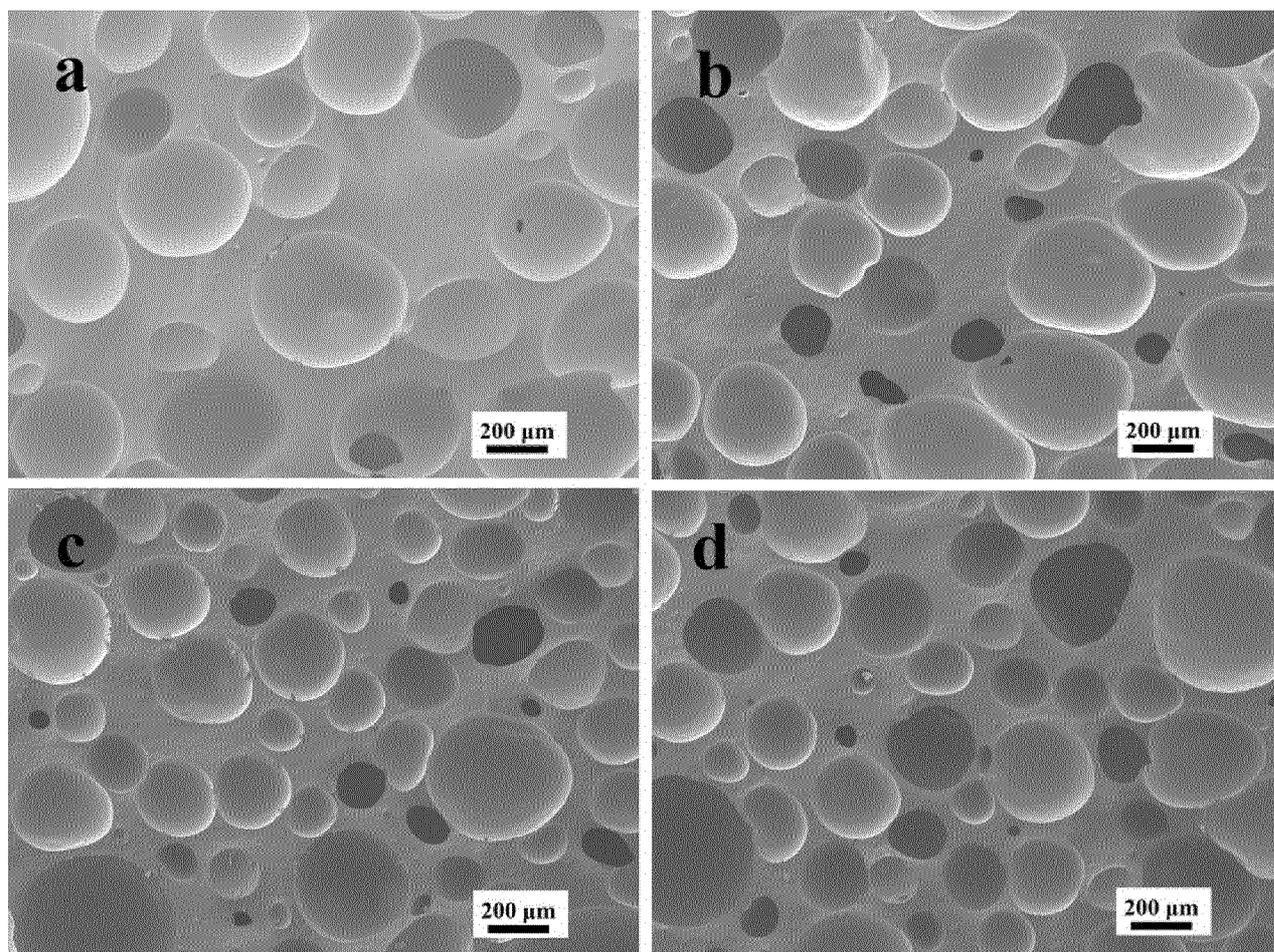
Жесткий сегмент



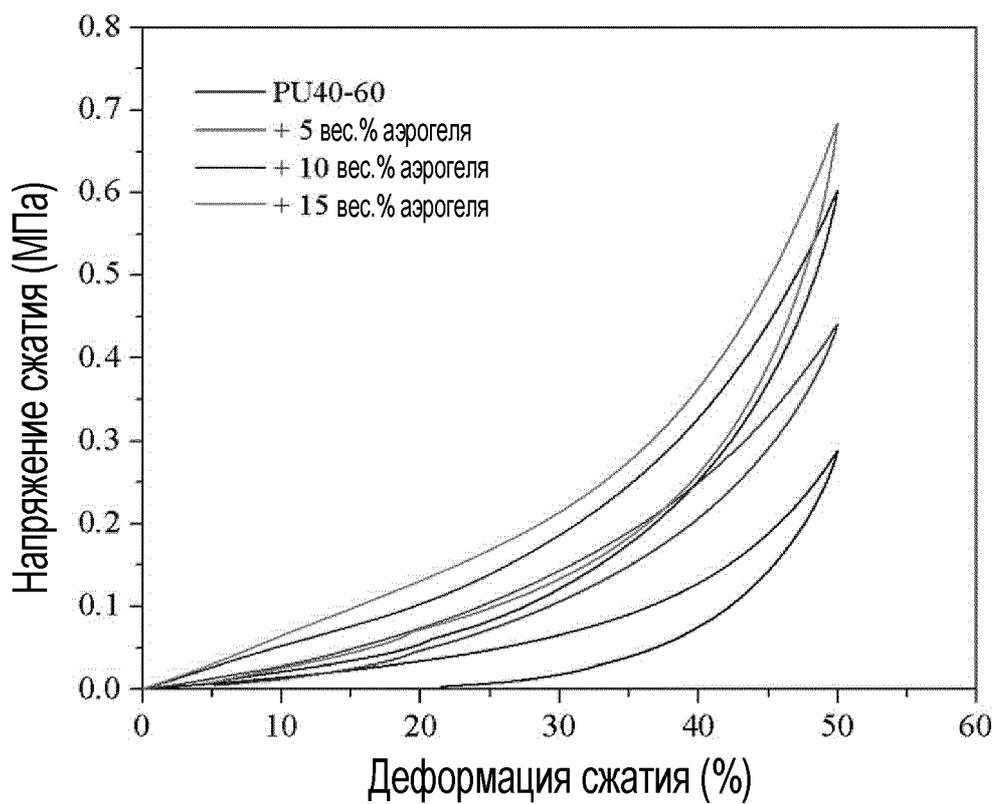
ФИГ. 2



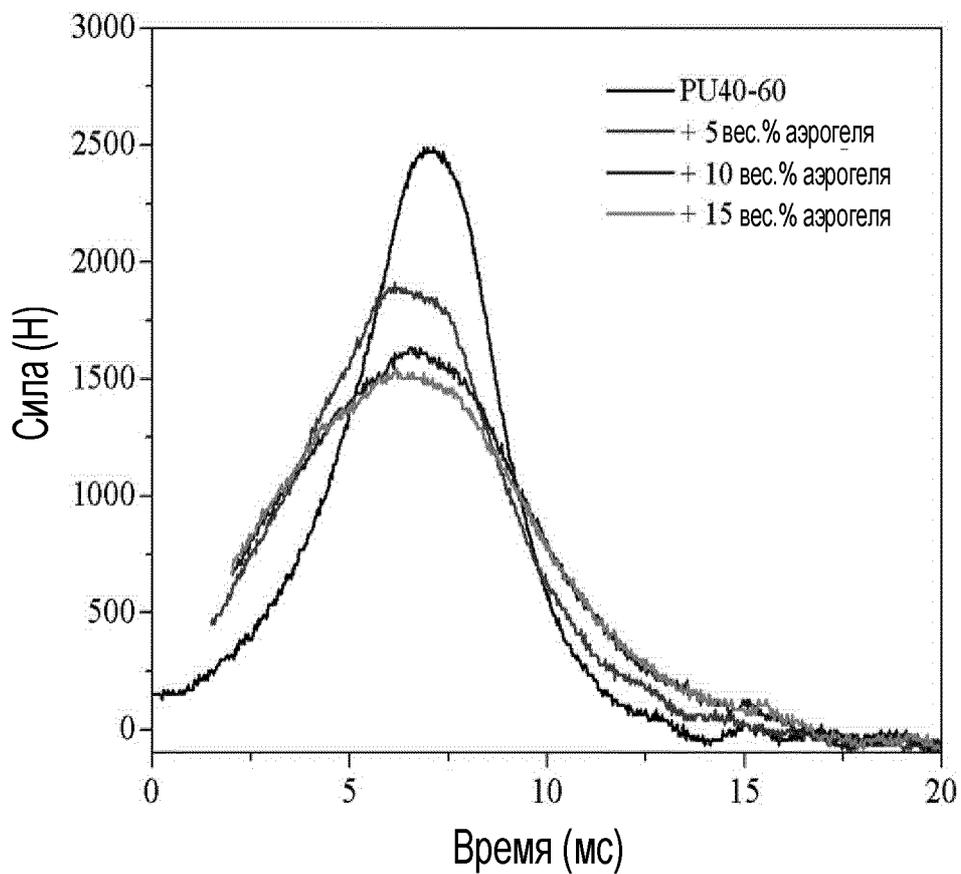
ФИГ. 3



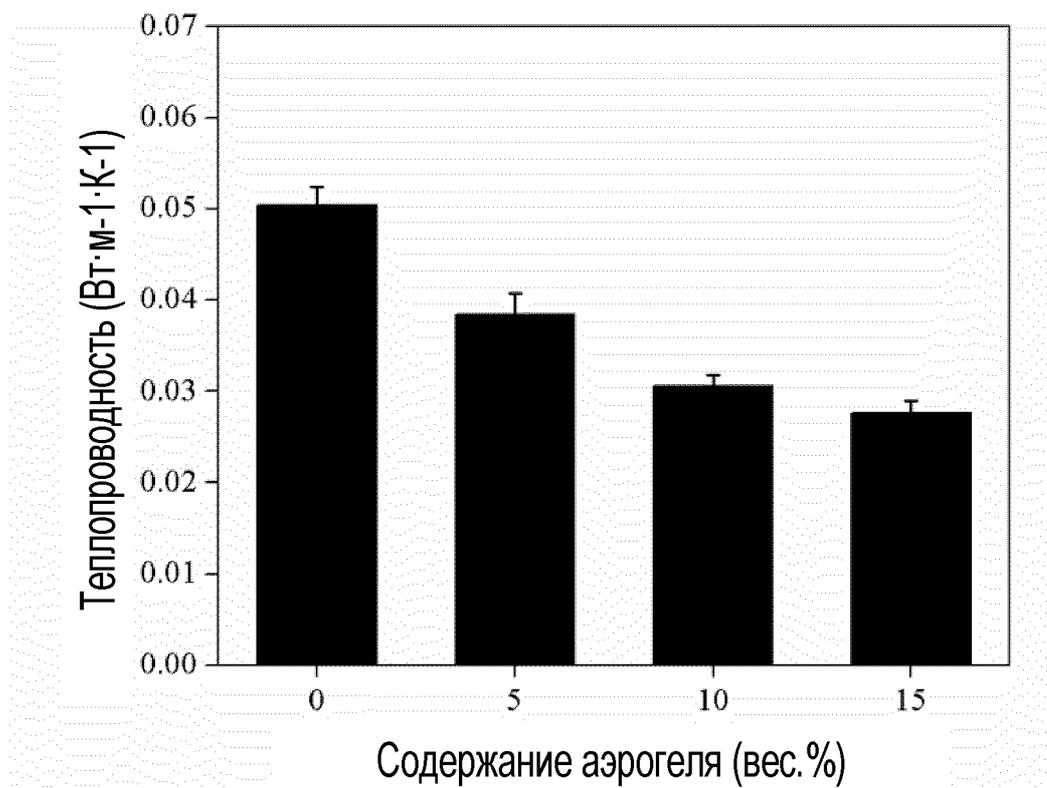
ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7

## ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ  
ПОИСКЕ(статья 15(3) ЕАПК и правило 42  
Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201891924

Дата подачи: 25/09/2018

Дата испрашиваемого приоритета:

Название изобретения: УДАРОПОГЛОЩАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ

Заявитель: СПОРТ ЭНД ФЭШН МЕНЕДЖМЕНТ ПТЕ ЛТД

 Некоторые пункты формулы не подлежат поиску (см. раздел I дополнительного листа). Единство изобретения не соблюдено (см. раздел II дополнительного листа)А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: см. дополнительный лист  
B05D7/00, C08G18/08, C08K3/36, C08J9/02,  
C08J9/32, C14C11/00, D06N3/00.

## Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Минимум просмотренной документации (система классификации и индексы МПК)  
C08K3/00, C08G18/00, C08K3/36, C08J9/00, C08J9/02, C08J9/32, B05D7/00, C14C11/00, D06N3/00.

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в область поиска:

## В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	SG10201509946R (SPORT & FASHION MAN PTE; UNIV NANYANG TECH), A, 28/07/2017, весь документ	1-7, 11, 12, 13-15
X	US6541528 (CLARIANT FINANCE BVI LTD), B1, 01.04.2003, пример 1	1-15
Y	US6541528 (CLARIANT FINANCE BVI LTD), B1, 01.04.2003, Пример 1.	16, 17
Y	US6958379 (Acushnet Company), B2, 25.10.2005, колонна 27, линии 19-65	16, 17

 последующие документы указаны в продолжении графы В данные о патентах-аналогах указаны в приложении

\* Особые категории ссылочных документов:

"А" документ, определяющий общий уровень техники  
"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату подачи  
евразийской заявки или после нее"О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспони-  
рованию и т.д."Р" документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки,  
но после даты испрашиваемого приоритета

"D" документ, приведенный в евразийской заявке

"Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и  
приведенный для понимания изобретения"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска,  
порочающий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности"У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска,  
порочающий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той  
же категории

"&amp;" документ, являющийся патентом-аналогом

"L" документ, приведенный в других целях

Дата действительного завершения патентного поиска: 06/02/2019

Уполномоченное лицо:

Главный эксперт

 Л.В. Свидерская

Телефон: +7(495)411-61-61\*234

06.02.2019